

Wasser und Bergbau im Grenzgebiet Zinnwald / Cínovec

TP 1.7: Erarbeitung eines Wasserstammbaumes für den Raum Zinnwald/Cínovec sowie Erarbeitung zukünftig notwendiger wasserwirtschaftlicher Maßnahmen mit dem Ziel, den Gewässerzustand in der Region zu verbessern

TP 2.2: Einfluss neuer Bergbauaktivitäten auf Wasserqualität und Wassermenge im Raum Zinnwald - Cínovec

Auftragnehmer:

G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH

Autoren: Dr. Sennewald, Rainer; Martin, Mirko; Pohl, Martin



Auftraggeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Koordination: Lünich, Kathleen

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN

Berichtszeitraum: 28.09.2018
Berichtsabschluss: 30.09.2020

Gefördert durch den europäischen Fonds für Regionalentwicklung



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014-2020

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	II
TABELLENVERZEICHNIS	III
ANLAGENVERZEICHNIS	III
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IV
1 PROJEKT VITA-MIN	5
1.1 EINORDNUNG DES VORHABENS	5
1.2 ZIELSTELLUNG	5
1.3 HERANGEHENSWEISE	7
2 RECHERCHEN UND ZUSTANDSANALYSE	7
2.1 ZUSTANDSANALYSE DER OWK IM UNTERSUCHUNGSGEBIET UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER GRUBENWÄSSER	7
2.2 RECHERCHE UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DES PROJEKTES VODAMIN	10
2.2.1 TEILPROJEKT TP 03: VORORTUNTERSUCHUNGEN UND AUSWERTUNG DER WASSERMENGENVERHÄLTNISSE SOWIE WASSERGÜTE IM GRENZRAUM ZINNWALD / CÍNOVEC (OBERFLÄCHENWASSER, GRUNDWASSER)	11
2.2.2 TEILPROJEKT TP 17: HANDLUNGSBEDARF OBERFLÄCHENWASSER, GRUNDWASSER	13
2.2.3 TEILPROJEKTE TP 06, TP 12: WECHSELWIRKUNGEN DES GRUND- UND OBERFLÄCHENWASSERS IM GRENZRAUM ZINNWALD / CÍNOVEC (GRUBENWASSERPROBLEM)	15
2.2.4 TEILPROJEKT TP 17: HANDLUNGSBEDARF GRUBENWASSER	19
2.3 ZWISCHENZEITLICH GEWONNENE ERKENNTNISSE	19
2.4 ANALYSE DES VORHANDENEN WASSERSTAMMBAUMS	20
2.5 EINBINDUNG VON MESSPUNKTEN DER WEITEREN UMGEBUNG	22
2.6 RECHERCHE WEITERER DATEN CZ	22
2.7 RECHERCHE DER NEUEN BERGBAUAKTIVITÄTEN	23
2.7.1 BERGBAUPROJEKT „ZINNWALD“	23
2.7.2 BERGBAUPROJEKT „CÍNOVEC“	25
2.8 RECHERCHE UND BESCHREIBUNG DER HYDROGEOLOGISCHEN SITUATION IM REGIONALEN MAßSTAB	27
2.8.1 DEUTSCHER TEIL	27
2.8.2 TSCHECHISCHE SEITE	31
2.8.3 RADON IM GRUBENWASSER	33
2.9 HYDROGEOLOGIE IM GEBIET DER GRUBE ZINNWALD/CÍNOVEC	38
2.9.1 BÖDEN DER VERWITTERUNGSDECKE, AUFFÜLLUNGEN	38
2.9.2 KLUFTKÖRPER DES QUARZPORPHYRES	40
2.9.3 KLUFTKÖRPER DES ALTERIERTEN GRANITS	41
2.9.4 HYDROGEOLOGISCHE KLASSIFIZIERUNGEN UND PARAMETER	41

2.10 RECHERCHE UND BESCHREIBUNG DER HYDROLOGISCHEN SITUATION	43
2.10.1 ÜBERBLICK GEWÄSSERSHEMA	44
2.10.2 EINZUGSGEBIETE	45
2.10.3 BESCHREIBUNG GEWÄSSERSHEMA	47
2.10.4 LISTE DER STEHENDEN GEWÄSSER	52
2.10.5 LISTE DER STOLLN ZUR GRUBENENTWÄSSERUNG IM EINZUGSGEBIET DES HEERWASSERS	53
<u>3 ENTWICKLUNG DER MONTANISTISCHEN VERHÄLTNISSE IN ZINNWALD/CÍNOVEC UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER MONTANHYDROLOGIE</u>	<u>54</u>
3.1 RECHERCHE HISTORISCHER ANGABEN ZU MONTANISTISCHEN VERHÄLTNISSEN IN ZINNWALD/CÍNOVEC	54
3.2 ZEITLICHE ABFOLGE DES BERGBAUS (BERGPAUPERIODEN)	55
3.3 ENTWICKLUNG DER BERGBAUTECHNOLOGIEN UND AUSWIRKUNGEN AUF DEN WASSERPFAD IN DER GRUBE ZINNWALD/CÍNOVEC	64
3.3.1 SCHÄCHTE, LICHTLÖCHER, TAGESÜBERHAUEN	64
3.3.2 VORTRIEBSVERFAHREN (GEWINNUNGSVERFAHREN)	66
3.3.3 ABBAUVERFAHREN	67
3.3.4 AUS- UND VORRICHTUNGSBAUE	69
3.3.5 ABBAUVORRICHTUNG	69
3.3.6 ABBAUE	71
3.3.7 GRUBENAUSBAU	72
3.3.8 VERSATZ	73
3.3.9 WASSERHALTUNG	74
3.3.10 BEWETTERUNG	76
3.3.11 GRUBENFÖRDERUNG	77
3.3.12 SCHACHTFÖRDERUNG	78
3.3.13 VERWAHRUNGSTECHNOLOGIEN	78
3.4 ENTWICKLUNG UND ZUSTAND DER WASSERLÖSESTOLLN IN DER GRUBE ZINNWALD/CÍNOVEC	83
3.4.1 ÜBERBLICK ZU DEN HAUPTSTOLLN	83
3.4.2 OBERER BÜNAU STOLLN (EHEMALS TIEFER STOLLN)	84
3.4.3 TIEFER BÜNAU STOLLN	87
3.4.4 JOSEF STOLLN	89
3.4.5 TIEFER HILFE GOTTES STOLLN IN DER GRUBE ZINNWALD	90
3.4.6 ÜBERBLICK ZU DEN KLEINEN ALTEN STOLLN	92
3.5 ISTZUSTAND DER MONTANHYDROLOGISCHEN SITUATION DER GRUBE ZINNWALD/CÍNOVEC	92
3.5.1 GRUBE CÍNOVEC ÜBERSICHT ZUR GRUBENENTWÄSSERUNG	93
3.5.2 GRUBE ZINNWALD ÜBERSICHT ZUR GRUBENENTWÄSSERUNG	98
3.5.3 GRUBE ZINNWALD STÖRUNGSZONEN UND WASSERDURCHLÄSSIGER ALTBERGBAU	98
3.5.4 VERSICKERUNGSFLÄCHEN ÜBER DER GRUBE ZINNWALD	100
3.5.5 VERHÄLTNISSE DER ABFLUSSMENGEN VON GRUBE UND VORFLUTER	106
3.6 KENNTNISLÜCKEN ZUR ENTWICKLUNG DER MONTANHYDROLOGISCHEN SITUATION	109
<u>4 MESSPROGRAMM</u>	<u>110</u>
4.1 ALTBERGBAUSTOLLN IN DER UMGEBUNG	115

4.2	PARAMETER UND ELEMENTE	116
5	AUSWERTUNG	117
5.1	STATISTISCHE DATENAUSWERTUNG	117
5.2	SCHADSTOFFKONZENTRATIONEN UND SCHADSTOFFFRACHTEN	123
5.3	TRITIUM- UND RADONUNTERSUCHUNGEN	130
5.4	FORTSCHREIBUNG DES WASSERSTAMMBAUMS	133
5.4.1	DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN, AUSWERTUNGSMETHODIK	133
5.4.2	ZWECK DES GRUBENWASSERSTAMMBAUMES	134
5.4.3	GRUBEN ZINNWALD/CÍNOVEC HAUPTTRAKT DER GRUBENWASSERABLEITUNG	135
5.4.4	GRUBE ZINNWALD - STOLLNNEBENTRAKTE	135
5.4.5	GRUBENBEREICH 1 - GRUBE CÍNOVEC MIT DEM GRENZ SCHACHT GRUBENFELD DER GRUBE ZINNWALD	138
5.4.6	GRUBENBEREICH 2 - ZENTRUM UND OSTFLANKE DER GRUBE ZINNWALD	148
5.4.7	GRUBENBEREICH 3 - WESTFLANKE GRUBE ZINNWALD AUF DEN NEUSCHACHTFLÜGEL DES TIEFEN BÜNAU STOLLNS	160
5.4.8	GRUBENBEREICH 4 - TIEFE HILFE GOTTES STOLLN ZWISCHEN VERFÄLLPUNKT UND ALBERT SCHACHT	173
5.4.9	GRUBENBEREICH 5 - HAUPTTRAKT TIEFER HILFE GOTTES STOLLN ZWISCHEN ALBERT SCHACHT UND MUNDLOCH	179
5.4.10	GRUBENBEREICH 6 - HAUPTTRAKT TIEFER BÜNAU STOLLN ZWISCHEN FLÖZ 7 UND MUNDLOCH	185
5.4.11	GRUBE ZINNWALD/CÍNOVEC - AKTUALISIERTE GRUBENWASSERBILANZEN	196
5.4.12	WASSERSTAMMBAUM GRUBE ALTENBERG	218
6	ABLEITUNG VON MAßNAHMEN	220
6.1	RECHERCHE UND BEWERTUNG VON BEST-PRACTICE-VERFAHREN ZUR VERBESSERUNG DER GEWÄSSERQUALITÄTEN	220
6.1.1	GRUNDLAGEN	220
6.1.2	KONVENTIONELLE REINIGUNGSVERFAHREN	221
6.1.3	PASSIVE VERFAHREN	221
6.1.4	AKTIVE VERFAHREN	223
6.1.5	MEMBRANVERFAHREN UND ELEKTROCHEMISCHE VERFAHREN	227
6.1.6	ADSORPTIONSVERFAHREN	230
6.1.7	MIKROBIOLOGISCHE VERFAHREN - SULFATREDUKTION	231
6.1.8	BEWERTUNG DER RECHERIIERTEN VERFAHREN	232
6.2	IN SITU-VERFAHREN	233
6.2.1	CHARAKTERISTIK DER GRUBENWÄSSER	233
6.2.2	CHARAKTERISIERUNG DER IN SITU-VERFAHREN	235
6.2.3	OXIDATION/SEDIMENTATION (GRUBENEXTERNERES WETLAND)	236
6.2.4	GRUBENWASSER-MANAGEMENT	236
6.2.5	REDUKTION UND NEUTRALISATION/FÄLLUNG	236
6.2.6	REAKTIONSTRECKE	237
6.3	ANSATZPUNKTE BEI KÜNFTIGEN BERGBAUVORHABEN	239
6.3.1	PLANUNGSSTAND ZUR GRUBENWASSERHALTUNG	239
6.3.2	VARIANTENSPEKTRUM DER GRUBENWASSERHALTUNG	246

6.3.3	PROGNOSE DER EINFLÜSSE AUF DEN GRUBENWASSERSTAMMBAUM (GRUBENWASSERMENGEN UND BESCHAFFENHEIT)0	249
6.3.4	PROGNOSE DER EINFLÜSSE AUF DIE OBERFLÄCHENWÄSSER	265
7	ZUSAMMENFASSUNG	270
	LITERATURVERZEICHNIS	V

ABILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: OWK-Abgrenzung (rote Linien) des Reviers Zinnwald mit Lage der Entwässerungsstollen (blaue Punkte: TBSt - Tiefer Bünau Stolln, THGSt - Tiefer Hilfe Gottes Stolln, THoffngGSt - Tiefer Hoffnung Gottes Stolln).	8
Abbildung 2: Lageplan der Bohrungen im Lizenzfeld Zinnwald-Nord [Deutsche Lithium GmbH (2018)]	24
Abbildung 3: Aufbereitungsschema für das Lithium-Bergbauprojekt Cínovec (aus [European Metals Holdings Limited (2017a)])	26
Abbildung 4: Grundwasserkörper DESN_EL 1-8 (Müglitz) mit Darstellung der Mineralisationen und der Grundwassermessstellen	27
Abbildung 5: Geologische Karte zur lithologischen Gliederung des Teplice-Rhyolits (nach Eisenreich&Jeřábka (1978), aus [Česká geologická služba (2016)])	31
Abbildung 6: Hydrogeologisches Modell des Teplice-Rhyolits im tschechischen Teil aus [Česká geologická služba (2016)]	32
Abbildung 7: Bezeichnung der Fließgewässer im Hochwasserschutzkonzept 2007 (blau) [Kummer et al. (2007)], korrigierte Bezeichnung (gerahmt); Pfeile zeigen Beginn und Ende des Fließgewässers an.	44
Abbildung 8: Fließgewässer und stehende Gewässer im Gebiet Cínovec/CZ [Hydroekologický informační systém] In dieser Karte ist der blau hervorgehobene Petzold potok mit den beiden Quellmulden korrekt eingetragen.	45
Abbildung 9: Gefällerriss von 1855[Bergarchiv Freiberg R-40040_B711 (alt: I.A.8) Weiß, F. J. (1855)], Ausschnitt zum Petzoldwasser zwischen Staatsgrenze und Georgenfelder Wasser, wo sich beide zum Heerwasser vereinigen	49
Abbildung 10: Blick von der Grenzbuche zum Petzold potok/Petzoldwasser mit der Moritz Wäsche (A), der Wäsche (B) und der mittlerweile abgerissenen Lobkowitz Schmelzhütte (C). (Ausschnitt Ansichtskarte) etwa 1939/40	51
Abbildung 11: Luftbild aus dem Jahr 1946 Zinnwald Grenzbereich mit Tagebauen und Haldenrückbau in Bildmitte und Resten der Spülsandhalde oberer Bildrand [Luftbild (1946)]	71
Abbildung 12: Sohlen an den Hauptschächten der Grube Cínovec [Hepnar & Hercík (1990)].	95
Abbildung 13: Längsschnitt Mundloch TBSt bis Neuschacht [Lange (1987)] mit den Versickerungsflächen A, B	101
Abbildung 14: Zentrum der Versickerungsfläche A im Innenbogen der Straße S174, Blick von Ost zum Huthaus Vereinigt Zwitterfeld mit Glockenturm, Foto: Schulz 1927 [Barsch & Sennwald (2016)]	102
Abbildung 15: Versickerungsfläche B unter und neben der später wieder abgetragenen Wäschsandhalde bis zum Goetheweg, links Gasthaus Sächsischer Reiter, rechts Direktorenvilla der Stahlwerk Becker AG (heute Geisingstraße 4, dahinter verläuft der Goetheweg), dazwischen Baracken des Kriegsgefangenenlagers, Foto 1918 [Stahlwerk Becker AG (1918)]	104
Abbildung 16: Montanhydrologische Grubenbereiche der Grube Zinnwald/Cínovec	114
Abbildung 17: Gemessene Gesamtkonzentrationen für Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NH ₄ ⁺ und F ⁻	120
Abbildung 18: Gemessene Gesamtkonzentrationen der Metalle As, Pb, Cd, Zn, Cu	121
Abbildung 19: Gemessene Gesamtkonzentrationen der Metalle Ba, Be, Ni, Tl, U	122
Abbildung 20: Hydrochemisches Fließschema Arsen (gesamt) für den Tiefer Bünau Stolln und den Tiefer Hilfe Gottes Stolln	124
Abbildung 21: Hydrochemisches Fließschema Beryllium (gesamt) für den Tiefer Bünau Stolln und den Tiefer Hilfe Gottes Stolln	125
Abbildung 22: Hydrochemisches Fließschema Cadmium (gesamt) für den Tiefer Bünau Stolln und den Tiefer Hilfe Gottes Stolln	126
Abbildung 23: Hydrochemisches Fließschema Zink (gesamt) für den Tiefer Bünau Stolln und den Tiefer Hilfe Gottes Stolln	127

Abbildung 24: Hydrochemisches Fließschema Chlorid für den Tiefer Bünau Stolln und den Tiefer Hilfe Gottes Stolln	128
Abbildung 25: Hydrochemisches Fließschema Sulfat für den Tiefer Bünau Stolln und den Tiefer Hilfe Gottes Stolln	129
Abbildung 26: Grubenwassermengen der Grube Zinnwald/Cínovec nach Grubenbereichen im Zeitraum 11/2011-06/2012	203
Abbildung 27: Grube Altenberg Grubenentwässerung und Probenahmepunkte (Durchflussdaten pers. Mitt. W. Schilka, Altenberg)	219
Abbildung 28: Aufbau des Wetlands zur Abtrennung von Aluminium ([Janneck (1997)], Foto: G.E.O.S.)	222
Abbildung 29: Zusammenstellung der "Mindest"-pH-Werte für eine Fällung wichtiger Metallkationen [Schuster et al. (1996)]	224
Abbildung 30: Gleichgewichtsanteile von Sulfid, Hydrogensulfid und Schwefelwasserstoff in Abhängigkeit vom pH-Wert (aus [Hartinger (1995)]).	226
Abbildung 31: Darstellung von Elektrodialyse und Reversosmose.	229
Abbildung 32: Schematische Darstellung des GYP-CIX Prozesses.	230
Abbildung 33: Absehbare Wasserfließwege im Flutungsraum Cínovec (Zeichnungsgrundlage aus [Hepnar & Hercík (1990)])	234
Abbildung 34: Konzept einer Reaktionsstrecke (Adsorption an Kalksand, aus [Martin et al. (2019a)]).	238
Abbildung 35: Schematische Darstellung der geplanten Grubenwasserhaltung für die Lagerstätte Zinnwald [Deutsche Lithium GmbH (2019)]	240
Abbildung 36: Schematische Darstellung der geplanten Wasserbehandlungsanlage für die Lagerstätte Zinnwald [Deutsche Lithium GmbH (2019)]	240
Abbildung 37: Lithumgrube Cínovec mit drei lizenzierten Grubenfeldern, Rampe und Frischwetterschächten auf Luftbild, Stand Juni 2020 [European Metals Holdings Limited (2020)]	242
Abbildung 38: Lithumgrube Cínovec, Raumbild der Erzkörper mit geplantem Abbau von oben nach unten. Rampe (Decline), Brecher (Crusher), geplante Bohrschächte (ventilation shafts) und den drei Frischwetterschächten, Stand 2019 [European Metals Holdings Limited (2019)]	243
Abbildung 39: Comminution plant (Zerkleinerungsanlage) vor dem Mundloch der Rampe und slurry pipeline (Trübeleitung) zur Aufbereitung, [European Metals Holdings Limited (2017b)] nach [European Metals Holdings Limited (2017a)]	244
Abbildung 40: Prinzipskizze der gegenwärtig geplanten Grubenwasserhaltungen für den Lithiumabbau, Varianten Zinnwald A1, Cínovec A1, blaue Pfeile - Grubenentwässerung	245
Abbildung 41: Prinzipskizze weiterer Varianten der Grubenwasserhaltungen für den Lithiumabbau (Betriebsphase), Varianten Zinnwald A2, Cínovec A2, A3, blaue Pfeile - Grubenentwässerung	245
Abbildung 42: Prinzipskizze der Varianten der Grubenwasserhaltungen für den Dauerzustand nach dem Ende des Lithiumbergbaus, Varianten Zinnwald B1, B2, Cínovec B1, B3, blaue Pfeile - Grubenentwässerung	246

TABELLENVERZEICHNIS

<i>Tabelle 1: Frachtvergleich des Roten Wassers und des Stollnwassers THGSt, fett: Überschreitungen der UQN bzw. Frachtanteil > 30 % (Quellen der Werte im Text).</i>	9
<i>Tabelle 2: Schwebstoffdaten OWK Müglitz-2 (fett: Überschreitungen der UQN)</i>	9
<i>Tabelle 3: Frachtvergleich von Schwarzwasser (Aschergraben) und der Stollnwässer, fett: Überschreitungen der UQN bzw. Frachtanteil > 30 %.</i>	10
<i>Tabelle 4: Vorratsschätzung für die Lagerstätte Cínovec gemäß JORC 2014 (19.02.1017, aus [European Metals Holdings Limited (2017a)])</i>	25
<i>Tabelle 5: Schwellen- und Hintergrundwerte für den GWK DESN_EL 1-8 (Quelle: Arbeitsmaterialien des AG)</i>	28
<i>Tabelle 6: Gütedaten von Messstellen im GWK DESN_EL 1-8 [Martin et al. (2020)]</i>	29
<i>Tabelle 7: Hintergrundkonzentrationen für die OWK Rotes Wasser und Schwarzwasser [LfULG (2019a)]</i>	30
<i>Tabelle 8: Ursprüngliche Thermalquellen (nach A. Wrany (1864)) und Veränderung der Temperaturen nach dem Grubenunglück Döllinger 1879 (aus [Česká geologická služba (2016)])</i>	33
<i>Tabelle 9: Ergebnisse Radon im Grubenwasser Tiefer Büнау Stolln [Rösner & Sennewald (2007)]</i>	35
<i>Tabelle 10: Ergebnisse Radon- und Wassermengenummessungen in Stollnwässern [Rösner & Sennewald (2007)]</i>	36
<i>Tabelle 11: Ergebnisse Radongehalt und Wassermenge - Jakob, Aron und Tanner Stolln [Rösner & Sennewald (2007)]</i>	37
<i>Tabelle 12: Bodentypen im Analysegebiet, zusammengestellt nach [Symmangk & Sinapius (2007)]</i>	39
<i>Tabelle 13: Hydrogeologische Beurteilung der Grube Cínovec jih durch [Glöckner und Hercík (1984)] (Texte ohne Klammern) und [Glöckner (1979)] (Texte in Klammern)</i>	42
<i>Tabelle 14: Einzugsgebiete des Heerwassers und angrenzender Fließgewässer</i>	46
<i>Tabelle 15: Veränderung im Einzugsgebiet des Heerwassers bei Tauwetter / Starkregen durch Wehreinrichtungen</i>	47
<i>Tabelle 16: Stolln im Einzugsgebiet des Heerwassers</i>	53
<i>Tabelle 17: Hauptstolln der Grube Zinnwald</i>	84
<i>Tabelle 18: Alte kurze Stolln in der Zinnwalder Lagerstätte</i>	92
<i>Tabelle 19: Sohlen Grube und Schacht Cínovec I</i>	94
<i>Tabelle 20: Sohlen im Schacht Cínovec II</i>	94
<i>Tabelle 21: Sohlen im Wetterschacht K 20225</i>	94
<i>Tabelle 22: Sohlen im Wetterschacht K 40001</i>	95
<i>Tabelle 23: Wasserhaltung der Grube Cínovec [Hepnar & Hercík (1990)]</i>	97
<i>Tabelle 24: Starker Tauwetterabfluss 05./06.01.2013 Tauwetter Typ 2 (schnell)</i>	106
<i>Tabelle 25: Abfallende Tendenz im Vorfluter bei Tauwetter 06.01.2013</i>	107
<i>Tabelle 26: Ende der anhaltenden Trockenheit am 24.10.2012</i>	107
<i>Tabelle 27: Resttauwetter 15.03.2013</i>	107
<i>Tabelle 28: Zusätzliche Messpunkte ohne Beprobung (nur Abflussverhältnisse und Vor-Ort-Parameter, M - Menge ausgelitert, M* - Menge geschätzt, Gv - Parameter vor Ort, G - alle Parameter) im Vergleich zu den Messungen im VODAMIN-Projekt [Martin & Sennewald (2014)]</i>	110
<i>Tabelle 29: Probenahmetage, Wetterlagen und Probenahmepunkte Cí – Grube Cínovec, W - Grube Zinnwald</i>	113
<i>Tabelle 30: Probenahmetage, Wetterlagen und Probenahmepunkte Stolln der Umgebung</i>	115
<i>Tabelle 31: Parameter- bzw. Elementspektrum des Messprogramms</i>	116
<i>Tabelle 32: Auswertung gemessener Elementkonzentrationen</i>	117
<i>Tabelle 33: Ergebnisse der Tritium-Untersuchungen.</i>	130
<i>Tabelle 34: Ergebnisse der Radon-Untersuchungen im Grubenwasser</i>	131
<i>Tabelle 35: Übersicht zum Haupttrakt der Stollnwasserhaltung nach der Rekonstruktion</i>	135
<i>Tabelle 36: Übersicht der kontrollierbaren Nebentrakte auf dem Tiefen Büнау Stolln in der Grube Zinnwald nach der Rekonstruktion</i>	136
<i>Tabelle 37: Übersicht der unzugänglichen Nebentrakte auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln</i>	137

Tabelle 38: Übersicht des nach der Rekonstruktion noch eigenständigen Haupttraktes vom Tiefen Büнау Stolln	137
Tabelle 39: Übersicht zum Wasserstammbaum und zu Probenahmen im Grubenbereich 1	138
Tabelle 40: Übersicht zum Wasserstammbaum und zu Probenahmen im Grubenbereich 2	148
Tabelle 41: Wasserzuflüsse Grubenbereich 2 nach Menge, Reaktionszeit bei Starkregen, Reaktionstyp, es werden nur die genau beobachteten Mess- und Beobachtungspunkte aufgelistet.	149
Tabelle 42: Übersicht zum Wasserstammbaum und zu Probenahmen im Grubenbereich 3	160
Tabelle 43: Wasserzuflüsse Grubenbereich 3 nach Menge, Reaktionszeit bei Starkregen, Reaktionstyp	162
Tabelle 44: Übersicht zum Wasserstammbaum und zu Probenahmen im Grubenbereich 4	173
Tabelle 45: Wasserzuflüsse Grubenbereich 4 nach Menge, Reaktionszeit bei Starkregen, Reaktionstyp	174
Tabelle 46: Übersicht zum Wasserstammbaum und zu Probenahmen im Grubenbereich 5	179
Tabelle 47: Wasserzuflüsse Grubenbereich 5 nach Menge, Reaktionszeit bei Starkregen, Reaktionstyp	180
Tabelle 48: Übersicht zum Wasserstammbaum und zu Probenahmen im Grubenbereich 6	185
Tabelle 49: Wasserzuflüsse Grubenbereich 6 nach Menge, Reaktionszeit bei Starkregen, Reaktionstyp.	186
Tabelle 50: Grube Zinnwald/Cínovec – Probenahmetage, Wetterlagen, Grubenwasserbilanzen	196
Tabelle 51: Wetterlagen u. Grubenwassermengen Grube Cínovec/Zinnwald 11/2012 bis 08/2018 (Quellenangaben im Text)	199
Tabelle 52: Wetterlagen und Grubenwassermengen Grube Hoffnung Gottes 11/2012 bis 08/2018	200
Tabelle 53: Wassermengen bei Trockenheit 30.05.2012	204
Tabelle 54: Wassermengen bei Trockenheit 24.10.2012	205
Tabelle 55: Wassermengen nach extremer Trockenheit 08./16.08.2018	207
Tabelle 56: Wassermengen bei leicht erhöhtem Abfluss 18.07.2012	209
Tabelle 57: Wassermengen bei leicht erhöhtem Abfluss 13.11.2012	210
Tabelle 58: Bilanz Abflussspitze beim Tauwetter 03.02.2012	212
Tabelle 59: Bilanz Abflussspitze beim Tauwetter 05.01.2013	214
Tabelle 60: Bilanz Abflussspitze nach mehrtägigem Starkregen zwischen 01.06. und 03.06.2013	215
Tabelle 61: Zusammenstellung von Kontaminationen und Behandlungsmöglichkeiten für bergbaubeeinflusste Wässer auf der Basis von Fällungsprozessen.	221
Tabelle 62: Zusammenstellung von Neutralisationsäquivalenten und Kalkmengen für die Behandlung von Wasserinhaltsstoffen.	224
Tabelle 63: Gegenüberstellung der Löslichkeitsprodukte ausgewählter Metallhydroxide und -sulfide (aus [Hartinger (1995)]).	225
Tabelle 64: Zusammenstellung heute genutzter Membranverfahren ([Rautenbach (1997)] zitiert in [Peters und Kraume (2005)], fl - flüssig, g - gasförmig)	227
Tabelle 65: Daten für Membranverfahren.	228
Tabelle 66: Übersicht zu biotechnologischen Verfahren ohne Eisenoxidation.	232
Tabelle 67: Relevante Elemente in den Zinnwalder Grubenwässern.	235
Tabelle 68: Ergebnisse der Grubenwasserreinigung mittels Kalksandfiltern.	237
Tabelle 69 Bewertung der Eignung der Behandlungsverfahren für die Verhältnisse in Zinnwald.	238
Tabelle 70: Variantenspektrum Grubenwasserhaltung Lithiumgruben Zinnwald / Cínovec unter Berücksichtigung des Altbergbaus der Gruben Zinnwald bzw. Cínovec I	247
Tabelle 71: Dauerzustand nach Beendigung des Lithiumbergbaus	248
Tabelle 72: Bauzeitliche Grubenwasserhaltung Lithiumlagerstätten Zinnwald / Cínovec – Mengenänderungen am Grubenwasserstammbaum	250
Tabelle 73: Betriebszustand Grubenwasserhaltung Lithiumlagerstätten Zinnwald / Cínovec – Veränderungen am Grubenwasserstammbaum	252
Tabelle 74: Abschätzung der Grubenwasserhaltungsmengen [Raithel & Pohl (2018)]	254
Tabelle 75: Dauerzustand nach Beendigung des Lithiumbergbaus Grubenwasserhaltung Lithiumlagerstätten Zinnwald / Cínovec – Veränderungen am Grubenwasserstammbaum	259
Tabelle 76: Übersicht zu den variantenabhängigen Grubenwassereinträgen in die Vorfluter	265

ANLAGENVERZEICHNIS

<i>Anlage 1.1</i>	<i>Grubenriss Grube Zinnwald und Grube Cínovec (blaue Pfeile -Grubenwasserfließrichtungen auf den Flügeln des TBSt in der gefluteten Grube Cínovec)</i>
<i>Anlage 1.2</i>	<i>Grubenriss Tiefer Hilfe Gottes Stolln Nordteil</i>
<i>Anlage 2.1</i>	<i>Grubenriss Altenberg Sohle-4</i>
<i>Anlage 2.2</i>	<i>Grubenriss Altenberg Sohle-6</i>
<i>Anlage 2.3a</i>	<i>Grubenriss Altenberg Sohle-7 Nord</i>
<i>Anlage 2.3b</i>	<i>Grubenriss Altenberg Sohle-7 Süd</i>
<i>Anlage 3</i>	<i>Grubenriss Rote Zeche</i>
<i>Anlage 4</i>	<i>Gewässerschema</i>
<i>Anlage 5</i>	<i>Wasserstammbaum (schwarz – TBSt, rot - THGSt, farbig – Flözniveaus oberhalb TBSt)</i>
<i>Anlage 6.1</i>	<i>2019 Wetterdiagramme + Probenahme</i>
<i>Anlage 6.2</i>	<i>2020 Wetterdiagramme + Probenahme</i>
<i>Anlage 7</i>	<i>2020 Datenblätter Stolln Umgegend</i>
<i>Anlage 8.1</i>	<i>Analysenergebnisse</i>
<i>Anlage 8.2</i>	<i>Analysenergebnisse Statistik</i>
<i>Anlage 8.3</i>	<i>Altdaten BfUL Statistik</i>
<i>Anlage 9</i>	<i>Fotos der Messpunkte Grube Zinnwald/Cínovec (digitale Anlage)</i>

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AG	Auftraggeber
BfUL	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft
BG	Bestimmungsgrenze
BWPL	Bewirtschaftungsplan
ED	Elektrodialyse
EDR	Electrodialysis Reversal (Umkehrelektrodialyse)
EU-WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert nach LAWA
GrwV	Grundwasserverordnung
GW	Messpunkte Grund- und Grubenwasser
GWN	Grundwasserneubildung
JD	Jahresdurchschnitt
MP	Probenahmepunkte Oberflächenwasser
MW	Mittelwert
NF	Nanofiltration
OBSt	Oberer Bünau Stolln
OgewV	Oberflächengewässer-Verordnung
OWK	Oberflächenwasserkörper
RO	Reversosmose
RRB	Regenrückhaltebecken
SW	Schwellenwert nach Grundwasserverordnung
TBSt	Tiefer Bünau Stolln
THGSt	Tiefer Hilfe Gottes Stolln
THoffngGSt	Tiefer Hoffnung Gottes Stolln
UQN	Umweltqualitätsnormen der Oberflächengewässerverordnung
ZHK	zulässige Höchstkonzentration

1 PROJEKT VITA-MIN

1.1 EINORDNUNG DES VORHABENS

Das EU-Projekt „Vita-Min“ ist ein Verbundprojekt im sächsisch-tschechischen Kooperationsprogramm zur Förderung der grenzübergreifenden Zusammenarbeit, das durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert wird. Das Projekt wird vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Leadpartner), der Stadtverwaltung Oelsnitz/Erzgebirge und dem tschechischen Bezirk Ústecký umgesetzt. Im Rahmen dieses Projektes wurde seitens des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie eine Studie

- zur Erarbeitung eines Wasserstammbaumes für den Raum Zinnwald/Cínovec
- zur Ableitung zukünftig notwendiger wasserwirtschaftlicher Maßnahmen unter besonderer Beachtung des Altbergbaus mit dem Ziel, den Gewässerzustand in der Region zu verbessern
- zur Beurteilung des Einflusses neuer Bergbauaktivitäten auf Wasserqualität und Wassermenge im Raum Zinnwald - Cínovec

ausgeschrieben.

Die zu beiden Seiten der deutsch-tschechischen Grenze gelegene Zinnerzlagerstätte Zinnwald/ Cínovec wurde seit etwa 1530 zunächst auf oxydische Zinnerze, ab dem 19. Jahrhundert zusätzlich auf oxydische Wolfram- und silikatische Lithiumerze in granitischen Gesteinen bebaut, die auch Anteile an sulfidischen Erzen führen. Auf deutscher Seite wurde Bergbau bis 1945 betrieben, auf tschechischer Seite bis 1990.

Seit dem Jahre 2010 gibt es verschiedene Bestrebungen, die silikatischen Lithiumerze der Lagerstätte einer wirtschaftlichen Nutzung zuzuführen.

1.2 ZIELSTELLUNG

Die Zielstellung der Studie wurde in der Leistungsbeschreibung formuliert:

„Ausgangspunkt der geplanten Arbeiten bilden die Ergebnisse der Teilprojekte 3 „Voruntersuchungen und Auswertung der Wassermengenverhältnisse sowie Wasserbeschafftheiten Oberflächenwasser im Grenzraum Zinnwald/Cínovec“, 6 „Wechselwirkungen des Gruben- und Oberflächenwassers im Grenzraum Zinnwald/Cínovec“, 12 „Bergbauliches Gutachten (bergbaubedingte Stoffeinträge in die Fließgewässer Heerwasser/Petzoldwasser)“ und 17 „Ableitung optimaler (technischer) grenzüberschreitender Maßnahmen zur Stabilisierung der wasserwirtschaftlichen Lage im Grenzraum Zinnwald/Cínovec“ des Projekts VODAMIN. Diese Untersuchungen zeigten, dass die Zusammenführung der Einflüsse von Umwelt, Verkehr und Bergbau notwendig ist, um ein umfassendes Verständnis über die Wasserqualität des Oberflächenwassers sowie des Schadstoffursprungs im Heerwasser, in der Bystrice (Cínovec – nádraží Dubí) und im Einzugsgebiet des Krupský potok während bzw. nach dem Bergbau zu erlangen, insbesondere weil es sich um eine grenzüberschreitende Herausforderung handelt. Weiterhin wurde festgestellt, dass viele Schadstoffeinträge von tschechischer Seite über grenzüberschreitende Gewässer, Stollen und diffuse Einträge auf die deutsche Seite transportiert werden. Kenntnisse über die Dimensionen dieser Einträge sind wenig

dokumentiert und besonders auf tschechischer Seite kaum recherchiert. Im Projekt VODAMIN konnten keine hinreichenden Untersuchungen im Zusammenhang mit der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie und des grenzüberschreitenden Wasserhaushalts angestellt werden. Ausgehend von den Ergebnissen aus VODAMIN sollen die im nachfolgenden beschriebenen Leistungen in dieser Studie erbracht werden.

Die länderübergreifende Lagerstätte Zinnwald/Cínovec enthielt neben Zinn auch Wolfram, Lithium und Seltenerdenelemente. In den Gruben wurde ein umfangreiches Stollensystem angelegt, das der Entwässerung und dem Abbau der Rohstoffe diente. Der 1686 angesetzte „Tiefe Büнау Stollen“ war der wichtigste Stollen für das Zinnwalder/Cínovec Revier. Durch das Anlegen des Stollensystems wurden die Wasserwegsamkeiten verändert und die Wassergüte beeinflusst. Die genaue Kenntnis von Wasserwegen bildet jedoch eine wesentliche Grundlage zur Abschätzung oder Ermittlung von Stofffrachten aus den Gruben, die wiederum bedeutend für die Einhaltung von Umweltstandards und Qualitätsnormen betroffener Gewässer sind. Die Folgen des Stoffaustrags aus Sedimenten, Schwebstoffen und gelöster Stoffe aus den unterirdischen Grubengebäuden sind komplex: Durch abgelagerte Sedimente im Fließgewässer kann es beispielsweise zu einer Schadstoffanreicherung in den Gewässern kommen, die sich durch Rücklösung negativ auf die Wasserqualität und damit auch ungünstig auf die Biozönose im Gewässer auswirken kann. Hochwasserereignisse führen weiterhin zum Verschleppen der belasteten Gewässersedimente in den Flussunterlauf.

Vor dem Hintergrund neuer, geplanter Bergbauaktivitäten, v. a. dem Lithiumabbau, in der Region Zinnwald ist ein umfassendes Verständnis des Wasserhaushalts essentiell. Ohne Informationen über die Wasserwegsamkeiten und Einträge von tschechischer Seite ist ein gutes Verständnis über die Wasserbewegungen in der Region kaum herzustellen. Das Ziel dieser Studie ist es, mit Hilfe eines Wasserstammbaums zum Verständnis der Ist-Situation und der Auswirkungen des neuen Bergbaus in Zinnwald beizutragen, sowie eine Grundlage für die Ableitung von Maßnahmen zur Minimierung der Folgen des Altbergbaus und Prävention von Umweltschäden durch künftige Bergbauaktivitäten zu schaffen.“

Die Studie im Rahmen des Projektes Vita-Min verfolgt nachstehende weiterführende Zielstellungen:

- Die vorhandenen Daten zur Wassermenge und Wasserqualität entlang der Hauptströme und Hauptzuflusspunkte des Grubenwassers in der Grube Zinnwald/Cínovec werden in der Fläche mit Probenahmen an allen erreichbaren möglichen Messpunkten verdichtet, um endgültige Klarheit zu schaffen, woher die punktuellen Einträge der Wasserschadstoffe in das Grubenwasser stammen.
- Bei den Befahrungen der Messpunkte werden die Herkunft des Grubenwassers und die Fließwege ebenfalls in der Fläche ergänzt, vorhandene Erkenntnisse überprüft und korrigiert. Daraus und aus den Proben können auch die Schadstofffrachten genauer berechnet werden. Der Wasserstammbaum wird korrigiert und es fließen auch alle zwischenzeitlich gewonnenen Erkenntnisse aus der Stollnkontrolle und der neuen Bergschadenkundlichen Analyse in die Beschreibung ein (siehe Kapitel 2.4).
- Erstmals werden Stollnwässer in der näheren Umgebung der Lagerstätte Zinnwald/Cínovec mit in die Betrachtung einbezogen. Dies soll einen Beitrag leisten, um den Einfluss von Bergbaugebieten der Umgebung besser bewerten und den Einfluss des Reviers Zinnwald besser abgrenzen zu können. Außerdem sollen Vergleiche des Einflusses unterschiedlicher Lagerstättentypen auf die Grubenwässer angestellt werden.

- Die Erkenntnisse zum Grubenwasser im umfangreichen Altbergbau der Lagerstätte Zinnwald/Cínovec werden in Kenntnis der Planungslösungen für den neuen Lithiumbergbau verwendet, um die Auswirkungen des geplanten Bergbaus auf das Gruben- und Oberflächenwasser abzuschätzen.

1.3 HERANGEHENSWEISE

Die Arbeiten im Projekt wurden in Arbeitspakete strukturiert:

- Arbeitspaket 1: Zustandsanalyse und Recherche sowie montanhistorische Situation
- Arbeitspaket 2: Entwurf und Ausführung eines Messprogramms zur Unterstützung der Recherche (Messkonzept, Parameter)
- Arbeitspaket 3: Auswertung der Ergebnisse und Ableiten von Maßnahmen
- Arbeitspaket 4: Auswirkungen des zukünftigen Bergbaus auf Wasserwegsamkeiten, Wasserqualität und -quantität
- Arbeitspaket 5: Ergebnisdarstellung

2 RECHERCHEN UND ZUSTANDSANALYSE

2.1 ZUSTANDSANALYSE DER OBERFLÄCHENWASSERKÖRPER (OWK) IM UNTERSUCHUNGSGEBIET UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER GRUBENWÄSSER

Die Lagerstätte Zinnwald liegt unmittelbar nördlich an der Kammlinie des Erzgebirges. Der Gebirgssattel von Cínovec mit einer Passhöhe von 870 mNN dient als wichtiger Straßenübergang der Fernstraße von Dresden über Dippoldiswalde-Altenberg-Zinnwald-Dubí-Teplice. Der erzführende Zinnwalder Granitpluton ist hier als elliptischer Geländeanschnitt von ca. 1,5 km x 300 m in Nord-Südrichtung im umliegenden Teplitzer Quarzporphyr durch Erosion freigelegt. Über der Lagerstätte liegen die flachen Quellmulden der zum Heerwasser fließenden Bäche und haben eine flach geneigte Hochfläche ausgebildet. Die Hochfläche mit den Streusiedlungen Zinnwald, Georgenfeld und Cínovec ist jetzt Offenland, das ringsum vom Wald umgeben ist (Rodungsinsel). Das Heerwasser fließt nördlich der Lagerstätte durch ein Kerbtal in den Geisinggrund. Der Aufschluss der Lagerstätte konnte also auf der angeschnittenen Granitfläche erfolgen. Die Stolln zur Entwässerung wurden dagegen im unteren Teil der Hochfläche (alte Stolln, Oberer Bünau Stolln, Josef Stolln), die tiefen Stolln (Tiefer Bünau Stolln, Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Tiefer Hoffnung Gottes Stolln) im Kerbtal des Heerwassers angelegt. Das gesamte Grubenwasser gelangt wegen der morphologischen Verhältnisse seit eh und je in das Heerwassertal. An jüngere Granite in der osterzgebirgischen Caldera sind weitere vergleichbare Lagerstätten gebunden: Altenberg, Sadisdorf, Sachsenhöhe, Zeidelweide, Hirschberg, Hutberg, Kahleberg, Schafkuppe, deren Stollnwässer mit in die Untersuchung einbezogen wurde.

Im Revier Zinnwald werden die Grubenwässer über drei Entwässerungsstollen abgetragen:

- Tiefer Bünau Stolln (TBSt): obere Sohlen in der gesamten Lagerstätte.
- Tiefer Hilfe Gottes Stolln (THGSt): Wasser aus dem Tiefen Bünau Stolln am Verfallpunkt, von oberen Sohlen im nördlichen Bereich, tiefe Sohlen entlang des Stollns.
- Tiefer Hoffnung Gottes Stolln (THoffngGSt): westlich des Zinnwalder Granits im Quarzporphyr liegende Stollngruben.

Ein großer Teil der Wässer der oberen Sohlen wird vom TBSt auf den THGSt verstürzt. Die Stollnwässer des THGSt gelangen in den Oberflächenwasserkörper (OWK) DESN_537182 (Heerwasser, danach Rotes Wasser). Die Wässer von TBSt und THoffngGSt werden über einen Wasserteiler teilweise in den OWK DESN_5371822 (Aschergraben, danach Schwarzwasser) abgetragen. Die detaillierten Verhältnisse werden in Abbildung 1 erläutert.

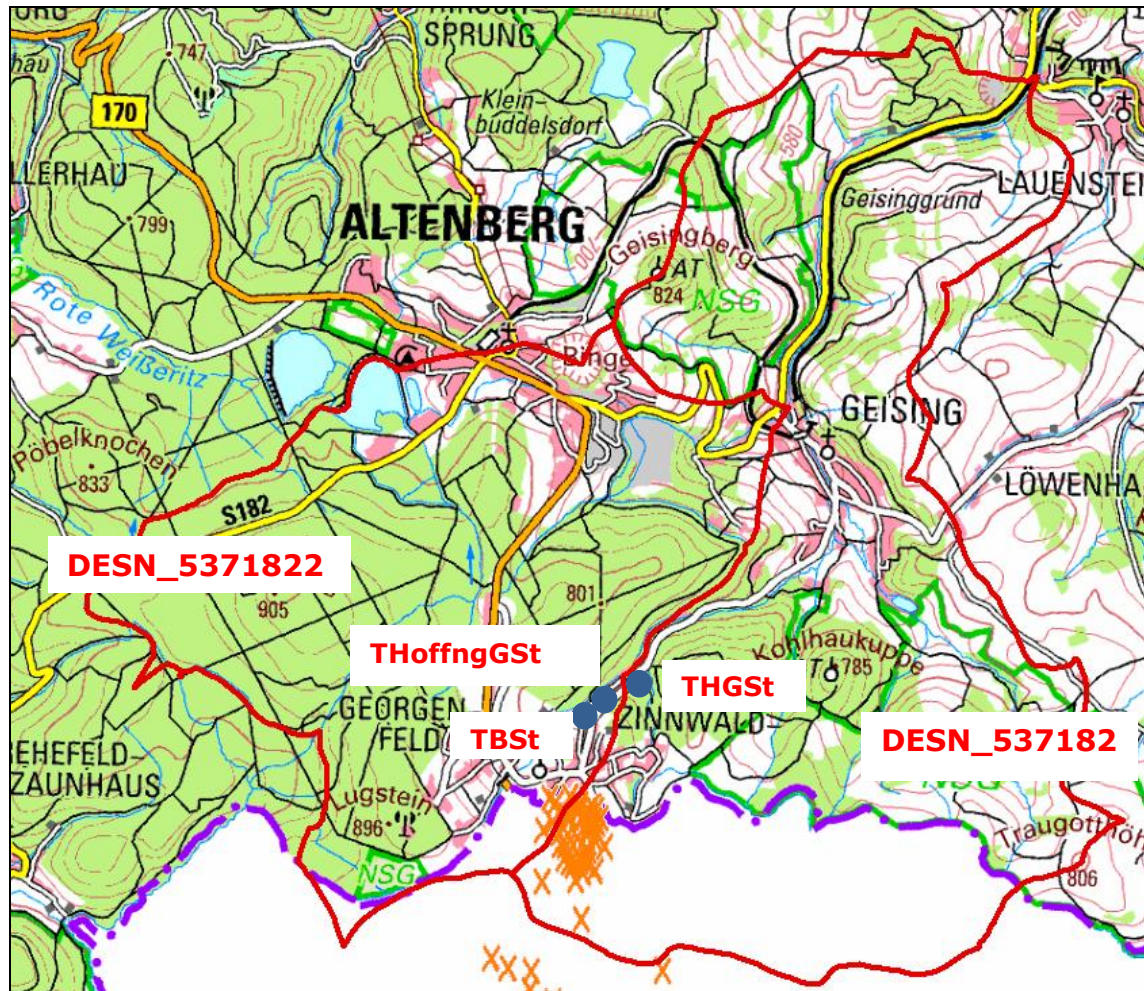


Abbildung 1: OWK-Abgrenzung (rote Linien) des Reviers Zinnwald mit Lage der Entwässerungsstollen (blaue Punkte: TBSt - Tiefer Büнау Stolln, THGSt - Tiefer Hilfe Gottes Stolln, THoffngGSt - Tiefer Hoffnung Gottes Stolln).

Tabelle 1 zeigt den Vergleich von Elementkonzentrationen und -frachten des Stollnwassers des THGSt (OBF08391, Mittelwerte 2011-2013 [Martin & Sennewald (2014)]) mit den Daten der unmittelbaren Vorfluter Heerwasser/Rotes Wasser (OBF08400, Mittelwerte BfUL-Daten 2013-2016). Die Wässer zeigen Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm (UQN) bei Cd, das Rote Wasser bei Se und der THGSt bei Tl.

Bei den Sedimenten (gemäß OgewV 2016 sind Arsen, Chrom, Kupfer und Zink im Schwebstoff/Sediment reguliert) mussten hilfsweise die Daten der Messstelle OBF08100 (OWK Müglitz-2) verwendet werden, weil für Heerwasser, Rotes Wasser und Müglitz-1 keine entsprechenden Daten verfügbar waren (Tabelle 2). Dabei zeigen sich deutliche UQN-Überschreitungen bei As, Cu und Zn. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Sedi-

mente des OWK Müglitz-2 auch von der zufließenden Biela beeinflusst werden (As-Einträge durch Sickerwasser der Spülhalde Bielatal, Cu-Einträge durch den Neuen Biela Stolln).

Frachtanteile > 30 % an der Elementführung des Roten Wassers sind bei Al, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Li, Tl, U, Zn festzustellen. Die auftretenden Frachtanteile >100 % sind dabei einerseits auf Fällungs- bzw. Remobilisierungsvorgänge, andererseits auf Probenahme- und Analyseunsicherheiten sowie Unsicherheiten bei der Berechnung der Abflussmengen zurückzuführen.

Das Rote Wasser zeigt einerseits Überschreitungen der UQN bei Cd, andererseits werden 100 % des Cd durch das Stollnwasser eingetragen. Außerdem sind auch ca. 100 % des Cu, Tl, U und Zn auf den Stollnwasserzufluss zurückzuführen.

Tabelle 1: Frachtvergleich des Roten Wassers und des Stollnwassers THGSt, fett: Überschreitungen der UQN bzw. Frachtanteil > 30 % (Daten: THGSt (2011-2013) aus Martin & Sennewald (2014); Rotes Wasser (2013-2016) BfUL).

Element	Konzentration (µg/L)		Fracht (kg/a)		Frachtanteil (%)
	Rotes Wasser	THGSt	Rotes Wasser	THGSt	THGSt
Aluminium	122	230	378	123	32,7
Arsen	7,0	5,0	21,6	2,7	12,4
Barium	90	230	278	123	44,4
Beryllium	0,65	7,8	2,0	4,2	208,2
Blei	0,40	0,68	1,2	0,36	29,5
Bor	17,3	24	54	12,9	24,0
Cadmium	0,26	2,9	0,80	1,6	193,5
Cobalt	0,10	0,20	0,31	0,11	34,7
Eisen	160	<30	494	<BG	<BG
Kupfer	5,0	29	15,5	15,5	100,6
Lithium	5,8	23	18,0	12,3	68,4
Molybdän	10,3	17	32	9,1	28,6
Nickel	1,13	1,30	3,5	0,70	20,0
Selen	5,82	<0,8	18,0	<BG	<BG
Thallium	0,050	0,30	0,15	0,16	104,1
Uran	1,12	17	3,5	9,1	264,0
Zink	18,7	220	58	118	204,4

Tabelle 2: Schwebstoffdaten OWK Müglitz-2 (fett: Überschreitungen der UQN) (Daten: BfUL)

Element	Konzentration (mg/kg), Fraktion <63 µm
	Rotes Wasser, Aschergraben, Schwarzwasser, repräsentiert durch Müglitz
Arsen	135
Chrom	35,8
Kupfer	212,5
Zink	1.150

Ähnliches ergibt sich für den Aschergraben/Schwarzwasser (OBF08401, Mittelwerte BfUL-Daten 2013-2016) hinsichtlich des Einflusses der Wässer von TBSt (OBF08380, Mittelwerte 2011-2013 [Martin & Sennewald (2014)]) und THoffngGSt (Mittelwerte 2011-2013 [Martin & Sennewald (2014)]), siehe Tabelle 3. Es treten Überschreitungen der UQN bei Cd auf. Bei den Sedimenten mussten ebenfalls hilfsweise die Daten des OWK Müglitz-2 verwendet werden und es gilt das oben Gesagte (Tabelle 2).

Etwa 80 % der Cd-Fracht des Aschergrabens werden durch die Stollnwässer eingetragen. Erhöhte Eintragsraten durch die Stollnwässer zeigen sich auch für Cu, Ni, Se, U und Zn.

Tabelle 3: Frachtvergleich von Schwarzwasser (Aschergraben) und der Stollnwässer, fett: Überschreitungen der UQN bzw. Frachtanteil > 30 %. (Daten: Stolln (2011-2013) aus Martin & Sennewald (2014); Aschergraben (2013-2016) BfUL)

Element	Konzentration (µg/L)			Fracht (kg/a)			Frachtanteil (%)		
	Aschergraben	TBSt	THoffng GSt	Aschergraben	TBSt	THoffng GSt	TBSt	THoffng GSt	TBSt + THoffng GSt
Aluminium	153	150		201	8,75	n.b.	4,4	n.b.	4,4
Arsen	10,0	4,0	1,5	13,1	0,23	0,24	1,8	1,8	3,6
Barium	82	330		108	19	n.b.	17,9	n.b.	17,9
Beryllium	0,433	1,6		0,6	0,09	n.b.	16,4	n.b.	16,4
Blei	0,42	2,10		0,5	0,12	n.b.	22,3	n.b.	22,3
Bor	27,3	34,0		36	2	n.b.	5,5	n.b.	5,5
Cadmium	0,215	2,0	0,7	0,28	0,12	0,11	41,3	39,8	81,1
Cobalt	0,31	0,12		0,41	0,007	n.b.	1,7	n.b.	1,7
Eisen	267	<30		351	<BG	n.b.	<BG	n.b.	<BG
Kupfer	4,0	20,0	10,6	5,2	1,2	1,7	22,3	32,5	54,7
Lithium	21,2	9,3		27,8	0,5	n.b.	1,9	n.b.	1,9
Molybdän	32,5	6,2	3	43	0	0,48	0,8	1,1	2,0
Nickel	0,84	1,60	3,0	1,1	0,1	0,48	8,4	43,6	52,0
Selen	0,40	6,50		0,5	0,4	n.b.	72,1	n.b.	72,1
Thallium	0,050	0,280		0,07	0,02	n.b.	24,8	n.b.	24,8
Uran	1,30	6,10	2,6	1,7	0,356	0,42	20,8	24,5	45,3
Zink	19,4	96,0	37,4	26	5,6	6,0	22,0	23,6	45,5

2.2 RECHERCHE UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DES PROJEKTES VODAMIN

Das gesamte Grubenwasser der tagesnah aufgeschlossenen Lagerstätte Zinnwald / Cínovec fließt überwiegend auf dem THGSt und untergeordnet auf dem TBSt in das Einzugsgebiet des Heerwassers ab. Die anderen Gewässer (Petzold potok / Petzoldwasser, Georgenfelder Wasser, Bystřice / Flössbach) werden teilweise von Halden und der Besiedlung mit den Verkehrswegen beeinflusst. Insgesamt sind die Quellmulden der Gewässer naturbelassene anmoorige Gebiete am Erzgebirgskamm.

Die Untersuchungen dienten der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) in Bergbaugebieten. Dazu wurden die gegenwärtigen Auswirkungen des Bergbaugebietes beiderseits der Staatsgrenze auf die Wassergüte des Oberflächen- und Grundwassers (TP 03) sowie des Grubenwassers (TP 06, TP 12) untersucht. Aus den umfangreich recherchierten Altdaten sind Einflüsse aus der aktiven Bergbauzeit auf die Gewässer und die Auswirkungen von Rauchgas auf die Boden- und Gewässerversauerung erkennbar. Im Projekt war zu prüfen, inwieweit das Heerwasser als Eintragspfad für Schadstoffe in Betracht zu ziehen ist, da bereits bekannt war, dass im Roten Wasser und in der Müglitz die UQN der EU-WRRL bzw. der OgewV 2016 für As, Zn, Cu und Cd überschritten werden. Der Einfluss des geogenen Hintergrundes auf das Oberflächenwasser und die Schadstoffquellen in der Lagerstätte waren ebenso zu klären, wie die Einflüsse aus Siedlungen und Verkehrswegen. Zur Verbesserung der Abflussverhältnisse und Wassergüte einschließlich deren Überwachung sind die notwendigen technischen Maßnahmen festzulegen.

Die Arbeiten im Projekt VODAMIN im Raum Zinnwald-Cínovec erfolgten in mehreren Stufen:

- TP 03: Vorortuntersuchungen und Auswertung der Wassermengenverhältnisse sowie Wassergüten im Grenzraum Zinnwald / Cínovec
- TP 06: Wechselwirkungen des Grund- und Oberflächenwassers im Grenzraum Zinnwald / Cínovec
- TP 12: Bergbauliches Gutachten (bergbaubedingte Stoffeinträge in die Fließgewässer Heerwasser / Petzoldwasser)
- TP 17: Ableitung optimaler (technischer) grenzüberschreitender Maßnahmen zur Stabilisierung der wasserwirtschaftlichen Lage im Grenzraum Zinnwald / Cínovec

2.2.1 TEILPROJEKT TP 03: VORORTUNTERSUCHUNGEN UND AUSWERTUNG DER WASSERMENGENVERHÄLTNISSE SOWIE WASSERGÜTE IM GRENZRAUM ZINNWALD / CÍNOVEC (OBERFLÄCHENWASSER, GRUNDWASSER)

Methodik der Untersuchungen:

- Zusammenstellung der Rahmenbedingungen und komplexe Einzugsgebietsbeschreibung beiderseits der Staatsgrenze.
- Monitoring zur Wassergüte und Wassermenge des Oberflächen- und Grundwassers 11/2011 bis 01/2013 bei allen Wetterlagen an den 11 Oberflächen- (MP 1 bis MP 11) und 3 Grundwassermesspunkten (GW 1, GW 5, GW 9) sowie weiteren 7 Beobachtungspunkten zur Wassermenge in Zinnwald, Analyse der Wetterdaten für diesen Zeitraum.
- Ergänzende Einzelmessungen 08/2013 und 09/2013 in Zinnwald und an der Bystřice / Flössbach sowie Kontrolle aller Durchflüsse in Cínovec / Zinnwald beim anhaltenden Starkregen Ende Mai/Anfang Juni 2013.
- Recherche von Altdaten zur Oberflächen- und Grundwassergüte in Zinnwald / Cínovec.
- Übernahme der Ergebnisse der tschechischen Projektpartner zur Wassergüte und Wassermenge in Cínovec, zu den Problemen und deren Lösungen am Petzold potok, die in den Jahren 2012 und 2013 erarbeitet worden sind.
- Auswertung der Wassermengenverhältnisse im zeitlichen Verlauf an den MP 1 bis MP 11, GW 1, GW 5, GW 9 (Schwankungsbreiten und Abflüsse bei typischen Wetterlagen).

- Einfluss des Grubenwassers auf das Oberflächenwasser nach Menge, nach zeitlichem Verlauf bei Spitzenabflüssen und hinsichtlich der Veränderungen der Wassergüte.
- Auswertung der Wassergüte in der Entwicklung entlang des Fließweges, im Vergleich mit den Umweltqualitätsnormen, nach den Schadstofffrachten und nach dem geogenen Hintergrund insbesondere im Hinblick auf das Cadmium.
- Kategorisierung der Oberflächen- und Grundwässer anhand der bestimmenden Einflüsse auf diese Wässer. Aushaltung einer geogenen, einer bergbaubedingten und einer siedlungsbedingten Beeinflussung des Oberflächen- und Grundwassers im Einzugsgebiet.
- Herausarbeitung des notwendigen Handlungsbedarfes mit Kostenschätzung.

Ergebnisse:

- Der Naturraum und die anthropogenen Veränderungen werden unter Nutzung historischer Quellen und Berichte, aktueller Literatur und umfangreichen Geländebegehungen als Einflussfaktoren für die Entwässerung im Einzugsgebiet umfassend dargestellt.
- Ein detailliertes Gewässerschema mit genauer kartographischer Darstellung wurde unter Einbeziehung des Hochwasserschutzkonzeptes [Kummer et al. (2007)] erarbeitet und die Abflussverhältnisse im Einzugsgebiet des Heerwassers bei allen Wetterlagen dokumentiert.
- Alle Wassermessungen und Analysen wurden einer von 5 typischen Wetterlagen (Frostwetter, Tauwetter, Trockenheit, Regenwetter, Starkregen) zugeordnet. Die Abflussverhältnisse, insbesondere die sehr starken Schwankungsbreiten der Durchflüsse zwischen diesen Wetterlagen, wurden dokumentiert (Foto, Text, Durchflussmengenberechnungen) und mit Blick auf die Zusammenhänge des Gewässernetzes beschrieben.
- Die Anteile des Grubenwassers am Oberflächenwasser für diese Wetterlagen wurden berechnet. Es zeigte sich, dass die Abflussspitzen im Vorfluter und aus der Grube stets zeitlich versetzt auftreten und dass die Frachtberechnungen wegen der enormen Schwankungen der Wassermengen stets an eine der klassifizierten Wetterlagen gebunden ist, wobei zusätzlich noch zwei Tauwettertypen (schnell, langgezogen) unterschieden werden müssen.
- Bei Trockenheit versickert das Wasser des Petzold potok dicht oberhalb der Čistírna odpadních vod / Kläranlage in den Talsedimenten und tritt wahrscheinlich talabwärts wieder in das Bachbett ein. Ein Abstieg in die Grube erfolgt nicht.

hypodermisches Grundwasser: oberflächennahes Grundwasser, das zwischen Zersatzzone und Festgestein abfließt

- Die Schwankungen der Schüttungen nach Wetterlagen konnten für hypodermisches Grundwasser und für drei Tiefenstufen des Kluftgrundwassers bestimmt werden.
- Die Bystřice / Flössbach wurde mit orientierenden Vor-Ort-Parametern und visuell auf den Einfluss von Grubenwasser aus der Grube Cínovec II geprüft. Es wurden keine Einflüsse festgestellt. Aus den Altdaten sind Tausalzeinflüsse auf die Qualität des Oberflächenwassers deutlich nachweisbar.

- Die Hauptionengehalte dienten in den tschechischen Altunterlagen zur Typisierung der Oberflächen- und Grundwässer. Damit waren Tausalz-, Rauchgas- und anmoorige Einflüsse auf das Oberflächen- und Grundwasser bis hinab zum Grubenwasser gut nachweisbar. Ein 1973 bis 1982 vorhandener direkter Zustrom von Grundwasser aus der Bystrice / Flössbach in die Grube Cínovec II ist seit Januar 1983 wieder abgedämmt.
- Die meisten erhöhten Parameterwerte finden sich in den Grubenwässern mit Einfluss auf das Oberflächenwasser (Cd, Cu, Zn, As). Moorwässer zeigen erhöhte DOC- und TOC- sowie Fe-Gehalte.
- Es gibt einen gewissen Eintrag von kommunalen Abwässern aus der Čistírna odpadních vod / Kläranlage in den Petzold potok und von mineralisierten Sickerwässern der Odkaliště / Spülhalde.
- Beide Einflüsse verlieren sich entlang des Petzoldwassers infolge starker Verdünnung durch den Zufluss aus dem Oberen Aschergraben und wegen zufließender Oberflächen- und hypodermischer Grundwässer. Ein Einfluss der alten Spülhalden im Petzoldgrund auf die Wassergüte im Petzoldwasser ist nicht spürbar.
- Die Grubenwasserzuflüsse an den Stollnmundlöchern in den Georgenfelder Bach sind für den Anstieg lagerstättenspezifischer Elementgehalte verantwortlich.
- Der Zufluss der Stollenwässer führt im Heerwasser zur Zunahme bei U, Cu, Zn, Cd und zur Abnahme bei As. Bereits im Anstrom treten erhöhte Gehalte auf.
- Überschreitung der UQN im Oberflächen- und Stollnwasser bei Cd (geogen), As, Cu, Zn (alle bergbaubedingt) und o-Phosphat (geogen). Cadmium ist die Hauptverunreinigung im Einzugsgebiet des Heerwassers.
- Im Raum Zinnwald gibt es eine ubiquitäre (allumfassende) Belastung der Grund-, Gruben- und Oberflächenwässer mit Cadmium. Ausnahme: GW 1 als hypodermisches Grundwasser außerhalb der Lagerstätte. Die Cd-Belastung findet sich auch in Oberflächenwässern ohne Bergbaueinfluss (MP 1, MP 2). Daher wird eine geogene regionale Hintergrundkonzentration für Cd mit 0,50 µg/l vorgeschlagen.
- Gleiches gilt für o-Phosphat, deren geogene Quelle aus dem Granit stammt.
- Die Schadstoffe treten in gelöster Form im Wasser auf. Der Feststoffanteil im Wasser ist sehr niedrig.
- Das Heerwasser hat eine gewisse Bedeutung für Beeinträchtigungen der Wasserqualität der Müglitz bei Cd, U und Zn. Die höchsten Gehalte an lagerstättenspezifischen Elementen finden sich jedoch in der Biela. Eintragungspunkte sind das Mundloch des Neue Biela Stollns der Grube Altenberg und die Spülhalde Bielatal.
- Im Vergleich zu den recherchierten Altdaten aus den 1980er Jahren hat sich der pH-Wert des Oberflächenwassers aus einem sehr sauren Zustand heraus merklich verbessert. Die Mineralisation der Oberflächenwässer war und ist sehr gering.

2.2.2 TEILPROJEKT TP 17: HANDLUNGSBEDARF OBERFLÄCHENWASSER, GRUNDWASSER

- Der geogene Hintergrund ist hinsichtlich des Cadmiums administrativ zu berücksichtigen und endgültig zu begründen. Dazu sind die restlichen tschechischen Altdaten aus dem Bergbaubetrieb zu sichten.
- Der bergbaubedingte Einfluss auf die Wassergüte kann weiterhin durch Sedimentationsbecken in der Grube verringert werden und die Frachten sollten an den Stollnmundlöchern weiterhin überwacht werden.
- Der Ablauf aus dem dritten Zinnwalder Hauptstolln - dem THoffngGSt - ist in das Landesmessnetz mit aufzunehmen, weil dort ständig von der Westflanke der Lager-

stätte relativ viel Wasser abläuft. Die Wassergüteüberwachung am Ablauf aus dem TBSt und dem THGSt ist im Rahmen des Landesmessnetzes fortzuführen.

- Von tschechischer Seite sind folgende Maßnahmen vorgesehen: Der wichtigste siedlungsbedingte Einfluss auf die Wassergüte wird durch die geplante Modernisierung der Čistírna odpadních vod / Kläranlage stark reduziert werden. Bei anhaltender Trockenheit ist Wasser aus dem Dlouhy rybník / Langer Teich in den Petzold potok oberhalb der Čistírna odpadních vod / Kläranlage einzuleiten, um einen Mindestdurchfluss an der Staatsgrenze zu sichern.
- An drei Wasserbauwerken sind Reparaturen zur geordneten Ableitung der Wassermengen notwendig (Dreifachdurchlass mit geordneter Einbindung des Stollnwassers vom Graf Carl Anton Stolln, Auslauf RRB I, Auslauf Dlouhy rybník / Langer Teich).
- Der Zufluss von Oberflächenwasser und die Versickerung in die Grube muss zur Gefahrenabwehr nach Polizeirecht über das Sächsische Oberbergamt an den Spülsanddämmen in der Grube sehr stark verringert werden. Dazu ist die Oberflächenentwässerung in Zinnwald / Cínovec abschließend systematisch zu kontrollieren, um ungeordnete Abläufe zu erfassen. Oberflächenwasser darf nicht mehr ungeordnet auf die beiden Versickerungsflächen in Zinnwald fließen, sondern muss geordnet zur Vorflut abgeleitet werden. In der Grube sind Notüberlauf-Filterfenster-Systeme an den Dämmen nachzurüsten und zu warten.
- Das Wasser aus dem Feuerlöschteich hinter dem Zinnwalder Huthaus ist statt in die Grube längerfristig ebenfalls in die Vorflut abzuleiten.
- Im Kontrollpegel 2, der hinunter ins Spülversatzfeld Zinnwald-Nord reicht, sind durch

Versatz: Nachdem das Erz abgebaut ist, verbleiben untertägige Hohlräume, die verfüllt werden können. Versatz ist meist taubes Material aus dem Grubenbetrieb (z.B. Nebengestein, erzarme Lagerstättenpartien). Bei Bedarf kann Versatzmaterial auch von übertage zugeführt werden, z.B. Spülsande im Bereich Zinnwald.

Pegelrohreinbauten mit Ringraumdichtung die jetzigen Kluftwasserzuflüsse in den Spülsand zu unterbinden. Messziel ist dort nur der Wasserstand im Spülsand.

- Tausalzeinsatz im Einzugsbereich der Grube Zinnwald / Cínovec überdenken und langfristiger Umstieg auf eine ökologische, naturnahe Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen im Einzugsbereich der Grube Zinnwald / Cínovec.
- Über die zahlreichen Vorschläge zur Regenrückhaltung lt. Hochwasserschutzkonzept [Kummer et al. (2007)]⁰ kann begründet entschieden werden, wenn die neuen grenzüberschreitenden Fakten aus dem VODAMIN Projekt ins Konzept eingearbeitet sind. Dazu sind die Niederschlags-Abflussberechnungen zum Heerwasser mit allen Regenrückhaltebecken gemäß stimmigem Gewässerschema unter Beachtung der Wehrschaltungen und Grubenwassermengen sowie Beobachtungen vor Ort anzufertigen. Das daraus entstehende, viel genauere Bild ist mit der tschechischen Seite wegen der Regenrückhaltung abzustimmen. Bisher ungenutzte Rückhaltekapazitäten auf tschechischer Seite und der Rückbau des überdimensionierten Grenzüberganges auf deutscher Seite bringen den größten Effekt.

2.2.3 TEILPROJEKTE TP 06, TP 12: WECHSELWIRKUNGEN DES GRUND- UND OBERFLÄCHENWASSERS IM GRENZRAUM ZINNWALD / CÍNOVEC (GRUBENWASSERPROBLEM)

Methodik der Untersuchungen:

- Neben speziellen Grubenwassermesspunkten wurden auch die Grundwassermesspunkte einbezogen, deren Wasser in das Grubenwasser fließt.
- Beschreibung der Gruben Cínovec / Zinnwald aus montanhydrologischem Blickwinkel für die Betriebszeit bis 1990 und für die Gegenwart.
- Monitoring 11/2011 bis 01/2013 zur Wassergüte an 3 Kluftgrundwasserzuflüssen (GW 5, GW 8, GW 9) 3 Stollnabläufen (MP 4, MP 5, MP 8) und 4 Grubenwassermesspunkten (GW 4, GW 6, GW 7, GW 10, sowie weiteren 47 Grubenwassermesspunkten zur Wassermenge. Analyse der Wetterdaten für diesen Zeitraum.
- Ergänzende Messungen zum Tauwetter 04/2013, zum Starkregen Ende Mai / Anfang Juni 2013 sowie Stichtags-Probenahmen bis 04/2014 zur Grubenwassergüte an 26 zusätzlichen Messpunkten in der Grube Zinnwald und 38 zusätzlichen Messpunkten in der Grube Cínovec für eine erste Erweiterung des Messnetzes in der Grube Zinnwald / Cínovec.

Wasserhaltung: Maßnahmen zur Entfernung des Wassers aus den Grubenbauen während des Bergbaus, aus oberen Teufenbereichen fließt das Wasser meist auf Wasserlösestolln ab, aus tieferen Bereichen wird das Wasser durch Pumpen bis auf den Stolln oder nach übertage gehoben

- Recherche der Altdaten zur Grubenwassermenge und -güte, zur Grubenwasserhaltung, zum Abfluss in die Bystřice / Flössbach und zum gesamten geogenen Hintergrund (Gesteine, Lagerstätte).
- Recherche der Altdaten zum Radon und Uran im Grubenwasser.
- Einbeziehung aktueller geochemischer Analysedaten von Gesteinen der Lagerstätte aus der Lithiumerkundung der SolarWorld Solicium GmbH in Zinnwald zur Klärung des geogenen Hintergrundes.
- Kontrolle der Siedlungsentwässerung in Zinnwald auf Leckagen mit Überlauf in die Grube.
- Kontrolle und Bewertung der beiden großen Zinnwalder Versickerungsflächen von Oberflächenwasser ins Grubenwasser.
- Auswertung der Wassermengenverhältnisse im zeitlichen Verlauf an jedem Messpunkt und Klassifizierung der Messpunkte nach ihrem Verhalten (Schwankungsbreiten und Abflüsse bei typischen Wetterlagen).
- Zuflüsse von Oberflächenwasser in die Grube und dessen Einfluss auf die Menge des Grubenwassers.
- Auswertung der Wassergüte an allen Messpunkten nach Grubenwasserkategorien, nach bestimmenden Einflüssen auf das Wasser bei der Passage von übertage in die Grube, nach den Frachtbilanzen.
- Auswertung der Wassergüte des Mischwassers an den Stollnmundlöchern.
- Kenntnisstand zu den Ursachen für die Cd-Gehalte im Grubenwasser und zum geogenen Hintergrund, der das Grubenwasser beeinflusst.

- Beobachtung der Wassertemperaturen an den Wassergütemesspunkten.
- Herausarbeitung des notwendigen Handlungsbedarfes.

Ergebnisse:

- Die geologisch-bergbaulichen und montanhydrologischen Verhältnisse der Gruben Cínovec / Zinnwald werden unter Nutzung historischer Quellen, aktueller Literatur und umfangreichen Befahrungen als Einflussfaktoren für die Grubenwasserhaltung umfassend nach den einzelnen Bergbauperioden dargestellt. Eingeordnet werden dabei die seit 1945 durchgeführten und recherchierten hydrogeologischen und geochemischen Arbeiten (Altdaten).
- Ein detaillierter Grubenwasserstammbaum für die gesamte Grube Zinnwald / Cínovec mit allen erkundeten Zuflusspunkten und Wasserwegen gegliedert in 6 Grubenbereiche wurde erarbeitet.
- Alle Wassermengenmessungen und Analysen wurden einer von 5 typischen Wetterlagen (Frostwetter, Tauwetter, Trockenheit, Regenwetter, Starkregen) zugeordnet. Die Abflussverhältnisse, insbesondere die Schwankungsbreiten der Wassermengen an allen 58 Messpunkten in der Grube Zinnwald bei diesen Wetterlagen, wurden dokumentiert (Foto, Text, Wassermenge) und mit Blick auf die Zusammenhänge der Grubenentwässerung beschrieben. Das Messnetz wurde bereits seit 2009 im SOBA-Projekt zur Stollnsanierung aufgebaut und Wassermengen gemessen. Im TP 06 wurden die Mengenummessungen mit dem Neujahrstauwetter Anfang Januar 2013 vorerst abgeschlossen. Danach wurden an weiteren Stichtagen bis 04/2014 erweiterte Messungen durchgeführt.
- Die Schwankungen der Schüttungen nach Wetterlagen konnten für alle 58 Grubenwassermesspunkte in der Grube Zinnwald bestimmt werden. Für Tauwetter und Starkregen wurden auch die Zeiträume bis zum Anspringen des Grubenwassermesspunktes bestimmt. Es handelt sich stets um sehr kurze Zeiträume von <1 bis max. 3 Tagen. Alle Zuflusspunkte in der Grube Zinnwald sind in ihrem Verhalten bei Tauwetter/Starkregen klassifiziert nach:
 - Reaktionszeit in Tagen
 - Reaktionstyp
 - max./min. ZuflussDie direkten und indirekten Zuflusswege von Oberflächenwasser, hypodermischem Grundwasser und Kluftgrundwasser in die Grube Cínovec / Zinnwald sind aufgeklärt. Insbesondere wirken zwei Versickerungsflächen von Oberflächenwasser mit einem Gefahrenpotenzial für die Spülsanddämme auf die Grube Zinnwald ein.
- Die Grubenwassermenge erhöht den Durchfluss im Vorfluter bei Tauwetter / Starkregen nur unwesentlich. Der Zufluss ist bei anhaltender Trockenheit jedoch deutlich spürbar.
- In allen 6 Grubenbereichen gibt es einen schnellen und starken Anstieg der Grubenwassermenge bei Tauwetter/Starkregen. Die Bandbreite des Anstieges (nach Zeit und Menge) sowie der Verlauf beim Tauwetter kann durch die Tauwetter Typ 1 (langgezogenes) und Typ 2 (schnelles) eingegrenzt werden. Mit diesen Erfahrungen und genauer Beobachtung der Einflussfaktoren sind künftig Größenordnungen und Zeiten der Spitzenabflüsse 150...250 l/s vorhersagbar.
- Bei anhaltender Trockenheit (4 bis 6 Wochen) wird ein Niedrigabfluss mit Beharungszustand von ca. 16 l/s Gesamtabfluss aus der Grube Zinnwald / Cínovec erreicht. Danach beginnt erneuter Rückgang der Wassermengen, weil die Kluftgrundwasserleiter leerlaufen.

- Die Zuflüsse in die Grube Zinnwald kommen bei Niedrigabfluss hauptsächlich aus randlichen Kluftgrundwasserleitern, die in den Absenkungstrichter über der Flözlagerstätte entwässern:
 - aus dem Neuschachtflügel (Grubenbereich 3)
 - aus dem Spülversatzfeld Zinnwald Nord (Grubenbereich 4)
 - aus dem 940 m langen Hauptstollntrakt des THGSt zwischen dem Albert Schacht / Grube Gnade Gottes / Westflügel / Mundloch (Grubenbereich 5)
 Aus der Kuppe der Lagerstätte (Grenzschachtflügel, Grubenbereich 2) und dem TBSt (Grubenbereich 6) kommen nur unbedeutende Anteile.
- Die stark schwankenden Zuflüsse in die Grube Cínovec kommen hauptsächlich aus den alten Flözabbauen oberhalb vom TBSt und stetige Zuflüsse kommen aus der Grube Cínovec II. Letztere steigen im Schacht Cínovec I auf. Mit Hilfe der Altdaten konnte eine Wasserbilanz für die Grube Cínovec vor und nach der Flutung aufgestellt werden, die für die meiste Zeit des Jahres gilt, wenn Trockenheit oder Regenwetter herrschen. Von den ursprünglich 18,5 l/s fließen nach der Grubenflutung nur noch 11 bis 13 l/s aus der Grube Cínovec ab. Davon kamen und kommen immer noch etwa 5 l/s aus dem Altbergbau der Flözlagerstätte. Der Zufluss zur Grube Cínovec II hat sich von ca. 11,1 l/s vor der Flutung auf 6 bis 8 l/s nach der Flutung verringert.
- Bei Regenwetter steigt der Abfluss aus der Grube Cínovec / Zinnwald zwar rasch, aber nur auf ca. 30 l/s an.
- Die Grubenwassermenge wird nur in der Grube Zinnwald von direkten Oberflächenwasserzutritten bei Tauwetter / Starkregen / Regenwetter deutlich beeinflusst. Das betrifft alle Zuflüssungspunkte mit sehr schneller Reaktion. Damit stellt sich ein Mengenverhältnis von 1:1 zwischen beiden Gruben ein. Bei Trockenwetter/Frostwetter beträgt das Mengenverhältnis Grube Cínovec: Grube Zinnwald 2:1.

Flöz: Bezeichnung für eine sedimentär entstandene, parallel zur Gesteinsschichtung verlaufende Lagerstätte (z.B. Kohle, Eisenerz), im Revier Zinnwald / Cínovec unzutreffend für die flach einfallenden bis horizontal liegenden Erzgänge

Flözbahn: gedachte Fläche, auf der im Revier Zinnwald ein Flöz liegt, entlang und parallel zu den Flözen liegen auch Greisen

- Die Grubenwässer an den Messpunkten werden 11 Kategorien zugeordnet, die sich durch unterschiedliche chemische Einflüsse auf das Grubenwasser voneinander unterscheiden.
- Der Quarzporphyr (Kategorie 1) führt neben den geogenen Hintergrundgehalten zu erhöhten Mn- und Fe-Gehalten im Grubenwasser.
- Für den alterierten Granit ohne Vergreisung (Kategorie 2) gibt es wegen dem quasi wasserdichten Gestein mit tonigem Kluftbelag noch keinen speziellen Messpunkt, aber der Einfluss des Gesteins ist im Mischwasser der Grube Cínovec II spürbar.
- Der vergreiste Granit (Kategorie 3) wirkt hauptsächlich auf die Wasserqualität im Flutungswasser der Grube Cínovec ein.
- Der geflutete Spülversatz (Kategorie 4) scheint die Gehalte der lagerstättenspezifischen Elemente im Grubenwasser durch Filtern und / Ausfällen abzusenken.

Greisen: *Körnige Gesteine, die hauptsächlich aus Quarz, Glimmer, Topas und/oder Turmalin bestehen (Glimmer-Greisen, Topas-Greisen, Turmalin-Greisen); meist entstanden aus Granit durch pneumatolytische Umwandlung des Feldspats; enthalten Greisen Kassiterit, Wolframit oder Lithiumglimmer, sind sie wichtige Erze von Zinn, Wolfram bzw. Lithium*

- Beim bergfeuchten Spülversatz (Kategorie 5) mit zeitweiliger Flutung und Abfluss auf der Spülversatzoberfläche scheint keine Filterwirkung auszutreten und die Oxidation der Vererzung in den Flözen findet statt.
- Bei offenen nur mit Berge versetzten Grubenbauen (Kategorie 6) wird das Grubenwasser durch die verwitternde sulfidische Vererzung überall beeinflusst.
- Ein extremer, weitreichender Einfluss auf das Grubenwasser ist von den Abbaufeldern zu erkennen, die sehr hohe Anteile von sulfidischen Resterzen führen (Kategorie 7). Diese Bereiche der Grube Cínovec I sind bekannt und teilweise beprobt worden.
- Ein allein bestimmender Einfluss von Oberflächenwasser ist an drei Messpunkten im Quarzporphyr mit kurzem Fließweg nachweisbar (Kategorie 8).
- Ein bestimmender Einfluss von Oberflächenwasser, der zusätzlich durch Tausalz- oder Siedlungseinfluss überdeckt ist, kann an zahlreichen Messpunkten wegen der tagenahen Flözabbaue und Schächte insbesondere unter den Versickerungsflächen A und B in Zinnwald nachgewiesen werden (Kategorien 9, 10). Der Tausalzeinfluss tritt flächig unter der Siedlungsfläche auf, Nitrat kommt sowohl von der Bebauung als auch von Weideflächen mit beiden Bauernhöfen.
- Das Mischwasser der Hauptstolln (Kategorie 11) führt die lagerstättenspezifischen Elemente und die aus dem geogenen Hintergrund der Gesteine mit den Gehalten infolge Tausalz und Siedlungseinfluss mit durchschnittlichen Frachten in die Vorfluter ab. Mittels der durchschnittlichen Gehalte im Mischwasser des THGSt aus der Grube Cínovec, die auch bei erhöhten Abflussmengen nahezu konstant bleiben, lassen sich die einzelnen Zuflüsse gut kategorisieren.
- Zur Geochemie der Lagerstätte liegen eine Reihe von Altdaten vor, die nur generelle Anhaltspunkte für den geogenen Hintergrund offenlegen, jedoch keinen Nachweis erlauben.
- Der direkte Nachweis des geogenen Hintergrundes der Lagerstätte und der Hüllgesteine war erstmalig mit den neuen Analysendaten der Bohrkerne aus den Bohrungen der SolarWorld Solicium GmbH von 2012/2013 führbar. Die erhöhten geochemischen Hintergrundwerte bei As, Cd und U werden durch den Einfluss von Granit / Greisen und vom Quarzporphyr verursacht. Stark erhöhte Gehalte von Cd, Zn und Cu sind jedoch auf den Einfluss der Sulfidmineralisation zurückzuführen.
- Der Gehalt an ²²²Rn bzw. Uran im Grubenwasser konnte nur aus den Altdaten dargestellt werden. Diese Parameter müssen bei der Lagerstätte Zinnwald / Cínovec künftig zum Analysen-Grundprogramm gehören.
- Gegenwärtig gibt es den Rückhalt von Schwermetallen als Schwebstoff in der Grube Zinnwald in Form von Sedimentationsbecken und Spülversatzfeldern.
- Die meisten erhöhten Parameterwerte finden sich in den Grubenwässern (Cd, Cu, Zn, As).
- Die Überschreitung der Schwellenwerte der GrwVO im Grubenwasser bei Cd und As ist durch den Einfluss der Mineralisation in der Lagerstätte bedingt. Beide Parameter

sind bereits im Grubenwasser aus der Grube Cínovec überschritten. Cadmium ist die Hauptverunreinigung im Einzugsgebiet des Heerwassers.

- Bei trockenen oder regnerischen Wetterlagen (< 19 mm Niederschlag pro Tag), die in der meisten Zeit des Jahres herrschen, stammen 75 bis 83 % der Frachten aus der Grube Cínovec (höher als der Grubenwasseranteil). Im Monitoring erfasste Zuläufe in der Grube Zinnwald liefern 5 bis 15 % der Frachten und nicht erfasste Zuläufe der Grube Zinnwald tragen 7 bis 19 % der Frachten bei.

2.2.4 TEILPROJEKT TP 17: HANDLUNGSBEDARF GRUBENWASSER

- Akzeptanz von geogenen Hintergrundwerten, Komplettierung der Datenrecherche, Grubenwasseranalysen zur Eingrenzung der stark schadstoffbelasteten Zuflusspunkte.
- Kontrollwege in der Grube Zinnwald erhalten und auf die Grube Cínovec erweitern, um das verzweigte System der Hauptwasserwege kontrollfähig zuhalten.
- Umarbeitung des Übersichtsrisse aus dem VODAMIN Projekt zu einem grenzüberschreitenden Kontrollriss der beiden Bergbehörden.
- Zuflusspunkte in der Grube auf Veränderungen an den Mengen beobachten.
- Der Zufluss von Oberflächenwasser und die Versickerung in die Grube Zinnwald müssen zur Gefahrenabwehr nach Polizeirecht über das Sächsische Oberbergamt verringert werden, weil der 1970/1990 eingebrachte Spülsand die Entwässerung an den Dämmen in die offene Grube behindert. Zuflusspunkte an den Spülsanddämmen in der Grube mit Notüberlauf-Filterfenster-Systemen technisch nachrüsten und Wartung durchführen, um Spülsande sicher zu entwässern.
- Kontrollstrecke Flöz 3 West auf 100 m Länge öffnen, um Grubenwasser aus dem Spülversatzfeld Zinnwald Nord auf dem Niveau TBSt abzuleiten und den Zufluss zum Filterfenster des Dammes 1 auf dem THGSt zu verringern.
- Grenzdammklappe spaltbreit justierbar nachrüsten.
- Weitere Aufklärung zum Wasserstammbaum der Grube Cínovec.
- Stollnwasser des Graf Carl Anton Stolln bei der Reparatur des Dreifachdurchlasses geordnet einbinden.
- Schaffung einer zusätzlichen Not-Entwässerung aus der Grube Cínovec II in den Jezerní důl / Seegrund zur Bystřice / Flössbach
- Der bergbaubedingte Einfluss auf die Wassergüte kann weiterhin durch Sedimentationsbecken in der Grube verringert werden. Die Frachten sollten an den Stollnmundlöchern weiterhin überwacht werden.

2.3 ZWISCHENZEITLICH GEWONNENE ERKENNTNISSE

Nach Abschluss des VODAMIN Projektes wurde eine Reihe von neuen Erkenntnissen zur Grube Zinnwald gewonnen, die für Vita-Min genutzt werden:

- Minima der Wassermengen nach Messungen infolge anhaltender Trockenheit mit Stand August 2018 und weiteren Einzelmessungen für den Wasserstammbaum
- Kontrolle des Zustandes der Grubenwasserableitung mit Überarbeitung der Grubenwassermesspunkte - Tiefer Hilfe Gottes Stolln und Tiefer Büнау Stolln in Zinnwald-Georgenfeld, Bericht zur Kontrollbefahrung. – GolHo Dipl.-Berging. R. Kaiser Niederschöna, 01.11.2018 [Hofmann & Schmidt (2018)]

- Zusammenfassende detaillierte Beschreibung der hydrologischen und montanhydrologisch-bergmännischen Verhältnisse in den Gruben Cínovec/Zinnwald in der neuen Bergschadenkundlichen Analyse [Dietrich et al. (2019)]
- Aktualisierung der Problemlagen zur sicheren Entwässerung und deren Behebung in der Grube Cínovec/Zinnwald in der neuen Bergschadenkundlichen Analyse [Dietrich et al. (2019)]

2.4 ANALYSE DES VORHANDENEN WASSERSTAMMBAUMS

Der Grubenwasserstammbaum der Gruben Zinnwald/Cínovec dient der Übersicht zum verzweigten System der Wasserwegsamkeiten. Er zeigt den Haupttrakt der Stollnwasserhaltung ab dem Hochpunkt vom TBSt in der Grube Cínovec auf der Strecke CH III/2 bis zum Mundloch des THGSt, die Nebentrakte und die Wasserwege in den Flözbahnen, soweit sie erkundet werden konnten. Der Wasserstammbaum stellt das Fließschema des Grubenwassers in den einzelnen Grubenbereichen dar.

Der Grubenwasserstammbaum der Grube Zinnwald/Cínovec wurde schrittweise entwickelt und fortgeschrieben:

- Erste Übersichten zur montanhydrologischen Situation in der Grube Zinnwald.
 - (1) [Sennewald (2006)]: Bericht. Ingenieurtechnische Untersuchungen zur gesicherten Ableitung der Grubenwässer aus dem ehemaligen Bergbaugebiet Zinnwald-Georgenfeld. – G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft 22.06.2006
 - (2) [Sennewald (2007)]: Leistungsprogramm zur funktionalen Ausschreibung „Gesicherte Ableitung der Grubenwässer aus dem ehemaligen Bergbaugebiet Zinnwald-Georgenfeld“ – G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft 16.03.2007
 - (3) [Sennewald (2009)]: Baubegleitende Beobachtungen der Grubenwässer bergseitig vom Schnöpfner Schacht, Grubenwasserkontrollpunkte und Kontrollwege. Bericht zum Projekt Gesicherte Ableitung Grubenwässer Zinnwald-Georgenfeld. – G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH 31.01.2009, 67 Seiten
- Dokumentation der neuen Situation zur Grubenwasserableitung entlang der Haupttrakte in der Grube Zinnwald infolge der durchgeführten umfassenden bautechnischen Maßnahmen zwischen 2007 und 2011, zahlreiche systematische Messwerte zur Grubenwassermenge.
 - (4) [Bozenhard & Sennewald (2012)]: Verwahrungsdokumentation zum Projekt Geordnete Ableitung des Grubenwassers aus dem ehemaligen Bergbaugebiet Zinnwald – Georgenfeld. – Bergsicherung Freital GmbH 14.12.2012
- Zusammenfassung der Erkenntnisse in einem systematischen Grubenwasserstammbaum unter Einbeziehung der Grube Cínovec, weitergeführte systematische Wassermengenmessungen, erste systematische hydrochemische Proben entlang der Haupttrakte in der Grube Zinnwald.
 - (5) [Martin & Sennewald (2014)]: Bericht VODAMIN Teilprojekt 03 Vorortuntersuchungen und Auswertung der Wassermengenverhältnisse sowie Wassergüte Oberflächenwasser im Grenzraum Zinnwald/Cínovec. Teilprojekt P 06 Wechselwirkungen des Gruben- und Oberflächenwassers im Grenzraum Zinnwald/Cínovec. – G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft 04.08.2014.

- Aktualisierung und Korrektur des Grubenwasserstammbaumes nach Beobachtungen vor Ort, neue Nummerierung in der Grube Zinnwald und Überprüfung der Lage der Zulaufpunkte, Grubenwasserminima des extrem trockenen Jahres 2018 gemessen. (6) [Hofmann & Schmidt (2018)]: Tiefer Hilfe Gottes Stollen und Tiefer Büнау Stollen in Zinnwald-Georgenfeld. Bericht zur Kontrollbefahrung. – GolHo Niederschöna 01.11.2018
- Aktualisierter Grubenwasserstammbaum für die Gruben Zinnwald/Cínovec. Erstmalige umfassende Beschreibung aller erkundeten Wasserwegsamkeiten in der Grube Zinnwald/Cínovec. (7) [Dietrich et al. (2019)]: Bergschadenkundliche Analyse Zinnwald-Georgenfeld. – GolHo Niederschöna, G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft 30.10.2019

Im Vita-Min Projekt ist der Wasserstammbaum wegen weitergehender Fragestellungen zu überarbeiten:

1. Ziel von VODAMIN war es, einen sicheren Überblick zur Wasserqualität der Hauptwasserwege zu bekommen, was mit einer begrenzten Zahl von Probenahmepunkten gelang. Ziel von Vita-Min war es, alle wesentlichen Zuflusspunkte hinsichtlich der Wasserqualität zu beproben, um mögliche Spitzenwerte zu lokalisieren. Die Lage all dieser Zuflusspunkte muss mit einer neuen, einheitlichen Nummerierung in den Wasserstammbaum und den Grubenriss eingefügt werden.

Verwahrung: Maßnahmen zu Sanierung von Hohlräumen des Altbergbaus, z. B. durch Aufwältigen oder Anbohren und Verfüllen mit Versatzmaterial (in Zinnwald taubes Gestein bzw. Spülsand)

2. Bei den Befahrungen zur Beprobung von Grubenwasser soll vor allem in der Grube Cínovec das Schema der Wasserwegsamkeiten weiter aufgeklärt und korrigiert werden.
3. Die Beobachtungen der Grubenwassermengen zum Aspekt Minima waren zur Trockenheit 2018 fortgeführt worden, so dass die aktuellen Daten in den Wasserstammbaum einzutragen waren.
4. Die Lage der kleineren Serien von Zuflusspunkten auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln und dem Tiefen Büнау Stolln waren zu vervollständigen und genauer zu gruppieren.
5. Die Abgrenzung der hydrologisch zusammenhängenden Grubenbereiche war zu überprüfen.
6. Das übertägige Gewässerschema war zu überprüfen, um die Einbindepunkte von Grubenwasser genauer darzustellen.

Die letzten Beobachtungen und Probenahmen in der Grube Zinnwald/Cínovec erfolgten wegen der beiden vorausgehenden Trockenwetterjahre 2018/1019 erst am 20.03.2020. Der Grubenwasserstammbaum von Vita-Min ist daher als aktuellste Fassung anzusehen. Das umso mehr, als seit November 2019 einige wichtige Beobachtungen in der Grube Cínovec zu einer Umarbeitung des Grubenwasserstammbaumes in diesem Grubenbereich führten, die in der Bergschadenkundlichen Analyse von 2019 nicht mehr berücksichtigt werden konnten.

2.5 EINBINDUNG VON MESSPUNKTEN DER WEITEREN UMGEBUNG

Nach unserer Kenntnis zu den Lagerstätten in der weiteren Umgebung der Gruben Zinnwald/Cínovec konnten geeignete Messpunkte ausgewählt und beprobt werden. Der Schwerpunkt lag auf vergleichbaren Hauptmineralisationen von oxydischen Zinnerzen mit Restlösungen sulfidischer Buntmetallerze. Bei der Auswahl und Dokumentation der Messpunkte unterstützten uns W. Schilka/Altenberg und H. Giegling/Geising mit ihren Ortskenntnissen und Materialsammlungen.

Insgesamt 26 Probenahmepunkte in und an Gruben bzw. Stolln der weiteren Umgebung wurden dokumentiert (Anlagen 2, 3, 7):

- Altenberg, Grube Zwitterstock 5 Proben
- Altenberg, Neuer Biela Stolln (tiefer Entwässerungsstolln Grube Zwitterstock, Kleine Biela bei Bärenstein (MKZ der BfUL OBF08350)
- Altenberg, Grube Rote Zeche
- Altenberg, Kugel Stolln, Geisingberg, Kugelwasser
- Altenberg, Zwitterstocks Tiefer Erbstolln (Greif&Klemm 2010)
- Altenberg, Jacob Stolln, Heidehübel, Quellmulde mit Abfluss zur Kleinen Biela
- Altenberg, Aron Stolln, Raupennestbusch, Walkteiche
- Altenberg, Fortuna Erbstolln, Kahleberg, Neugraben
- Bärenstein, Tiefer Hiob Stolln, Sachsenhöhe, Müglitz
- Bärenstein, Tiefer Neue Hoffnung Stolln, Hegelshöhe Große Biela
- Geising, Christi Himmelfahrt Erbstolln, Hoher Busch, Rotes Wasser
- Geising, Vereinigter Tiefer Hilfsstolln, Rotes Wasser
- Lauenstein, Tiefer Stolln Neubeschert Segen Gottes Fundgrube, Küchenhau, Rotes Wasser
- Lauenstein, Unbenannter Stolln, Bärenwald, Rotes Wasser
- Löwenhain, Alter Stolln (Himmelfahrt Erbstolln), Hirschberg, Löwenbach
- Löwenhain, Tiefer Segen Gottes Stolln, Hutberg, Fürstenauer Bach
- Fürstenau, Tiefer St. Johannes Stolln, Kadnerhöhe/Zeidelweide, Zeidelweidenwasser
- Niederpöbel, Zinnfang Erbstolln, Saubach
- Niederpöbel, Tiefer Kupfergrübner Stolln, Saubach
- Schönfeld, Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Schönfelder Bach
- Seyde, Magdalena Stolln, Pöbeltal
- Zinnwald, Tiefer Hoffnung Gottes Stolln, Georgenfelder Wasser

2.6 RECHERCHE WEITERER DATEN CZ

Es war geplant, aus deutschen, aber insbesondere aus den tschechischen Archiven (Betriebsarchiven) in Prag (Geofond Prag), weitere Daten zur Organisation der Wasserhaltung in der Grube Cínovec und zu durchgeführten Messungen von Wasserqualität, zu Frachten und zu Mengen zu recherchieren. Dabei können auch qualitative Einschätzungen in Berichten erste Anhaltspunkte geben und mit dokumentiert werden.

Abgearbeitet wurden:

- Die Voraussetzungen der Archivbenutzung im Geofond Prag
- Die Erfassung des Gesamtbestandes an Berichten zu Cínovec im Geofond Prag
- Die Festlegung der noch durchzusehenden Berichte

- Einige weitere Unterlagen aus tschechischen Beständen zur Grube Cínovec sind bei bereits vorhanden.
- Der Kenntnisstand zu neueren grundlegenden hydrogeochemischen Arbeiten an Oberflächengewässern zwischen Cínovec und Dúbi und der Kenntnisstand zum Schutz des tiefen Grundwasserumlaufes für die Teplitzer Thermalquellen ist dem recherchierten aktuellen hydrogeologischen Gutachten zum Blatt 6133-Teplicky ryolit von 2016 [Burda, J. (2016)] zu entnehmen.
- Die geplante Recherche im Archiv von Rudne dolu Cínovec, das im Stammbetrieb Rudne dolu Příbram n.p., jetzt zu DIAMO a.s. gehörig, lagert, konnte wegen ausgebliebener Rückantwort des Partners nicht erfolgen. Es sollten Akten und Risse hinsichtlich Grubenwasserdaten (Mengen, Chemie) und Grubenwasserführung in der Grube Cínovec I genauer als bisher schon erfolgt recherchiert werden. Diese Daten konnten weitgehend aus sekundären Quellen (Planungsunterlagen zum neuen Bergbau) gewonnen werden.
- Eine gewünschte Präzisierung des Kenntnisstandes zum Wasserstammbaum im VODAMIN Projekt für die Grube Cínovec war dennoch durch Beobachtung bei der Probenahme und der kritischen Durchsicht des Kenntnisstandes vom VODAMIN-Projekt möglich. Damit kann der Wasserstammbaum klar gefasst werden.
- Routinemäßig wurden die Ergebnisse des seit Jahren laufenden Messprogramms des LfULG an Stollmundlöchern und in den Vorflutern mit hinzugezogen.

2.7 RECHERCHE DER NEUEN BERGBAUAKTIVITÄTEN

Die neuen, geplanten Bergbauaktivitäten zum Lithiumabbau auf sächsischer Seite sowie die Bergbauaktivitäten auf tschechischer Seite waren zu recherchieren. In diesem Abschnitt werden beide Projekte kurz charakterisiert. Ausführlichere Darstellungen finden sich in 6.3.

2.7.1 BERGBAUPROJEKT „ZINNWALD“

Die Grube Zinnwald liegt im Bewilligungsfeld „Zinnwald“ der Deutsche Lithium GmbH Freiberg (Gewinnung in Erz- und Spatlagerstätten im Rahmen von Bewilligungen nach § 8 Bundesberggesetz (BBergG), erteilt 12.10.2017). Im Zeitraum 2017/2018 wurden Bohrarbeiten ausgeführt. Abbildung 2 zeigt die in dem Feld und damit im Bereich der Grube Zinnwald vorhandenen Bohrungen.

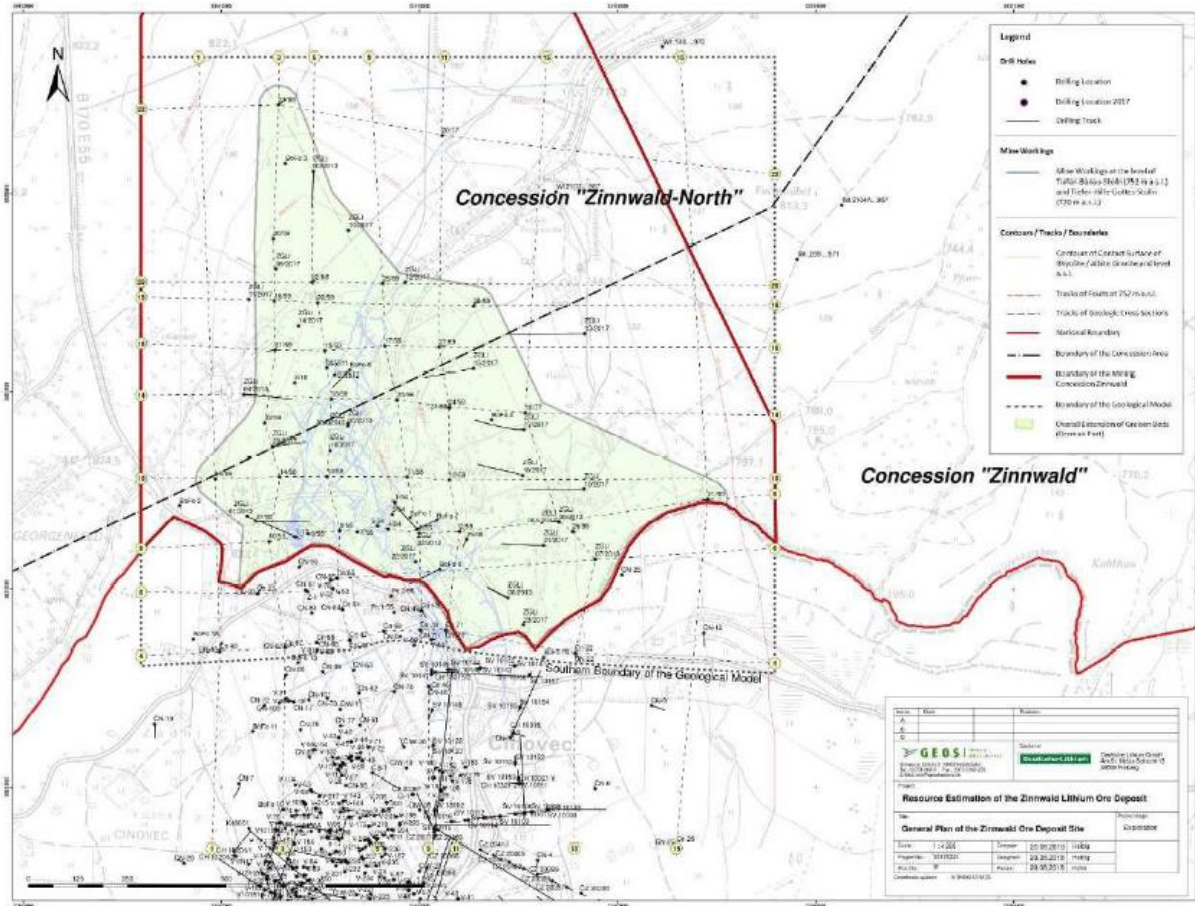


Abbildung 2: Lageplan der Bohrungen im Lizenzfeld Zinnwald-Nord [Deutsche Lithium GmbH (2018)]

Rechercheergebnisse:

- Aussagen zum Grubenwasser bei Neuaufschluss der Lithiumlagerstätte auf deutscher Seite im Rahmenbetriebsplan [Kühn et al (2019)]: Rahmenbetriebsplan nach § 52 Abs. 2 Nr. 1 BbergG (fakultativer Rahmenbetriebsplan) für das Bergwerk Zinnwald. – Deutsche Lithium GmbH Freiberg [Kühn, K. et al. (2019)]; [Raithel & Pohl (2018)]: Hydrogeologisches Gutachten Lagerstätte Zinnwald. – G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH für Deutsche Lithium GmbH als Antragsunterlage
- Aussagen zum Grubenwasser im "Technical Report on the Feasibility Study for the Zinnwald Lithium Project, Germany" [Deutsche Lithium GmbH (2019)]

Auf deutscher Seite werden die Grubenwassersysteme der Altgrube von denen der Neugrube sinnvollerweise strikt getrennt. Es besteht keine Sorge, dass Wasser aus der Altgrube in die Neugrube übertritt. Der Grubenwasserabschlag aus der Neugrube ist in den Tiefen Hilfe Gottes Stolln geplant. Die Aufbereitung wird trocken durchgeführt. Der Versatz ohne Wasserzugabe eingebaut.

2.7.2 BERGBAUPROJEKT „CÍNOVEC“

Die Angaben dieses Abschnittes wurden [European Metals Holdings Limited (2017a)] entnommen.

Die European Metals Holdings Limited betreibt das Bergbauprojekt "Cínovec". Es wird beabsichtigt, die silikatischen Lithiumerze der Lagerstätte abzubauen, aufzubereiten und den Lithiuminhalt in Form von Carbonat zu verwerten. Wichtige Parameter des Projektes sind:

- Mittlere Netto-Kosten 3.483 \$/t Li₂CO₃
- Nettokapitalwert (NPV) 540 M\$
- Total Capital Cost 393 M\$
- geplante Jahresproduktion an Battery Grade-Lithiumcarbonat 20.800 t
- basierend auf 9,9 % der "indicated"-Vorräte

Das Cínovec-Projekt beinhaltet JORC 2014-konforme Vorräte von 656,5 Mt in den Kategorien „indicated“ und "inferred" (Tabelle 4).

Tabelle 4: Vorratsschätzung für die Lagerstätte Cínovec gemäß JORC 2014 (19.02.1017, aus [European Metals Holdings Limited (2017a)])

JORC CATEGORY	Cut-off	Tonnes (Millions)	Li	Li ₂ O	LCE kt	W		Sn	
	%		%	%		%	t	%	t
INDICATED	0.1 % Li	347.7	0.2	0.5	3,890	0.015	52,160	0.04	139,080
INFERRED	0.1 % Li	308.8	0.2	0.4	2,960	0.014	43,230	0.04	123,520
TOTAL	0.1 % Li	656.5	0.2	0.4	6,990	0.014	91,910	0.04	262,600

Die Pre-Feasibility-Study (PFS) basiert auf der Gewinnung von 34,5 Mt Erz während der Laufzeit der Grube. Die Jahresförderung ist mit 1,7 Mt geplant. Die Lagerstätte wird durch eine ca. 1,8 km lange zweispurige Rampe ausgerichtet. Das Erz wird untertägig im Kammerpfeilerbau ohne Versatz abgebaut. Die Vorzerkleinerung erfolgt unter Tage. Das Erz wird anschließend zu einem Zwischenlager in der Nähe des Mundlochs gefördert. Von dort erfolgt die Aufgabe auf die Front-End Comminution and Beneficiation (FECAB)-Anlage. Dort erfolgt die Nassmahlung.

Das Material wird über eine 7 km lange Trübeleitung zur Aufbereitung transportiert. Dort erfolgt die Abtrennung des Zinnwaldits mittels Nassmagnetscheidung. In der Aufbereitungsanlage wird das Konzentrat durch Röst-, Laugungs- und Fällungsprozesse zu Lithiumcarbonat verarbeitet. Abbildung 3 zeigt das Schema der geplanten Erzaufbereitung. Die Tailings der Anlagen werden entwässert und einer Tailingshalde zugeführt. Dies erfolgt durch Trocken-Ablagerung zur Verminderung der Umweltauswirkungen.

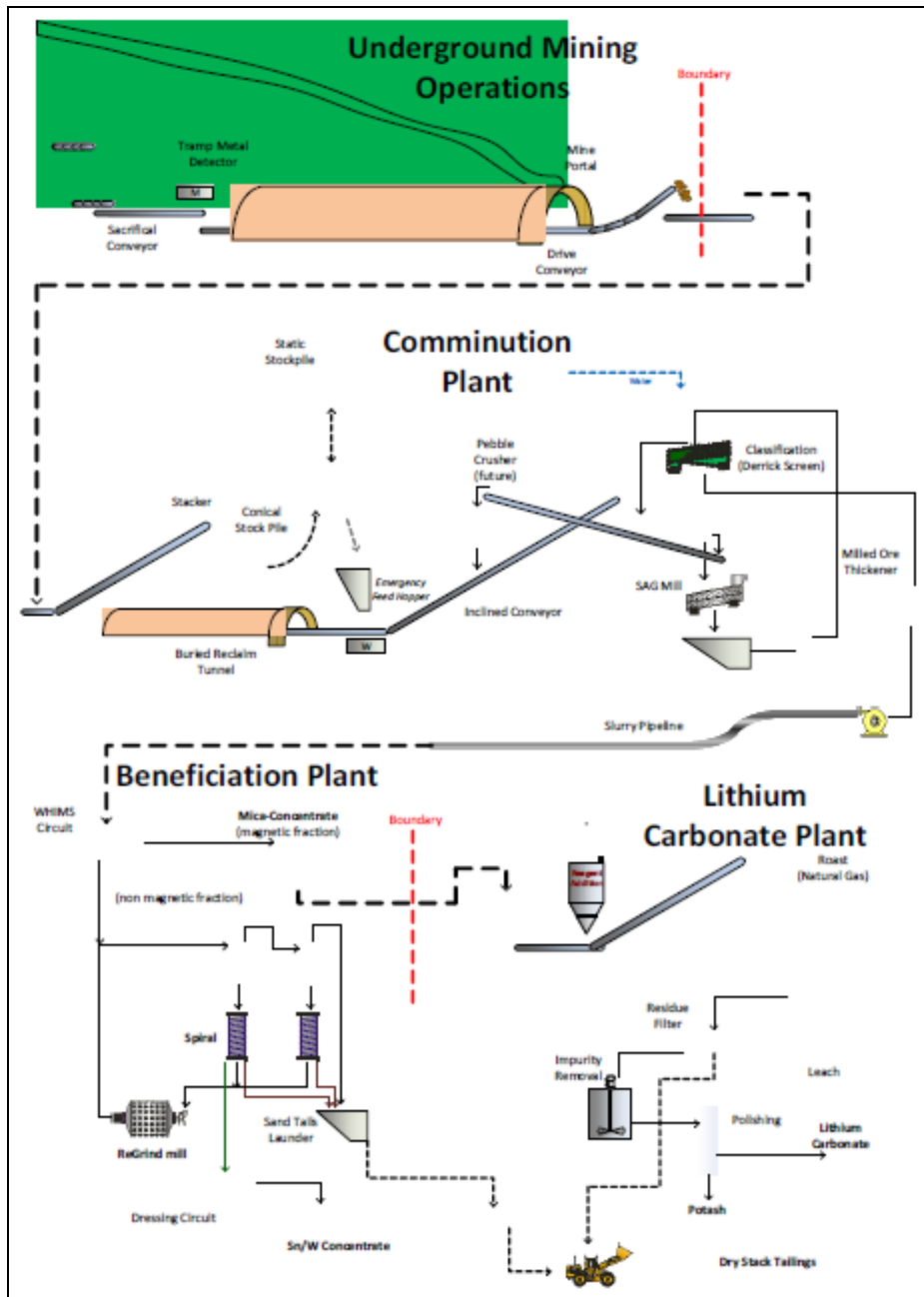


Abbildung 3: Aufbereitungsschema für das Lithium-Bergbauprojekt Cínovec (aus [European Metals Holdings Limited (2017a)])

Hinsichtlich der Grubenwässer sieht das Bergbauprojekt vor, das bis zum Niveau Tiefer Büнау Stolln geflutete Grubenfeld zu sumpfen. Das Grubenwasser wird in die Bystřice abgeleitet. Im Ergebnis dessen wird die Grubenwassermenge auf dem Tiefen Büнау Stolln nach der deutschen Seite und weiter in das Heerwasser um 2/3 zurückgehen. Noch keine Informationen gibt es für Tauwetter/Starkregenfall.

2.8 RECHERCHE UND BESCHREIBUNG DER HYDROGEOLOGISCHEN SITUATION IM REGIONALEN MAßSTAB

2.8.1 DEUTSCHER TEIL

Grundwasserkörper (GWK)

Das Gebiet von Zinnwald liegt im Bereich des Grundwasserkörpers DESN_EL 1-8 (Müglitz) im Flussgebiet der Elbe, Planungseinheit Elbestrom 1. Die Fläche des GWK beträgt 267,8 km². Der chemische Zustand im Jahre 2015 wurde mit „Risiko“ bewertet (2. BWPL 2015). Das bedeutet, dass der Zustand gut ist, allerdings ein Verschlechterungsrisiko besteht. Abbildung 4 zeigt die Mineralisationen im GWK und die vorhandenen Grundwassermessstellen.

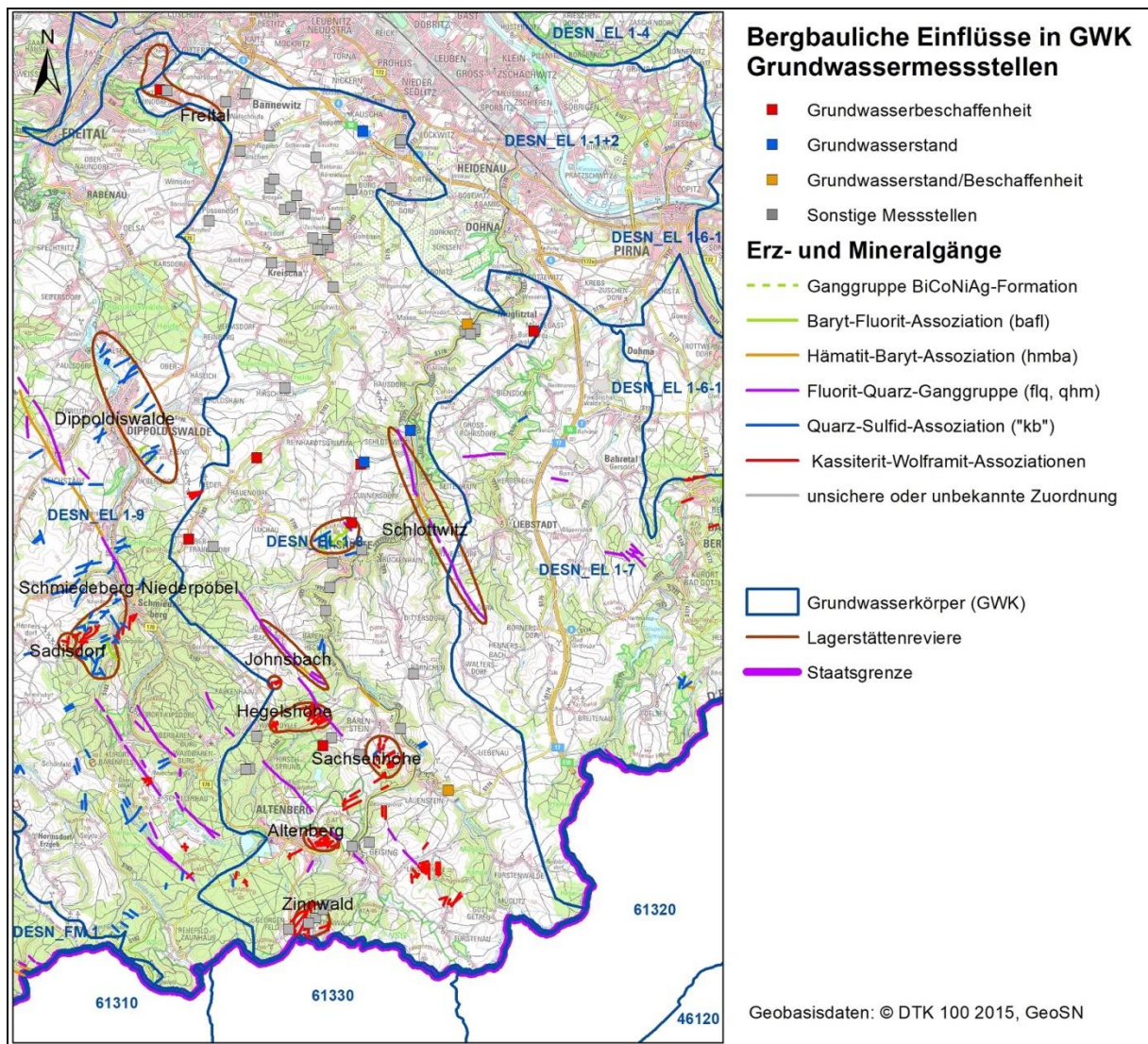


Abbildung 4: Grundwasserkörper (GWK) DESN_EL 1-8 (Müglitz) mit Darstellung der Mineralisationen und der Grundwassermessstellen

Im Gebiet von Zinnwald herrschen tiefe Kluftwasserleiter vor. Die Lagerstätte Zinnwald selbst ist nahezu ohne Wirkung, da der Granit hydraulisch weitgehend dicht ist und infolge flächigen Abfangens der Grundwässer durch TBSt ein nur geringer Druck herrscht.

Auf der Ost- und Westseite der Gesteinsgrenze Granit-Porphyr ist das Gebirge stellenweise über der Talsohle wasserführend. Dieses oberflächennahe Grundwasser kann nur in Richtung der Täler von Petzoldwasser und Georgenfelder Bach entwässern.

Im Gebiet von Zinnwald herrschen Lagerstätten der Kassiterit-Wolframit-Assoziation vor, d. h. die Flöz- und Greisenlagerstätten. Im gleichen GWK liegen auch die Lagerstättengebiete von Altenberg, Löwenhain, Sachsenhöhe und Hegelshöhe, die im Rahmen der Grubenwässer der weiteren Umgebung (siehe Abschnitt 2.5) betrachtet wurden.

In Tabelle 5 sind die Schwellenwerte für den GWK DESN_EL 1-8 (Müglitz) angegeben ([LfULG (2015)] und Arbeitsmaterialien des AG). Bei Cd und Zn kommen Schwellenwerte zur Anwendung, die infolge geogener Grundbelastung angepasst wurden (gelb dargestellt) und geringfügig über den Schwellenwerten liegen.

Tabelle 5: Schwellen- und Hintergrundwerte für den GWK DESN_EL 1-8 (Quelle: Arbeitsmaterialien des AG)

Parameter	NH4	As	Pb	Cd	Cl	LF	Hg	SO4
Einheit	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µS/cm	µg/l	mg/l
GFS (SW)	0,5	10	7	0,5	250	-	0,2	240
Schwellenwert für GWK	0,5	10	7	0,6	250	1.244	0,3	240

Parameter	Ba	B	Cr ges	Cu	Co	Mo	Ni	Se	Tl	V	U	Zn	F
Einheit	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
GFS (SW)	340	740	7	14	8	35	14	7	0,8	4	-	58	0,75
Schwellenwert für GWK	340	740	7	14	8	35	14	7	0,8	4	4	86	0,75

gelb: Anpassung des Schwellenwertes infolge geogener Grundbelastung

In Tabelle 6 werden Gütedaten von GW-Messstellen im GWK DESN_EL 1-8 in der (weiteren) Umgebung von Zinnwald aufgeführt und mit den Schwellenwerten verglichen [Martin et al. (2020)]. Dabei zeigen sich erhöhte Gehalte bei As, Cd, Cu und Zn (rot markiert).

Tabelle 6: Gütedaten von Messstellen im GWK DESN_EL 1-8 [Martin et al. (2020)]

MKZG	Name	As	B	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l
SW		10	740	340	0,6	8	7	14		0,3
51480005	Niederfrauendorf, GWM Wa-06	104	9,6	103	0,09	3,01	<1	2,2	1,40	<0,02
51486019	Oberfrauendorf, Hy Obf 501/91	1,2			0,05			21	0,32	<0,02
51486021	Bärenstein, Haus Anneliese TB 1/02	2,3			0,05			28	<0,03	<0,02
51486022	Cunnersdorf, WF Ziegelwiese	1,3	12,6	54	1,53	0,39	<1	3,2	<0,03	<0,02
52480001	Hirschsprung, Bärenstein, HyHrp 1/2012	1,1	7,3	189	0,19	4,69	<1	2,0	0,76	0,03
52496001	Geising, OT Lauenstein, GWBR 1/002 am HRB Müglitz	0,7	12,7	43	0,39	0,11	<1	4,0	<0,03	0,02
MKZG	Name	Ni	Pb	Se	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
SW		14	7	7	-	-	0,8	4,0	4	86
51480005	Niederfrauendorf, GWM Wa-06	5,62	0,21	0,8	86,7	1,6	<0,1	0,2	<0,3	33,5
51486019	Oberfrauendorf, Hy Obf 501/91	3,30	2,20							
51486021	Bärenstein, Haus Anneliese TB 1/02	0,80	0,40							
51486022	Cunnersdorf, WF Ziegelwiese	12,5	0,43	1,0	161	1,1	<0,1	0,1	<0,3	44,8
52480001	Hirschsprung, Bärenstein, HyHrp 1/2012	2,94	0,23	0,7	92,4	1,8	<0,1	1,3	0,39	213,0
52496001	Geising, OT Lauenstein, GWBR 1/002 am HRB Müglitz	1,19	0,40	0,8	46,7	1,1	<0,1	0,2	<0,3	60,3

gelb: Anpassung des Schwellenwertes infolge geogener Grundbelastung, rot: Überschreitung SW

Oberflächenwasserkörper (OWK)

Die Oberflächenwassercharakteristik des Reviers Zinnwald wurde in [Martin & Sennewald (2014)] ausführlich erläutert. Geprägt wird die Situation durch den Aschergraben. Dieser zweigt unterhalb der Ortslage Zinnwald vom Heerwasser (im OWK DESN_537182 Rotes Wasser) ab und überführt das Wasser in den OWK DESN_5371822 Schwarzwasser. Dadurch wird das Grubenrevier in einen westlichen (Schwarzwasser) und östlichen (Rotes Wasser) Abschnitt geteilt.

Dies wirkt sich hinsichtlich der Grubenwassereinträge so aus, dass Tiefer Bünau Stolln und Tiefer Hoffnung Gottes Stolln über den Aschergraben in das Schwarzwasser und Tiefer Hilfe Gottes Stolln über das Heerwasser in das Rote Wasser entwässern. Folgende Kurzcharakteristik der OWK ergibt sich:

- a) Rotes Wasser OWK DESN_537182** [Martin & Sennewald (2014); Martin et al. (2019b); LfULG (2019a)]
- bergbaulich beeinflusstes Gewässer: Altbergbau
 - Gebiet mit potenziell signifikantem Hochwasserrisiko
 - **ökologischer Zustand** „mäßig“ (Fischfauna, stark veränderte Morphologie)

- keine Überschreitung UQN Flussspezifischer Schadstoffe nach Anlage 5 OGewV 2011
 - 2015 keine Berücksichtigung von Hintergrundkonzentrationen
 - **chemischer Zustand „nicht gut“** (Hg und Hg-Verbindungen, PAK)
 - keine nichtubiquitären Stoffe
 - 2015 Berücksichtigung von Hintergrundkonzentrationen
- b) **Schwarzwasser OWK DESN_5371822** [Martin & Sennewald (2014); Martin et al. (2019b); LfULG (2019b)]
- bergbaulich beeinflusstes Gewässer: Altbergbau
 - Gebiet mit potenziell signifikantem Hochwasserrisiko
 - **ökologischer Zustand „mäßig“** (Makrophyten/Phytobenthos, Benthische wirbellose Fauna, sehr stark veränderte Morphologie)
 - keine Überschreitung UQN Flussspezifischer Schadstoffe nach Anlage 5 OGewV 2011
 - 2015 keine Berücksichtigung von Hintergrundkonzentrationen
 - **chemischer Zustand „nicht gut“** (Hg und Hg-Verbindungen, PAK)
 - keine nichtubiquitären Stoffe
 - 2015 Berücksichtigung von Hintergrundkonzentrationen

Bewertungsrelevant sind damit vor allem die ubiquitären Stoffe Hg und Hg-Verbindungen sowie PAK, die jedoch keinen Bezug zum Bergbau aufweisen.

Das Revier Zinnwald hat einen Bergbaueinfluss vor allem auf das Rote Wasser. Im Schwarzwasser wird dieser durch den viel größeren Einfluss der Grube Altenberg mit den Aufbereitungshalden Schwarzwasser und Tiefenbach völlig überdeckt. Tabelle 7 zeigt die Hintergrundkonzentrationen für die Müglitz, die auch für Rotes Wasser und Schwarzwasser gelten.

Tabelle 7: Hintergrundkonzentrationen (HGK) für die OWK Rotes Wasser und Schwarzwasser [LfULG (2019a)]

Parameter	Kompartiment	Einheit	UQN	HGK
Zn	Sediment	mg/kg	800	460
Cu	Sediment	mg/kg	160	197
As	Sediment	mg/kg	40	123
Cr	Sediment	mg/kg	640	42
Ni	Wasser (gelöst)	µg/l	4	3,1
Pb	Wasser (gelöst)	µg/l	1,2	1,9
Cd	Wasser (gelöst)	µg/l	0,08	0,74
Se	Wasser (gelöst)	µg/l	3	0,5
Hg	Wasser (gelöst)	µg/l	0,07	0,17
Ag	Wasser (gelöst)	µg/l	0,02	0,1
Tl	Wasser (gelöst)	µg/l	0,2	0,1

Die Aufstellung zeigt, dass die HGK bei den Parametern Cu, As, Pb, Cd, Hg, und Ag, mit Schwerpunkt bei As und Cd, höher als die UQN liegen.

2.8.2 TSCHECHISCHE SEITE

Für die tschechische Seite gibt es eine Neubewertung der Grundwasserverhältnisse in der hydrogeologischen Einheit 6133 [Česká geologická služba (2016)]. Diese umfasst den Teplice-Rhyolit, in den der Zinnwalder Granit intrudiert ist.

Es ist die erste zusammenfassende Darstellung auf dem Kenntnisstand von 2016 zu den Aspekten: Erforschungsgeschichte, Geologischer Aufbau, Hydrologie, Hydrogeologie, Hydrochemie, Geochemisches Modell, Wassernutzung, Kluftgrundwasservorratsmodell, Kluftgrundwasserqualität, Schutz des Ökosystems, Grundwasserschutz. Die Abbildung 5 zeigt die Geologische Karte zur lithologischen Gliederung des Teplice-Rhyolits.

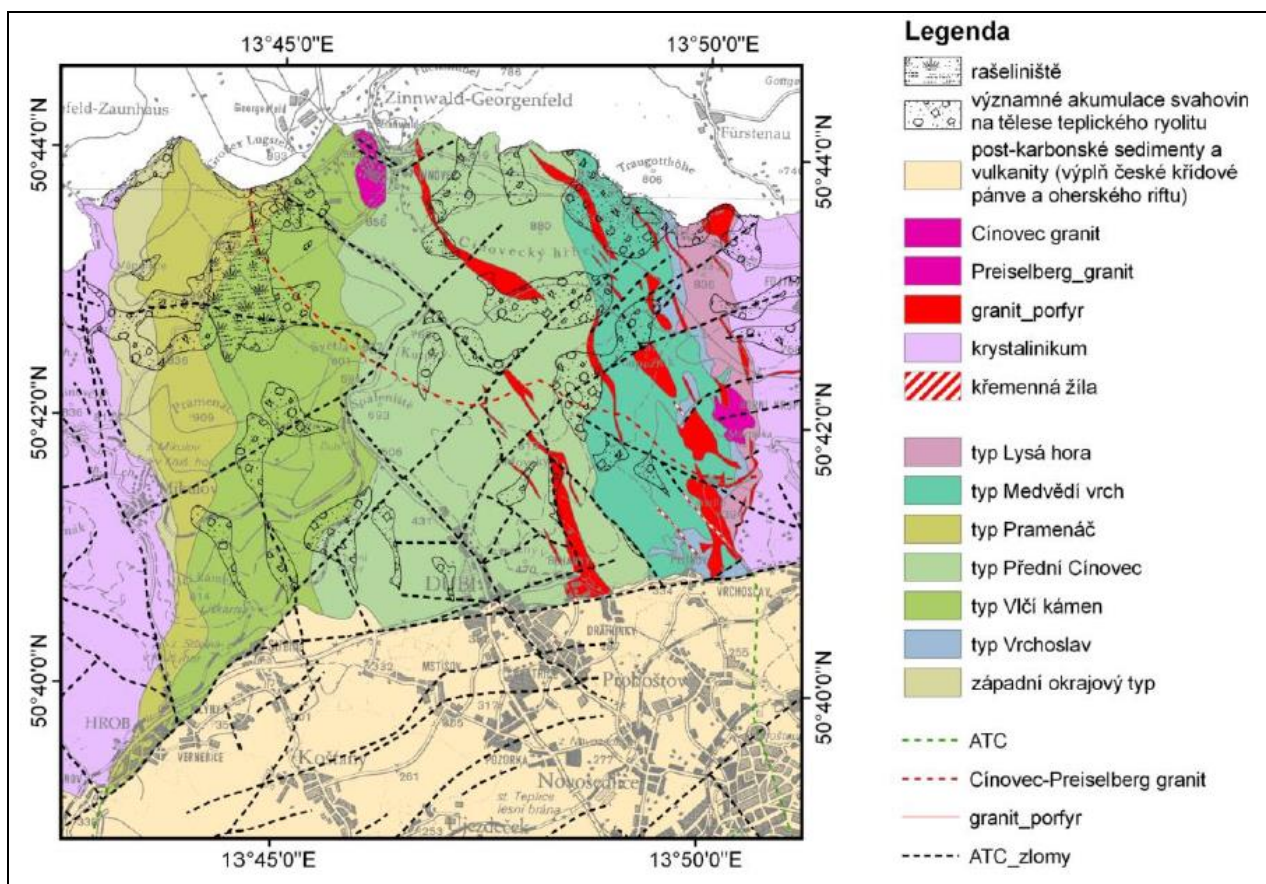


Abbildung 5: Geologische Karte zur lithologischen Gliederung des Teplice-Rhyolits (nach Eisenreich&Jeřábka (1978), aus [Česká geologická služba (2016)])

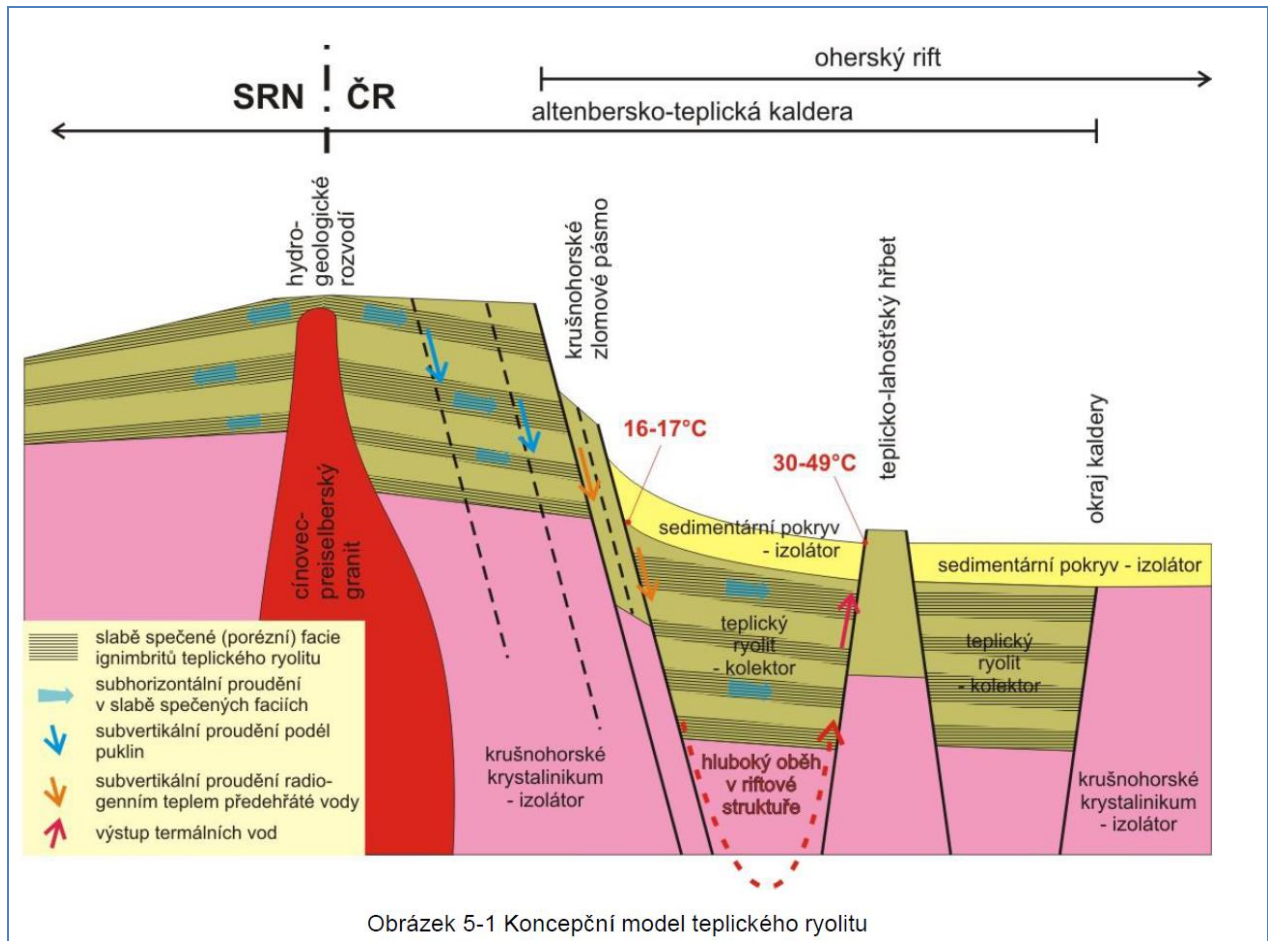


Abbildung 6: Hydrogeologisches Modell des Teplice-Rhyolits im tschechischen Teil aus [Česká geologická služba (2016)]

Der Zinnwalder Granit reicht bis hinauf zum Kamm des Erzgebirges (Staatsgrenze). Dieser Granit ist hydraulisch quasi dicht und trennt im Teplitzer Quarzporphyr zwei vom Gebirgskamm ablaufende Kluftwasserströme. Der nach Süden in das böhmische Becken gerichtete Kluftwasserstrom erreicht wegen des Steilabfalls des Erzgebirges hohe hydraulische Drücke auf kurzer Distanz, was zum Aufquellen und übertägigen Ablauf an einer Barriere im Raum Teplice führt. Vom Gebirgskamm nach Norden hin gibt es nur einen flachen Gebirgsabfall, so dass Kluftwasser aus den Randbereichen der Zinnwalder Lagerstätte nur die nächstgelegenen Talsohlen erreicht (oberer Kluftwasserumlauf) und das tiefere Kluftwasser quasi stationär bleibt, so dass die Reichweite der Einflüsse aus der Zinnwalder Lagerstätte in den Quarzporphyr hier sehr gering ist.

Die Teplitzer Thermalquellen entstehen durch das Absinken von Grundwässern innerhalb des Rhyolithes. Der damit einhergehende Anreicherungsprozess führt zu Na-HCO₃-Wässern mit Mineralisationen von über 1 g/l und erhöhten Fluoridgehalten von 8 mg/l. Die Konzentrationen von Sulfaten und Erdalkalimetallen deuten auf einen Kontakt zu oberflächennahen Grundwässern hin.

Aufgrund ihrer Anwendungsmöglichkeiten zur Behandlung von Gefäßerkrankungen, Beeinträchtigungen des Fortbewegungsapparates sowie des Nervensystems gehörte Teplice in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zu Europas meistbesuchten Heilbädern. Räumlich werden zwei Gruppen der Quellverbreitung ausgehalten: die Teplitzer sowie die ca. 1 km östlich davon befindlichen Schönauer Quellen.

Infolge der Förderung von Braunkohle und des Abbaus von Kalkspat in der Tiefe ergaben sich in der Vergangenheit veränderte Abflusswege, die zum Versiegen einzelner Quellen führten. Ein Rückgang der Schönauer Quellgruppe von 14,66 l/s um 1818 auf 7,82 l/s im Jahr 1863 wird wiederum auf den damaligen Ausbau der thermalen Badelandschaft sowie die Regulierung des Flussbettes der Bystřice zurückgeführt.

Bis ins Jahr 1879 entwässerte der Teplitzer Rhyolith an den Teplitz-Schönauer Quellen mit einer Gesamtmenge von 22 l/s (Tabelle 4). Hinzu kam die Riesenquelle (Obří Pramen) in Lahošť mit Messwerten zwischen 27 und 42 l/s. Am 10. Februar desselben Jahres kam es jedoch zu Thermalwassereinbrüchen in die Grube Döllinger bei Duchcov, in deren Folge der damit einhergehende Wasserentzug (zu Beginn Flutung mit 2.000 – 4.000 m³/min) die Kuranstalten vor die Existenzfrage stellte. Der Zustrom in den Grubenbau störte das Gleichgewicht des Grundwassers und bewirkte ein Absinken des Niveaus der Quellen um bis zu 26 Meter. Ähnliches geschah in den benachbarten Gruben Viktorin (1887 und 1892) sowie Gisela (1897). Begleitet wurde der Rückgang des Dargebotes von einer Senkung der Wassertemperaturen (Tabelle 4). Durch die Anlage von Dämmen und das Pumpen des Grundwassers über Schächte konnte der Betrieb jedoch aufrechterhalten werden.

Tabelle 8: Ursprüngliche Thermalquellen (nach A. Wrany (1864)) und Veränderung der Temperaturen nach dem Grubenunglück Döllinger 1879 (aus [Česká geologická služba (2016)])

Quelle	Wassertemperatur des Überlaufes (1864) in °C	Menge (1864) in l/s	Wassertemperatur des Schachtes (nach 1879) in °C
Teplitzer Quellgruppe			
Urquelle	49,0	9,67	46,5 – 47,5
Frauenbadquelle	48,0	2,87	44,0
Sandbadquelle		0,24	
2. und 3. Frauenbadquelle	47,0	1,2	
Gartenquelle	28,0	1,17	
		Σ 15,15	
Schönauer Quellgruppe			
Steinbadquelle	39,0		38,1
Militärbadquelle	33,0 – 34,0		
Wiesenquelle	32,0		
Stephansquelle	38,0		
Schlangenbadquelle	38,0 – 42,7		35,0
Bergquelle	42,0 – 44,0		38,0 – 40,6
		Σ 6,66	

Neben den aufgeführten Quellen existieren weitere Austritte niedrigerer Temperaturen, die sich mit oberflächennahen Grundwässern vermischen. Andere thermale Quellen treten im Verborgenen unterhalb der Sedimentkörper von Bystřice und Sviní Potok (Saubach) aus.

2.8.3 RADON IM GRUBENWASSER

Erste Untersuchungen an Gesteinen und am Grubenwasser im Raum Altenberg-Zinnwald wurden von C. Schiffner um 1910 vorgenommen und dabei erhöhte Radongehalte festgestellt [Bergarchiv Freiberg A-40024-17_0011 1909 bis 1910]. Im Jahre 1948 wurde die Grube Zinnwald radiometrisch von der SAG Wismut ohne Erfolg untersucht und die weiteren

Aufschlussarbeiten in den höffigen Lagerstätten Niederpöbel und Bärenhecke konzentriert, in denen danach auch der Uranerzabbau einsetzte [Archiv der WISMUT (1948)]. Erst im Ergebnisbericht der SDAG Wismut von 1973 wird die Lagerstätte Zinnwald wieder untersucht und als radiologische Kontrastfläche in der hydrogeochemischen Karte klassifiziert [Archiv der WISMUT (1973)]. Im Erkundungsbericht der SDAG Wismut von 1988 [Archiv der WISMUT (1988)] liegt die Lagerstätte Zinnwald unbearbeitet außerhalb der höffigen Struktur zwischen dem Warmbach und dem Kahleberg. Systematische Übersichtsmessungen zu den Gehalten an ^{222}Rn im Grubenwasser an Hauptzuflüssen auf den Tiefen Büнау Stolln sind 2005 bis 2006 in der Grube Zinnwald durchgeführt worden [Rösner & Sennewald (2007)]. Daraus lässt sich ableiten:

- Das Grubenwasser wird mit Radon angereichert.
- Im Mischwasser der untersuchten Zuflüsse gibt es Maxima von 350 bis 560 Bq/l bei ^{222}Rn .
- Die Werte sinken sofort bei stark steigenden Zuflussmengen auf 60 bis 85 Bq/l.
- Der sehr schnelle Einfluss von Oberflächenwasser bei Tauwetter und Starkregen ist Ursache der auf ein Minimum absinkenden ^{222}Rn -Gehalte.
- Es gibt offensichtlich einzelne kluftgebundene Zuflüsse aus dem Granit und aus der Grenze Granit/Quarzporphyr, die bei stetigen, jedoch geringen Mengen sehr hohe ^{222}Rn Gehalte aufweisen, die weit über den gemessenen Werten liegen.
- Als radioaktive Quelle kommen fein verteilte geringe Uranmineralisationen im Granit, angereichert in tektonischen Störungen und visuell erkennbare Uranvererzungen in den sulfidführenden Flözhorizonten der Lagerstätte in Betracht. Im Quarzporphyr gibt es ebenfalls bestimmte Horizonte (Tuffe, Paläoböden), die von Schilka [Just & Schilka (1993)] in der Roten Grube bei Altenberg als solche erkannt worden sind und auch für die erhöhten Radongehalte im Jacob Stolln (siehe Anlage 7) verantwortlich sind. In solchen Schichten sind bei den Erkundungen der SDAG Wismut im Lugsteingebiet mehrfach radonführende Kluftwässer erbohrt worden [Archiv der WISMUT (1988)].

Malasék erwähnt 1995 leider ohne Quellenangabe Radonmessungen im Grubenwasser der Grube Cínovec, die örtlich begrenzt an bestimmte geologische Strukturen gebunden sind [Malásek, F. (1995)]:

- Aus dem Messnetz für Grubenwasser und Grubenluft wurde erkannt, dass die Störungen im Granit mit den höchsten Gehalten an ^{222}Rn im Grubenwasser verbunden sind. Im nördlichen Grubenfeld wurden Werte zwischen 5.000 und 100.000 Bq/l gemessen.
- Deutlich geringere Gehalte mit 1.000 bis 5.000 Bq/l sind in den Grubenwässern entlang der Granit-Quarzporphyrgrenze gemessen worden.

Steigort: schachtartiger Grubenbau in einer schräg liegenden Lagerstätte, der von unten nach oben („steigend“) aufgefahren wurde, im Revier Zinnwald - Cínovec meist im Flöz von der Grundstrecke aufwärts führend

Verwahrung: planmäßige Arbeiten nach Ende der Bergbautätigkeit zur dauerhaften Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit auf vom Bergbau beeinflussten Flächen

Im Plan zur Verwahrung der Grube Cínovec werden dagegen sehr niedrige gemessene Gehalte an ^{222}Rn im Mischwasser der Grube angegeben, die nur zwischen < 10 und 17 Bq/l liegen [Proněk et al. (1990)]. Es handelt sich dabei um Mischwasser der Hauptzuflüsse im März 1990 während eines Tauwetters. Dazu passen auch die von Kumpera an den Bohrungen HV-1 und HV-2 ausgemessenen Kluftgrundwässer im Zinnwalder Granit nahe der Gesteinsgrenze zum Quarzporphyr [Kumpera, P. (1992)], deren Ergebnis Klír [Klír et al (1994)] referiert. Das Wasser aus den beiden Bohrungen hat die tschechische Norm für Trinkwasser (ČSN 75 71 11) nicht erfüllt, vor allem wegen seiner natürlichen Radioaktivität. Im VODAMIN-Projekt sind leider keine ^{222}Rn -Analysen beauftragt worden. Auch durch die Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen werden im Landesmessnetz keine ^{222}Rn -Gehalte bestimmt. Einzelne Messungen sind im Vita-Min-Projekt möglich gewesen, die aber für die Grube Zinnwald/Cínovec an den ausgewählten Probenahmepunkten keine erhöhten Werte ergaben. Im Rahmen einer balneologischen Radonerkundung wurden 2005/2006 Radongehalte im Grubenwasser des Tiefen Büнау Stollns bestimmt [Rösner & Sennewald (2007)], siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Ergebnisse Radon im Grubenwasser Tiefer Büнау Stolln [Rösner & Sennewald (2007)]

Messdatum	Rn-Gehalt, Bq/l					
	Gesamt (kurz vor Auslauf)	Flöz 10	Auslauf Steigort I Flöz 9	Georgen- felder Quer- schlag	Auslauf Flöz 11	Rainstein- schacht
	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 8
12./13.07.2005		159		245		159
01./02.08.2005	135	198	246	230	230	148
15./16.08.2005	405	349	437	197	333	253
29./30.08.2005	561	190	381	523	495	533
12./13.09.2005	332	223	171	256	413	459
26./27.09.2005	152	163	238	200	147	181
26.10.2005	105			134	121	220
21.11.2005	60	116		136	87	109
19.12.2005			125			
08.03.2006	94	85		143	85	86
13.07.2006				145	137	204

Es wurden 2005/2006 weitere Stollnwässer untersucht, die im Vita-Min-Projekt hydrochemisch untersucht wurden [Rösner & Sennewald (2007)], Tabelle 10, siehe auch Anlage 7):

- Zwitterstocks Tiefer Erbstolln und Kugel Stolln (Entwässerung oberer Sohlen) sowie Neuer Biela Stolln (tiefster und Hauptentwässerungsstolln) - Revier Altenberg
- Trübe Stolln - Entwässerung Richtung Spülhalde Bielatal, Revier Altenberg
- Fortuna Erbstolln (Entwässerung Teilrevier Kahleberg) - Revier Altenberg
- Tiefe Hoffnung Gottes Stolln (Entwässerung westlicher Randbereich) und Tiefe Hilfe Gottes Stolln (tiefster und Hauptentwässerungsstolln) - Revier Zinnwald.

Tabelle 10: Ergebnisse Radon- und Wassermengenmessungen in Stollnwässern [Rösner & Sennewald (2007)]

Messda- tum	Neuer Biela Stolln		Trübe Stolln		Zwitterstocks Tiefer Erbstolln		Tiefe Hoffnung Gottes Stolln		Tiefe Hilfe Gottes Stolln		Kugel Stolln		Fortuna Erbstolln	
	Altenberg		Altenberg		Altenberg		Zinnwald		Zinnwald		Altenberg		Altenberg	
	Rn Bq/l	Q l/s	Rn Bq/l	Q l/s	Rn Bq/l	Q l/s	Rn Bq/l	Q l/s	Rn Bq/l	Q l/s	Rn Bq/l	Q l/s	Rn Bq/l	Q l/s
12./13.07.05	61	15	40	5	41	4	246	3,3	461	1,5	238	1		
01./02.08.05	44	15	29	4	29	3	56	2,4	389	2,5	183	1	95	
15./16.08.05	99	15	35	4	41	5,5	262	3,3	375	2	303	1	442	
29./30.08.05	54	15	31	3	45	3,5	200	5	257	2,5	181	1	304	
12./13.09.05	48	15	28	8	23	8,5	212	5	272	3,1	187	1	156	
26./27.09.05	47	15	28	5	63	3,5	352	5	466	3,5	238	1	158	
10.10.05								5		2				
26.10.05		13				3,5		4	333	1			0,5	321
21.11.05	15	10				3,5	127	3,3	181	1,6	187	0,3	131	
05.12.05		10				3,5								
19.12.05						4		3,5		1,4			0,25	
11.01.06		12			24	3,5		4		2,3			0,25	
25.01.06														
20.02.06		12				3,5		4		1,8				101
08.03.06	15	13				3	129	5	315	2,5	268	0,75		
11.05.06								5		3				
30.05.06						3		5		3,5				
13.07.06							191	3,3	311		223			113

Höhere Radongehalte wiesen 2005/2006 die Grubenwässer folgender Stolln auf (Tabelle 11).

- Jakob Stolln (Lage nördlich der Pinge Altenberg)
- Aron Stolln (Lage südöstlich Altenberg)
- Tanner Stolln (Lage nördlich des Kahlebergs bei Altenberg)

Der Mindestwert für therapeutisch anwendbare radonhaltige Wässer beträgt 666 Bq/l (= 18 nCurie/l). Er wird beim Tanner Stolln fast immer deutlich, bei den anderen beiden Stolln häufig überschritten.

Tabelle 11: Ergebnisse Radongehalt und Wassermenge - Jakob, Aron und Tanner Stolln [Rösner & Sennewald (2007)]

Messdatum	Jakob Stolln		Aron Stolln		Tanner Stolln	
	Rn, Bq/l	Q, l/s	Rn, Bq/l	Q, l/s	Rn, Bq/l	Q, l/s
12./13.07.2005	469	1	1.100	1		
01./02.08.2005	381	1	508	0,4		
15./16.08.2005	598	1	782	0,5		
29./30.08.2005	561	1	923	0,5		
12./13.09.2005	353	2	1.083	1	2.074	2
26./27.09.2005	480	1,5	621	0,75	1.680	1
10.10.2005			712	0,33	1.660	0,25
26.10.2005	299	0,4	148	0,2	1.405	0,15
07.11.2005			66	0,2	1.300	0,17
21.11.2005	1.320	0,2	62	0,15		
05.12.2005	1.800	0,2	60	0,05	1.034	0,05
19.12.2005	2.109	0,2		0,3	1.270	
11.01.2006	360	0,5		0,4	1.240	0,25
25.01.2006	850	0,5		0,3	1.540	n. m.*
20.02.2006	1.700	0,5	388	0,3	1.400	„
08.03.2006	1.320	0,4	317	0,3	1.260	„
23.03.2006	429	0,3	373	0,4	1.000	0,3
06.04.2006	1.300	5	1.400	1	1.970	4
24.04.2006	1.720	2,5	1.001	1	1.825	4
11.05.2006	475	0,6	454	0,3	1.610	1,5
30.05.2006	1.022	0,6	380	0,3	2.120	0,5
21.06.2006	1.920	0,2	1.180	0,2	216	0,4
13.07.2006	1.840	0,15	1.080	0,17	1.760	0,2
09.08.2006	2.550	0,15	995	0,3	2.480	0,25
30.08.2006	1.650	0,1	780	0,25	2.490	0,15
04.10.2006	1.470	0,17	126	0,2	1.860	0,05
26.10.2006	1.630	0,05	123	0,18	1.080	0,03
08.12.2006	694	0,2	190	0,3	1.200	0,15
31.01.2007	1.730	0,7	520	0,4	1.680	0,5
15.03.2007	1.740	0,5	960	1	2.370	1,5

Angaben in grün: Mindestwert für therapeutisch anwendbare radonhaltige Wässer erreicht bzw. überschritten

* n. m. = nicht messbar (zu viel Schnee)

2.9 HYDROGEOLOGIE IM GEBIET DER GRUBE ZINNWALD/CINOVEC

Es gibt im Analysegebiet vier hydrogeologische Einheiten:

- Verwitterungsdecke mit hypodermischem Grundwasser
- Kluftkörper des Quarzporphyrs, oberes Kluftwasserstockwerk bis ca. 15 m Tiefe, dann unteres Kluftwasserstockwerk
- Kluftkörper des alterierten Granits (Albitit, Kalifeldspatit, Greisen) bildet ein einheitliches Kluftwasserstockwerk
- Störungszonen und wasserdurchlässiger Altbergbau

Wegen dem Aufbau einer modernen Ansprüchen genügenden Wasserversorgung für Zinnwald-Georgenfeld wurde 1961 von W. Pätzig ein hydrogeologisches Übersichtsgutachten erarbeitet [Pätzig (1961)], das aber nur sehr allgemeine Beschreibungen zu hydrogeologischen Verhältnissen in den petrografischen und morphologischen Einheiten enthält. Aktuelle Angaben zu den Abflussspenden und der Grundwasserneubildungsrate sind in einem hydrogeologischen Gutachten zusammengestellt, das Antragbestandteil für den Lithiumbergbau ist und auch die praktischen Erfahrungen berücksichtigt [Raithel & Pohl (2018)].

2.9.1 BÖDEN DER VERWITTERUNGSDECKE, AUFFÜLLUNGEN

In der Verwitterungsdecke aus bindigen, steinigen Böden tritt überall im Betrachtungsgebiet hypodermischer Abfluss auf. Dabei staut sich das Wasser über dem Grundgebirge und sickert talwärts den Fließgewässern zu. In moorigen Gebieten und entlang von Verkehrswegen wird ein Teil in Gräben gefasst bzw. tritt dort und auf flachen Wiesen als Quellwasser aus. Die Trinkwasserversorgung erfolgte früher über flache, wasserreiche Brunnen, von denen noch einige vorhanden sind. Nach Pätzig waren es in Zinnwald 1961 noch ca. 30 Einzelbrunnen, während Georgenfeld außer 12 Brunnen noch eine Wassergewinnungsanlage aus diesen Schichten besaß. Daneben hob man Wasser aus dem Neugeorgenfelder Schacht [Pätzig, W. (1961)].

Im Einzugsgebiet des Heerwassers bilden sich relativ gleichartige Böden auf den eiszeitlichen Verwitterungsdecken (Fließerden) der hier anstehenden Quarzporphyre, Granitporphyre und Zinnwalder Granit. Nach forstlichen Parametern werden die Böden in der Waldbodenkarte WBK 25 und der mittellaßstäblichen Standortkartierung MMK 25 eingestuft.

„Die oberen Lagen des Ost-Erzgebirges zeichnen sich durch das Auftreten flachgründiger, geringmächtiger und steinreicher Substrate aus, bei denen Lößlehm in der Regel nur eine geringe oder gar keine Rolle spielt. Vorrangig entwickeln sich hier Podsole mit Übergängen zu Braunerden. In Flanken und Muldenlagen treten Staunässeböden (Pseudogleye) auf. Die Kammregion zeigt einen kleinräumlichen Wechsel von Podsol, extremen Staunässeböden (Stagnogley) und kleinen Hoch- und Übergangsmooren. Lehrbuchhaft sind diese Böden im Kahleberg-Lugsteingebiet ausgebildet. Hier zeigt sich eine gesetzmäßige Abfolge von Schutt-Rohböden an den Flanken der Härtlingsberge über Podsole zu Pseudogley-Stagnogley-Moorgesellschaften, einschließlich dem Georgenfelder Hochmoor und dem leider zerstörten Seifenmoor.“

Tabelle 12: Bodentypen im Analysegebiet, zusammengestellt nach [Symmangk & Sinapius (2007)]

Gestein	Lage	Bodentyp
Granit	Ortslage Zinnwald	flachgründige skelettreiche Podsole
Quarzporphyre	Flächen ohne Staunässe	überwiegend skelettreiche Podsole; tiefgründige Böden auf Fließerden, Hanglehmen als podsolige Braunerden
	an steilen Kerbtalhängen	Ranker
	um Härtlingsfelsen wie bei den Lugsteinen und anderen Felsklippen	Schutt-Rohböden
	in allen Quellmulden	Pseudogley, Stagnogley, skelettreich und Staunässe
	Torfmoorflächen	Moorböden aus Torf auf altem Gewässerboden
	Talauen	Auengley und Vegen, stark tonig
Porphyre, Granit	Halden, Baugelände	anthropogen beeinflusste, gut wasserwegsame Böden

Die Verwitterungsböden (Podsol, Gleye, podsolige Braunerden) der Granite und Porphyre (Quarz-, Granitporphyr) bestehen aus lehmigem Sand mit mehr oder weniger starkem Steinanteil, während die Auenböden durch hohe Tongehalte geprägt sind.

Die geologisch und klimatisch bedingten nährstoffarmen Böden im Einzugsgebiet des Heerwassers werden seit Jahrhunderten nur für Waldbau und als Viehweiden genutzt. Feldwirtschaft ist erst auf den Gneisböden (Braunerden) der bäuerlichen Siedlungen östlich und nördlich vom Einzugsgebiet des Heerwassers bis in die hochmontane Höhenstufe, aber noch unterhalb vom Erzgebirgskamm möglich.

Alle natürlichen Böden im Einzugsgebiet des Heerwassers bilden eine relativ gut wassers-tauende Schicht über dem steinig-grusigen Basismaterial und dem Kluftkörper des Festgesteins. Das Niederschlagswasser fließt demnach rasch oberflächlich ab und nur ein Teil versickert im Boden und speist den Kluftgrundwasserkörper. Der Jahresabfluss im Einzugsgebiet des Heerwassers, das zugleich Hochwasserentstehungsgebiet ist, beträgt bei Niederschlägen von 1.000 bis 1.050 mm/a immerhin 400 bis 450 mm/a [Landschaftsforschungszentrum (2012)].

Ganz anders reagieren die anthropogen beeinflussten Böden der Wäschesand-, Spülsand- und Bergehalden. Sie bestehen aus nichtbindigen Böden, die stark wasserdurchlässig sind. Hier versickern große Mengen an Oberflächenwasser. Einige Halden und Wäschesandflächen liegen über der Lagerstätte Zinnwald/Cínovec, sodass hier regelrechte Versickerungsflächen bestehen, aus denen das Wasser in den bestehenden Absenkungstrichter im Bereich der Grube gelangt.

Die Abflussspitzen in den Gewässern und in der Grube Zinnwald/Cínovec sind bei anhaltendem Starkregen, extremen Gewitterregen und bei bestimmten Tauwettern innerhalb eines Tages nachweisbar. Die Speicherfähigkeit der Böden bewirkt lediglich nach Trockenperioden eine merkliche Abflachung dieser Abflusskurven des Grubenwassers und des Oberflächenwassers. Ebenso tritt dann die Abflussspitze erst nach mehr als einem Tag ein.

2.9.2 KLUFTKÖRPER DES QUARZPORPHYRES

Der Quarzporphyr ist in der Grube Zinnwald/Cínovec an vielen Stellen aufgeschlossen, so dass aus eigenen Beobachtungen und historischen Angaben ein sicheres Bild zur Wasserwegsamkeit abgeleitet werden kann.

Der Quarzporphyr bildet in seinem obersten Stockwerk bis etwa 15 m Tiefe einen guten Kluftwasserleiter. Der Quarzporphyr ist unregelmäßig, jedoch stark durchklüftet mit mehreren gut ausgebildeten steilen Klufttrichtungen. Die Klüfte sind durch Verwitterung und Entspannung im obersten Stockwerk offen oder teilweise geöffnet und führen stets Kluftwasser, das sich nur sehr langsam bewegt, wenn es nicht gerade von Grubenbauen angeschnitten ist. Nach der Tiefe im unteren Kluftwasserstockwerk überwiegen dann geschlossene Klüfte, wobei einzelne Kaskaden mit offenen, kluftwassererfüllten Zonen in größere Tiefen reichen, wie das an mehreren Stellen in der Grube erkennbar ist.

Die Kluftwasserzirkulation im oberen Stockwerk des Quarzporphyrs bewirkt beispielsweise einen relativ starken Grubenwasserzufluss im Flöz 6 nördlich von Neuschacht und machte große Schwierigkeiten beim Teufen des Neugeorgenfelder Schachtes und des Niedervereinigtfelder Schachtes. In der Grube Cínovec sind tagesnahe Grubenbaue Ursache für erhöhte Zuflüsse in die Grube wie im Flöz 2 oberhalb vom Steigort D III/20 an der Westflanke und im Steigort D III/16 im Flöz 1 der Ostflanke unter dem Petzold potok.

An der Grenze zum Zinnwalder alterierten Granit staut sich das Kluftgrundwasser auf, weil das Gebirge aus Zinnwalder Granit hier quasi wasserundurchlässig ist. Beim bergmännischen Aufschluss dieser Zonen wie auf der Strecke S III/015 im Flöz 01 an der Südostflanke in der Grube Cínovec oder im deutschen Grenz Schacht Grubenfeld wurden solche Klüfte im Quarzporphyr-Granitkontakt angeschnitten und führen zu erhöhten Zuflüssen.

Die Oberkante des tiefen Kluftwasserleiter liegt im Quarzporphyr am Übergang in das unverwitterte Gebirge. Von den sehr vielen Klüften und den bekannten Störungen führt im unverwitterten Gestein, also ab einer Tiefe von 15 bis 20 m, nur ein sehr kleiner Teil und dieser wiederum nur auf kurzen Distanzen Kluftgrundwasser. Ein Beispiel für eine solche tiefreichende Kaskade im Quarzporphyr der Grube Zinnwald ist im Georgenfelder Querschlag mit einer wasserführenden Riesenkluft bei Station 0+250 am Probenahmepunkt W 29 unter dem Georgenfelder Bach vorhanden. Dagegen sitzt sowohl im West- und im Südwestquerschlag des Tiefen Bünau Stollns aus den Klüften im Quarzporphyr so gut wie kein Kluftwasser zu.

Quarzporphyr: ist ein vulkanisches Ergussgestein, das im Ostergebirge im Teplitzer Spaltenvulkan mehrere Lavadecken gebildet hat und das Nebengestein der Zinnwalder Lagerstätte bildet. Es besteht aus einer rotbraunen dichten bis feinkörnigen Grundmasse mit eingesprenkelten Kristallen aus Quarz von 2 bis 4 mm und Kalifeldspat mit 2 bis 6 mm Größe. Das Gestein ist stark von ebenflächigen Klüften durchzogen

Zinnwalder alterierter Granit ist ein magmatisches Tiefengestein aus Albitgranit, der jedoch durch magmatische Restlösungen im Kuppelbereich vollkommen umgewandelt (alteriert) wurde. Der alterierte Granit setzt sich hier im Bereich der Gruben Zinnwald/Cínovec und weiter nach der Tiefe in die geplanten Lithiumgruben hinein fort und besteht aus Quarz, Plagioklas (Oligoklas), Kalifeldspat, Zinnwaldit und Serizit zusammen. Man unterscheidet petrografisch einen Albitit und Kalifeldspatit. Außerdem sind dem Granit Greisenkörper eingelagert.

Die hydrogeologische Einheit des Teplitzer Quarzporphyrs wurde durch Burda hinsichtlich Geologie, Hydrologie, Hydrogeologie, Hydrochemie, Geochemischem Modell, Grundwassermodell Grundwasserqualität und Rolle im Umweltsystem bearbeitet [Burda (2016)]. Eine kurze Übersicht ist für den tschechischen Teil in der Erläuterung zur Geologischen Karte von 2001 enthalten [Autorenkollektiv (2001)].

2.9.3 KLUFTKÖRPER DES ALTERIERTEN GRANITS

Der Zinnwalder Granit ist in der Grube Zinnwald/Cínovec ebenfalls an vielen Stellen aufgeschlossen, so dass aus eigenen Beobachtungen und den Ergebnissen der tschechischen Erkundungsarbeiten (Kapitel 2.9.4) ein sicheres Bild zur Wasserwegsamkeit abgeleitet werden kann.

Der Zinnwalder Granit besitzt ein ausgeprägtes orthogonales Kluftsystem. Auf den beiden steil einfallenden Kluftrichtungen kann das hypodermische Grundwasser in das Kluftwasserstockwerk des Zinnwalder Granits eintreten. Die dritte Kluftrichtung wird von flach einfallenden Lagerklüften gebildet, deren Einfallrichtung den abtauchenden Flanken des grundrisslich, elliptischen Granitkörpers folgt. Diese Lagerklüfte sind teilweise in Form der Zinnwalder Flöze vererzt und wurden abgebaut. Die Klüfte sind stets mit tonigem Material belegt und damit druckabhängig gar nicht oder schwach wasserundurchlässig. Es gibt daher keinen oberen und unteren Kluftgrundwasserleiter wie im Quarzporphyr. Das gesamte Gebirge ist – mit Ausnahmen der großen tektonischen Störungszonen – quasi ein Wasserstauer. Wenn sich Klüfte im Granit öffnen, was vor allem im Zentrum der Lagerstätte mit intensivem Flözabbau durch Setzungen des Hangenden bewirkt wird, dann werden solche Klüfte aktiviert und es kommt zu Kluftwasseraustritten in den weitflächigen Flözbahnen, die jedoch stets sehr gering sind (rinnend).

Zum Einfluss der Störungszonen und des wasserundurchlässigen Altbergbaus auf die Montanhydrologie in der Grube Zinnwald/Cínovec siehe das Kapitel 3.5.3.

2.9.4 HYDROGEOLOGISCHE KLASSIFIZIERUNGEN UND PARAMETER

Wegen dem Neuaufschluss der Grube Cínovec jh waren umfangreiche hydrogeologische Arbeiten notwendig, die zu einer hydrogeologischen Klassifikation nach ČSSR-Norm führten und deren Ergebnisse auch für den deutschen Teil ohne Einschränkungen gelten.

Tabelle 13: Hydrogeologische Beurteilung der Grube Cínovec jih durch [Glöckner und Hercík (1984)] (Texte ohne Klammern) und [Glöckner (1979)] (Texte in Klammern)

Hydrogeologischer Aspekt / Klassifizierung	Beschreibung
Verbindung der Lagerstätte mit dem atmosphärischen Niederschlag, Oberflächenwasser und mit der Grundstücksentwässerung / Klasse 4	Die Lagerstätte befindet sich weit unter der Ortsentwässerung. Niederschläge beeinflussen den Zufluss in die Lagerstätte. Oberflächenwasser sickert nur begrenzt in die Lagerstätte. (Die Lagerstätte liegt unter der lokalen Basis der Sedimente und der verwitterten Festgesteine. Niederschläge bewirken über tektonische Klüfte und Störungen 2 bis 3 Wochen nach Regen höhere Zuflüsse in die Grube Cínovec jih.)
Petrographische und hydrogeologische Eigenschaften von Gesteinen der Lagerstätte und ihrer Umgebung / Klasse 2	Das Gebirge und die Gesteine – hier ist nur der Granit gemeint – der Lagerstätte besitzen eine Kluftdurchlässigkeit. Das Deckgebirge ist geklüftet. Die Klüfte sind mit Tonmineralen ausgefüllt. Die tektonisch gestörten Zonen sind wenig durchlässig bis undurchlässig. Die Lagerstätte selbst besitzt eine Kluftdurchlässigkeit von wenig durchlässig bis undurchlässig. (Das Gebirge ist außerhalb von Störungen und Klüften undurchlässig. Im Zinnwalder Granit sind die Klüfte wenig durchlässig.)
Tektonische Verhältnisse der Lagerstätte und ihrer Umgebung in Bezug auf die Hydrogeologie / Klasse 4	Die Lagerstätte und ihre Umgebung sind von vier tektonischen Richtungen betroffen und gestört. Aus hydrogeologischer Sicht sind die NE-SW und N-S streichenden Störungen (Morgengänge) von größter Bedeutung. Die NW-SE streichenden Störungen sind undurchlässig. Die hydrogeologische Wirksamkeit der W-O streichenden Störungen ist nicht vollständig bekannt. Das Anfahren von Störungskreuzen führt zu kleinen Ausbrüchen. (Störungen sind eine wasserwegsame Verbindung zwischen dem Oberflächen- und Niederschlagswasser mit dem Grubenwasser.)
Existenz von Mineralwasser oder Trinkwasser in der Umgebung der Lagerstätte / Klasse 5	Die gesamte Lagerstätte wird als Infiltrationsgebiet für den Teplitzer Untergrund betrachtet. Die Lagerstätte Cínovec jih liegt in der Zone 2 der vorläufigen breiten Schutzzone des Kurbades Teplice.
Ingenieurgeologische Eigenschaften der Gesteine der Lagerstätte und der Umgebung im Zusammenhang mit Wasservorkommen / Klasse 4	Gestein und Deckgebirge – hier ist nur der Granit gemeint – der Lagerstätte sind standfest. Störungsbereiche sind wenig standfest, neigen zum Ausbruch und benötigen Ausbau.
Durchlässigkeitsbeiwerte für den Hauptgrundwasserleiter / Klasse 2	Quarzporphyr um 10^{-7} bis 10^{-8} m/s ($1 \cdot 10^{-7}$ bis $5,5 \cdot 10^{-8}$ m/s) Zinnwalder Granit um 10^{-8} m/s ($1 \cdot 10^{-7}$ bis $3,4 \cdot 10^{-8}$ m/s) Tektonische Störungen um 10^{-7} bis 10^{-8} m/s ($2,96 \cdot 10^{-8}$ bis $1,49 \cdot 10^{-8}$ m/s)
Physikalisch-chemische Eigenschaften von Grubenwasser / Klasse 1	Das in die Lagerstätte eindringende Wasser ist wenig mineralisiert. Es sind Wässer des hydrochemischen Typs Ca-SO ₄ , Ca-HCO ₃ und Ca-Na-Cl. Das Grubenwasser kann ohne Behandlung in die Fließgewässer eingeleitet werden. (Das in die Grube fließende Wasser ähnelt dem Oberflächenwasser. Einige Zuflüsse haben erhöhte Gehalte an Ra-222, Ra-226 und Po-210, die nicht mit dem Oberflächenwasser zusammenhängen.)
Mittlere spezifische Zuflüsse / Klasse 2	Der Hauptzufluss kommt hauptsächlich von Auffahrungen der Störungskreuzen mit dem Streichen NE-SW und NW-SE. Die Gesamtzuflussmenge beträgt 7 bis 17 l/s in Abhängigkeit vom geöffneten Damm (Strecke CH 20309, ab Ende 1983 geschlossen) und den Niederschlägen. (Die nicht mit der Seegrundstörung/pásmo Jezerního dolu verbundenen Zuflüsse sind gering und ergeben nur 2,5 l/s. Durchschnittlich werden 10 l/s abgepumpt.)
Abbaumethoden und die Möglichkeit der Grubenentwässerung / Klasse 1	Die Lagerstätte wird untertägig abgebaut und entwässert durch a) Abpumpen zur Oberfläche, b) natürliche Entwässerung über einen Stolln (gemeint ist der geplante tiefe Stolln im Niveau 400 m NN)
Einstufung: Stufe IV	Die Lagerstätte Cínovec jih hat schwierige hydrogeologische Bedingungen. Die Schwierigkeit liegt vor allem in der Lage innerhalb der Schutz-zonen des Kurbades Teplice.

Diese Einstufung liegt auch dem mit weiteren Beobachtungen während des Betriebes der Grube Cínovec jih angereicherten Erkundungsbericht von 1985 zugrunde [Götz & Vojtek (1985)]. Es wurden jedoch zusätzliche betriebspraktische Erkenntnisse zur Hydrogeologie der Lagerstätte und der Umgebung abgeleitet, die auch für den deutschen Teil uneingeschränkt gelten:

- Der Teplitzer Quarzporphyr gehört zum Infiltrationsbereich des Oberflächenwassers, das sich im tiefen thermalen Kluftgrundwasserleiter zu den Teplitzer Mineralquellen bewegt.
- Der Durchlässigkeitskoeffizient im Teplitzer Quarzporphyr beträgt nach Untersuchungen des Betriebes Rudne Doly Cínovec $5 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-2}$ m/Tag ($1,15 \cdot 10^{-7}$ bis $5,8 \cdot 10^{-8}$ m/s). Der Teplitzer Quarzporphyr ist intensiver geklüftet als der Zinnwalder Granit. Pumpversuche wurden dazu an der Bohrung Cn-11, die am Standort des Schachtes Cínovec II angesetzt war, sowohl im Teplitzer Quarzporphyr als auch im Zinnwalder Granit durchgeführt.
- Der Zinnwalder Granit wirkt als Barriere für die Kluftgrundwasserströmungen im Quarzporphyr. Dazu trägt vor allem der Anteil von Tonmineralen bei, die im hydrothermalen Metasomatosestadium gebildet worden sind.
- Der Durchlässigkeitskoeffizient im Zinnwalder Granit beträgt $1 \cdot 10^{-3}$ bis $9 \cdot 10^{-3}$ m/Tag ($1,15 \cdot 10^{-8}$ bis $1,04 \cdot 10^{-7}$ m/s).
- Die tektonischen Störungen durchziehen den Teplitzer Quarzporphyr und den Zinnwalder Granit gleichermaßen, sodass beide Kluftgrundwasserleiter dadurch miteinander verbunden sind.
- Kluftgrundwasser und hypodermisches Grundwasser gelangen teilweise in die Grube Zinnwald-Cínovec. Fast alle Kluftgrundwasserzuflüsse in die Grube haben ihren Ursprung in Grubenbauen, die Klüfte und Störungen im Quarzporphyr durchörtert haben. Die Zuflussmengen an diesen Klüften und Störungen sind abhängig von deren Wasservorrat, deren Einzugsbereich und Durchlässigkeit.

Im neuen hydrogeologischen Gutachten [Raithel & Pohl (2018)] wurden folgende hydrogeologische Parameter angesetzt:

- Oberirdische Abflusspende $q_o = 432$ mm/a und damit $14,25$ l/skm²
- Davon Oberflächenabfluss $307,7$ mm/a und $144,65$ mm/a in der oberflächennahen Zersatzzone
- Grundwasserneubildungsrate als unterirdischen Abflusspende $q_u = 113,92$ mm/a und damit $3,59$ l/skm²
- Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f : Hanglehm 10^{-6} m/s; Bachsedimente $5 \cdot 10^{-5}$ m/s
- Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f : Quarzporphyr tagesnah und dessen Zersatz $5 \cdot 10^{-7}$ m/s, tiefer lagernder Quarzporphyr $5 \cdot 10^{-9}$ m/s,
- Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f : Granit tagesnah und dessen Zersatz $5 \cdot 10^{-7}$ m/s, tiefer lagernder Granit $5 \cdot 10^{-8}$ bis $5 \cdot 10^{-9}$ m/s
- Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f : tiefer lagernder Greisen $\leq 5 \cdot 10^{-8}$ m/s

2.10 RECHERCHE UND BESCHREIBUNG DER HYDROLOGISCHEN SITUATION

Die Darstellung folgt den Ergebnissen des VODAMIN-Projektes und wird hier wegen des montanhydrologischen Blickwinkels umfänglich wiedergegeben [Martin & Sennewald (2014)].

2.10.1 ÜBERBLICK GEWÄSSERSCHEMA

Die Lagerstätte Zinnwald/Cínovec mit den Kleingruben entwässert reliefbedingt vom Erzgebirgskamm nach Nord in das Einzugsgebiet des Heerwassers. Mit dem Gewässerschema werden die hydrologischen Abflussverhältnisse im Analysegebiet unter Einbeziehung der Bergbauwässer abgebildet (Anlage 4). Alle aktuellen kartographischen und gewässerkundlichen Karten sind bis dato unsicher und widersprüchlich in der Bezeichnung derjenigen Fließgewässer, die sich zum Heerwasser vereinigen, so dass diese nicht verwendet werden konnten. Mittels historischer Daten und Überlegungen, konnte eine eindeutige Ansprache der Fließgewässer erarbeitet werden, die für das kleinräumliche Analysegebiet notwendig ist und verwendet wird. Nimmt man beispielsweise die Definitionen des Hochwasserschutzkonzeptes des Landestalsperrenverwaltung Sachsen als Grundlage, ergibt sich das Kartenbild gemäß Abbildung 7. Die amtlichen topographischen Karten haben teilweise andere Gewässernamen, sind dadurch aber nicht zutreffender. Es wird daher vorgeschlagen, die aktuelle Fließgewässerkarte für dieses Gebiet einer Revision zu unterziehen.

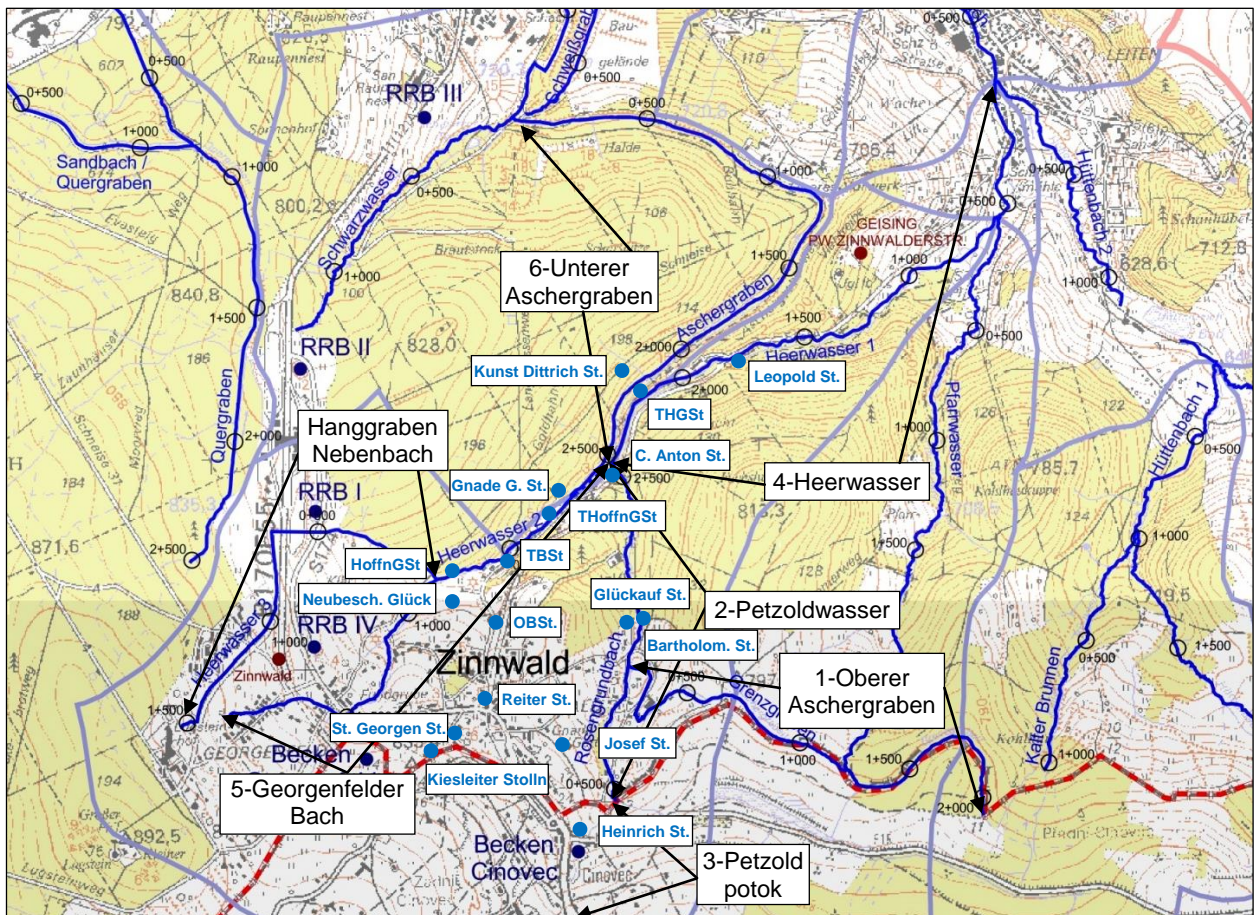


Abbildung 7: Bezeichnung der Fließgewässer im Hochwasserschutzkonzept 2007 (blau) [Kummer et al. (2007)], korrigierte Bezeichnung (gerahmt); Pfeile zeigen Beginn und Ende des Fließgewässers an. Die Mündlöcher der Stolln sind durch blaue Punkte dargestellt und die Bezeichnung (hellblau) ist ebenfalls gerahmt.

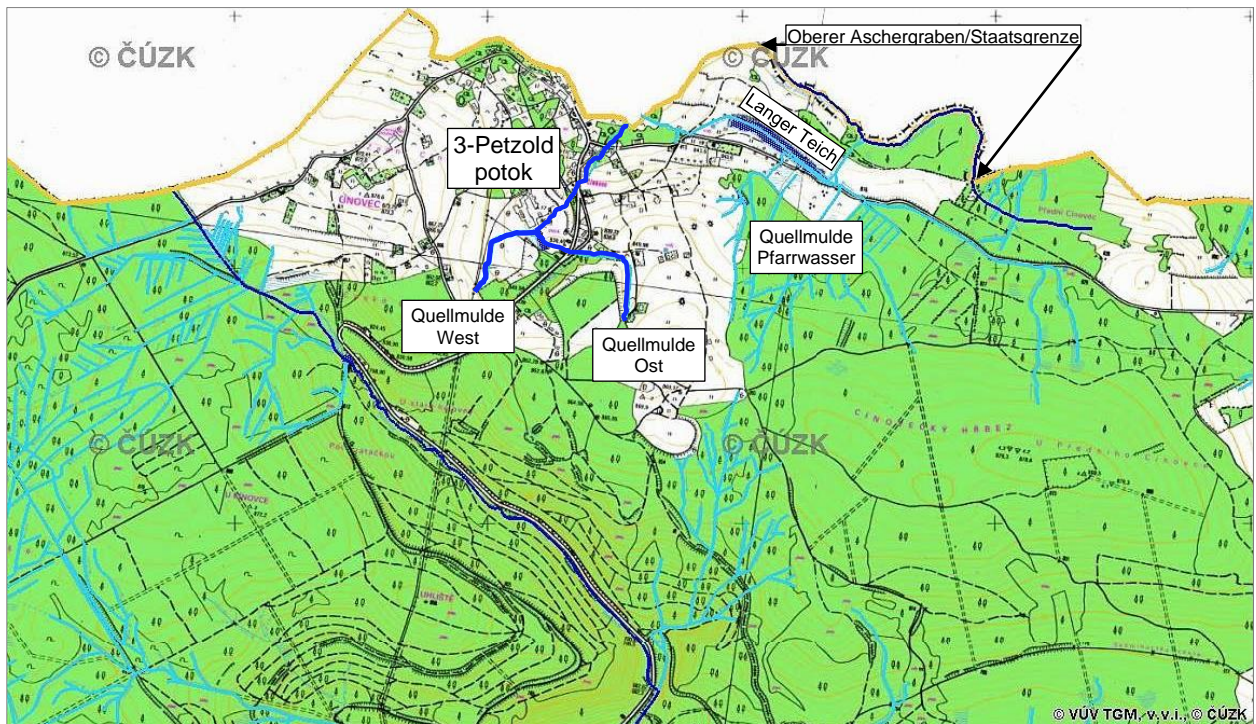


Abbildung 8: Fließgewässer und stehende Gewässer im Gebiet Cínovec/CZ [Hydroekologický informační systém] In dieser Karte ist der blau hervorgehobene Petzold potok mit den beiden Quellmulden korrekt eingetragen.

2.10.2 EINZUGSGEBIETE

Die Kammhochfläche von Zinnwald-Cínovec entwässert über den Georgenfelder Bach (früher Grenzbach, Ascherbach), den Petzold potok/Petzoldwasser und den Farní potok/Pfarrwasser in das Heerwasser, das mit dem Hüttenbach vereinigt als Geisingbach durch Geising zum Roten Wasser fließt (Tabelle 14). Östlich davon führen der Kalte Brunnen/Studený studně, der Hüttenbach und der Erdbach das Oberflächenwasser ab und leiten es ebenfalls zum Geisingbach.

Im Osten schließt sich das Einzugsgebiet der Müglitz und im Westen das Einzugsgebiet der Divoká Bystrice/Wilden Weißeritz (Rehefeld) an. Nach Norden entwässern das Schwarzwasser und der Tiefenbach das Gebiet um Altenberg zum Roten Wasser hin. Von Norden her greift auch das Einzugsgebiet der Roten Weißeritz bis zum Großen Galgenteich ein, der auf einem Gebirgssattel liegt. Der große Galgenteich kann daher über den Kleinen Galgenteich zum Tiefenbach mit dem Walkteich weiter zum Roten Wasser als auch mittels Überlauf zur Roten Weißeritz hin entwässert werden. Flächen jenseits der Kammlinie entwässern in den Jezerní důl/Seegrund in dem die Bystrice/Flössbach nach Süd fließt. Die Grube Cínovec greift mit dem Grubenfeld des Schachtes Cínovec II von Nord herkommend unter der Kammlinie hinweg weiter nach Süden in dieses Einzugsgebiet ein.

Tabelle 14: Einzugsgebiete des Heerwassers und angrenzender Fließgewässer

Bezeichnung	Fläche in km ²	Erläuterungen
Hanggraben mit Nebenbach	0,7333	Hanggraben oberhalb RRB I, Nebenbach unterhalb bis Georgenfelder Bach. Dieser Hanggraben sammelt das Wasser der Quellmulden von Georgenfelder Bach und Nebenbach und leitet es zum RRB I.
Georgenfelder Bach mit Wiesengraben	1,6900	Der Wiesengraben verläuft nahe der Staatsgrenze und mündet an der S174 in den Georgenfelder Bach
Petzold potok/ Petzoldwasser ohne Oberer Aschergraben	1,6733	Die Bezeichnung wechselt an der Staatsgrenze
Oberer Aschergraben mit Farní potok/ Pfarrwasser	1,2193	Der Obere Aschergraben nimmt das Wasser vom Dlouhý rybník/Langer Teich auf und mündet gegenwärtig in das Petzoldwasser.
Unterer Aschergraben	0,817	Der Untere Aschergraben erhält sein Wasser aus dem Georgenfelder Bach.
Heerwasser	0,9658	Das Heerwasser beginnt erst am Zusammenfluss von Petzoldwasser und Georgenfelder Bach und nimmt das Pfarrwasser mit auf.
Pfarrwasser unterhalb vom Oberen Aschergraben	1,2983	Das Pfarrwasser mündet ins Heerwasser. Die Quellmulde gehört zum Einzugsgebiet des Oberen Aschergrabens.
Quergraben	1,620	Der Quergraben fasst Wasser an der Ostflanke des Kahleberges und führt es wahlweise über den Sandgraben zum Großen oder im Quergraben weiter in den Kleinen Galgenteich.
Studený studně / Kalter Brunnen	1,358	Quellmulde bis Hüttenbach
Hüttenbach oberer Abschnitt	1,213	Quellmulde bis Erdbach
Hüttenbach unterer Abschnitt	1,12	Erdbach bis Geisingbach
Geisingbach	1,00	Bezeichnung für den Abschnitt ab dem Zusammenfluss von Heerwasser und Hüttenbach bis zum Roten Wasser, kumuliertes Einzugsgebiet 14,4 km ²
Rotes Wasser	6,53	zwischen Pegel Geising 1 und Müglitz, kumuliertes Einzugsgebiet 26,4 km ²
Schwarzwasser	1,01	Grenzzollanlage bis Hanggraben, Spülhalde überdeckt alte Einmündung in den Tiefenbach

Veränderungen der Abflussverhältnisse im Einzugsgebiet des Heerwassers bei Tauwetter und Starkregen ergeben sich durch Öffnen und Schließen der Wehre (Tabelle 15). In Tabelle 13 sind für die einzelnen Abschnitte des Heerwassers die Veränderungen des Abflussverhaltens sowie die Auswirkungen beschrieben.

Tabelle 15: Veränderung im Einzugsgebiet des Heerwassers bei Tauwetter / Starkregen durch Wehreinrichtungen

Bezeichnung	Veränderung	Erläuterung
Unterer Aschergraben bis Schwarzwasser	Das Wehr zwischen Georgenfelder Bach und Unterem Aschergraben wird geschlossen. Es fließt das gesamte Wasser des Georgenfelder Baches zum Heerwasser ab.	Das Ausbrechen des Aschergrabens am Hang im Bereich der Wäschesandhalde wird verhindert.
Hanggraben, Nebenbach	Das Wehr zwischen dem Hanggraben und dem Georgenfelder Bach ist ständig geschlossen. Das Wasser aus der Quellmulde des Georgenfelder Baches fließt nur über den Hanggraben/Nebenbach zum Georgenfelder Bach.	Das Ausbrechen des Georgenfelder Baches in der Ortslage Georgenfeld wird verhindert.
Oberer Aschergraben bis Pfarrwasser	Der Studený studně/Kalte Brunnen quert die Straße Cínovec-Fojtovice und wird vom Oberen Aschergraben nicht mehr angezapft.	Der Obere Aschergraben führt daher bis zur Einmündung des Ablaufgrabens vom Dlouhý rybník / Langer Teich nur noch sehr wenig Wasser.
Dlouhy rybník / Langer Teich zum Oberen Aschergraben	Das Wehr am Dlouhý rybník/Langer Teich zum Ablaufgraben in Richtung Oberer Aschergraben dient ständig als Ablauf für diesen Teich.	Das Wehr ist baulich defekt.
Oberer Aschergraben am Abzweig Pfarrwasser	Das Wehr zwischen Oberem Aschergraben und dem Pfarrwasser ist ein Überlaufwehr, das selbständig anspringt (Wasserteiler). Zugleich begrenzt das abstromige Sohlwehr im Oberen Aschergraben den Abfluss in diesen Graben.	Bei starkem Wasserabfluss springt der Wasserteiler zum Pfarrwasser hin an. Das Ausbrechen des Oberen Aschergrabens im Ortsteil Zinnwald-Rosengrund wird verhindert und das überschüssige Wasser im Pfarrwasser abgeleitet.
Oberer Aschergraben an der Grumbtmühle	Das Wasser wird bedarfsweise mittels Wehr in den Spannteich der Mühle geleitet.	Bei zu starkem Wasserzulauf kann damit ein Ausbrechen des Oberen Aschergrabens zwischen Wohnhaus am Hang und entlang der Grumbtmühle – Hanggraben – nicht verhindert werden.

2.10.3 BESCHREIBUNG GEWÄSSERSCHEMA

Das Gewässerschema wurde für die deutsche Seite aus den auf einer kompletten Neuvermessung beruhenden kartografischen Anlagen des Hochwasserschutzkonzeptes von 2007 [Dietrich et al. (20019)] konstruiert und durch Begehungen in den Jahren 2011/2012 und 2018 komplettiert und berichtigt. Für die tschechische Seite wurde die amtliche hydrologische Karte [Hydroekologický informační systém] zugrunde gelegt und ebenfalls durch Begehungen in den o. g. Jahren aktualisiert. Die historischen Daten sind im Zuge der Erarbeitung der neuen Bergschadenkundlichen Analyse [Dietrich et al. (20019)] aus Akten und bei Befragungen angefallen.

Die graphische Darstellung des Gewässerschemas befindet sich in der Anlage 4. Der Obere und Untere Aschergraben sowie der Quergraben sind für den Bergbau angelegt worden. Weitere Gräben in Georgenfeld sowie Gräben in Cínovec und auf der tschechischen Kammerhochfläche dienen der Wasserregulierung und beeinflussen ebenso wie die Straßengräben den natürlichen Ablauf der Oberflächenwässer in Richtung Geisingbach und Rotes Wasser. Der ebenfalls dem Bergbau dienende Neugraben an der Westflanke des Kahleberges beeinflusst nur die Einzugsgebiete von Wilder Weißeritz/Divoká Bystřice und Roter Weißeritz.

Die beiden Quellmulden des Petzold potok/Petzoldwasser reichen bis zum Erzgebirgskamm und sind zum Teil durch die Ortslage Cínovec und die Altbergbauflächen überprägt. Auf tschechischer Seite fließen daher die Oberflächenwässer der Ortslage Cínovec frei und kanalisiert sowie die Dränagewässer der Odkaliště/Spülhalde von Rudne Doly Cínovec dem Petzold potok zu. Weiter nach Osten zu werden die Oberflächenwässer zwischen der Kammlinie (Hůsuv Vrch/Am alten Forsthaus und Cínovecký Hřebet/Am toten Kind oder Zinnwald Berg) und der Landesgrenze von einem Grabensystem zunächst dem Dlouhý rybník/Langen Teich (auch Kirchenteich) zugeführt. Dessen Überlauf mündet jetzt in den Oberen Aschergraben. Bis 1945 wurde das Wasser über den Ablaufgraben zur Moritz Wäsche und zur Lobkowitz Schmelzhütte an der Staatsgrenze in das Petzoldwasser geleitet.

Die Ortslage Cínovec wird vom Petzold potok entwässert, der in Zinnwald als Petzoldwasser weiter zum Heerwasser fließt. Das Quellgebiet vom Petzoldwasser/Petzold potok liegt in Cínovec in den beiden Quellmulden Ost und West mit nassen Wiesen, die sich vom Gebirgskamm herunterziehen. Die temporären Zuflüsse aus der Quellmulde West werden von den Straßengräben der Umgehungsstraße I/8 weitgehend abgeschnitten, gesammelt und in den Úpravenský nádrže Aufbereitungsteich geleitet. In der Quellmulde West liegen Teile der Streusiedlung am Hang.

Die ständig fließende Quellmulde Ost wurde früher die Weeche, nach dem dort vorhanden aufgeweichten Wiesengelände, genannt. Seit Ende der 1960er Jahre ist diese Quellmulde teilweise von der Odkaliště/Spülhalde überdeckt worden und entwässert über den Randgraben Nord und parallel über die Untergrunddränage der Odkaliště/Spülhalde. Der Randgraben West der Odkaliště/Spülhalde führt nur temporär Wasser. Das Wasser beider Randgräben gelangt mit dem der Untergrunddränage der Odkaliště/Spülhalde in einen Durchlass, der die alte Hauptstraße quert und in den Úpravenský nádrže/Aufbereitungsteich fließt. Der Auslauf des Úpravenský nádrže/Aufbereitungsteiches mündet in eine Rohrleitung mit Kontrollschächten, die in der Halde des Schachtes Cínovec I zum alten Bachbett des Petzold Potok geführt wird. Dort enden auch ein Straßengraben und der Auslauf des Záchytné nádrže/Doppelkammer-Betonbeckens. Das gesamte Wasser fließt im Durchlass unter der alten Hauptstraße hindurch zum Retenční nádrže/Rückhaltebecken oberhalb der Čistírna odpadních vod/Kläranlage. In diesen Durchlass muss auch die Entwässerung der leicht oberhalb liegenden Tankstelle mit den Verkehrsflächen fließen. Aus dem Retenční nádrže/Rückhaltebecken fließt der Petzold potok im offenen Bachbett und in einem weiteren Durchlass unter der Straße Cínovec-Fojtovice hindurch und an der Čistírna odpadních vod/Kläranlage vorbei zur Staatsgrenze.

Auf deutscher Seite schließt sich der Ortsteil Rosengrund im Tal des Petzoldwassers an. Der Obere Aschergraben mündet heute unterhalb der Grumbtmühle im Zinnwalder Ortsteil Rosengrund in das Petzoldwasser. Das Wasser fließt weiter an den alten Wäschsandhalden vorbei im bewaldeten Tal des Petzoldgrundes zum Heerwasser ab. Früher war das Bachbett des Petzoldwassers in der Talsohle nach dem Riss vom Meutzner [Bergarchiv Freiberg R-40040_B724 (alt: I.A.18) Meutzner, E. L. (1849)] wegen des Wasserbedarfs der Mühlen und

Erzwäschen meist trocken, weil das Wasser im Oberen Aschergraben zunächst am rechten Talhang über Mahl- bzw. Brettmühlen und Erzwäschen geleitet wurde. Nach der Schöpischen Pochmühle querte der Obere Aschergraben das Bachbett und wechselte auf die linke Talseite zur Brettmühle und Michaeliser Wäsche, versorgte noch die Reich Troster Wäsche und die Vereinigtfelder Wäsche bevor der Obere Aschergraben in den Georgenfelder Bach mündete, dessen Wasser gleich wieder für den Unteren Aschergraben entnommen wurde, der in Richtung des Altenberger Mühlberges floss.

Der Markscheider Weiß hat 1855 die intensive Nutzung des Petzoldwassers in einem Gefällerriss [Bergarchiv Freiberg R-40040_B711 (alt: I.A.8) Weiß, F. J. (1855)] dargestellt, der den Riss von Meutzner ergänzt (Abbildung 9).

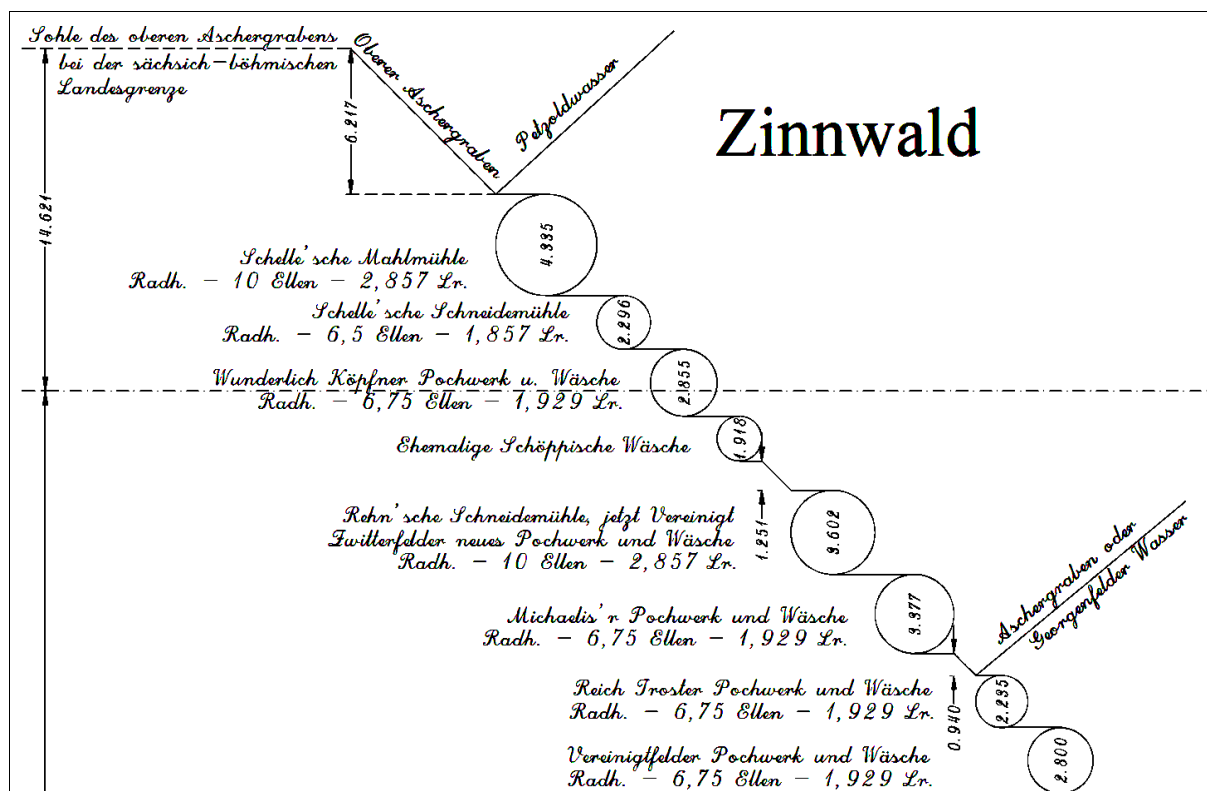


Abbildung 9: Gefällerriss von 1855 [Bergarchiv Freiberg R-40040_B711 (alt: I.A.8) Weiß, F. J. (1855)], Ausschnitt zum Petzoldwasser zwischen Staatsgrenze und Georgenfelder Wasser, wo sich beide zum Heerwasser vereinigen

Nach dem Bau der Aufbereitungsanlagen der Stahlwerk Becker AG am Georgenfelder Bach (1914/15) wurden die Michaeliser Wäsche und der Obere Aschergraben auf dem linken Talhang im Petzoldgrund weitgehend aufgegeben und das Petzoldwasser floß wieder in der Talsohle ab. Erst unterhalb der alten Michaeliser Wäsche wurde dem Petzoldwasser das Betriebswasser für die neue Aufbereitung entnommen und in einem kurzen Stück des alten Oberen Aschergrabens dorthin geleitet. Dieser Zustand blieb nach Stilllegung dieser neuen Aufbereitung Anfang Mai 1945 bis zur Schließung des Altenberger Zinnbergbaus (1991) bestehen, weil dadurch Wasser aus dem Petzoldgrund/Oberer Aschergraben zum Georgenfelder Bach geleitet und nach kurzem Fließweg in den Unteren Aschergraben in Richtung Altenberg abgezogen werden konnte. Gegenwärtig sind alle Teilstücke des Oberen Aschergrabens auf dem linken Hang des Petzoldgrundes trockengelegt und das Petzoldwasser fließt vollständig in der alten Talsohle zum Heerwasser ab. Der wasserführende Abschnitt des

Oberen Aschergrabens endet heute an der Einmündung in das Petzoldwasser im Ortsteil Rosengrund.

Nach Osten hin schließt sich die Quellmulde des Farní potok/Pfarrwassers an, das ins Heerwasser mündet. Die Quellmulde wird über den Rott Teich zum Dlouhý rybník/Langen Teich hin entwässert. Unterhalb des Dlouhý rybník/Langen Teiches wird diese Quellmulde vom Oberen Aschergraben gequert, der im Normalfall das gesamte Wasser aus der oberen Quellmulde des Farní potok/Pfarrwassers einschließlich der beiden Teiche zum Petzoldwasser leitet. Am Abzweig Oberer Aschergraben/Pfarrwasser steuert ein Wasserteiler (2 Wehre) den Abfluss in beide Fließgewässer. Erst bei starkem Wasserzulauf im Oberen Aschergraben springt der Überlauf ins Pfarrwasser an.

Früher wurde die obere Quellmulde des Farní potok/Pfarrwassers über den Rott Teich zum Dlouhý rybník/Langer Teich und von dort weiter im Ablaufgraben bis zu einem Wasserteiler an der Straße nach Fojtovice geleitet, der die Schmelzhütte und die Erzwäsche versorgte. An der Grenzlinie gelangte dieses Wasser in den Petzold potok/Petzoldwasser.

Der Rott Teich, wahrscheinlich nach einem wichtigen Gewerken benannt, ist für den Betrieb einer direkt unterhalb vom Teichdamm arbeitenden alten Schmelzhütte im sogenannten Hüttenraum gebaut worden. Der Dlouhý rybník/Lange Teich ist erst 1787 als Kunstteich für die Lobkowitz Wäsche und Schmelzhütte angelegt worden. Von dort ging der Hüttengraben in Richtung Lobkowitz Schmelzhütte am Petzold potok / Petzoldwasser und der Wäschgraben in Richtung der Lobkowitz Wäsche (Moritzwäsche). Der Wäschgraben mündete in den Mühlgraben. Der Graben zur Wäsche wird stellenweise noch genutzt. Alle anderen Gräben zur Schmelzhütte/Wäsche sind verfallen.



Abbildung 10: Blick von der Grenzbuche zum Petzold potok/Petzoldwasser mit der Moritz Wäsche (A), der Wäsche (B) und der mittlerweile abgerissenen Lobkowitz Schmelzhütte (C). (Ausschnitt Ansichtskarte) etwa 1939/40

Weiter nach Osten hin liegt das Einzugsgebiet vom Kalten Brunnen/Studený studně, das bis zur Kammlinie auf tschechischem Gebiet reicht und knapp östlich am Beginn des Oberen Aschergrabens vorbei frei nach Norden abfließt. An der Straße Cínovec-Fojtovice wird Wasser des Kalten Brunnens/Studený studně gefasst und zur Wasserversorgung nach Cínovec geleitet (Wasserhaus). Betreiber ist die Severočeské vodovody a kanalizace a.s (SČVK).

Für den Betrieb der Grube Cínovec und der Aufbereitung am Schacht Cínovec I wurde bis 1991 das Gruben- und Oberflächenwasser im Kreislauf genutzt. Nur in nassen Zeiten wurde das Überschusswasser in den Petzold potok bzw. im Niveau der III. patro (Tiefer Bünau Stolln) auf die deutsche Seite geleitet. Aus dem Schacht Cínovec II konnte man so auch Wasser in den Důlní potok/Grubenbach leiten, das in der Bystřice/Flössbach weiter nach Süden gelangte.

In den Petzold potok/Petzoldwasser münden die Regenentwässerungsanlagen von Cínovec und es fließt das Regenwasser des Zinnwalder Ortsteil Rosengrund zu. In das Georgenfelder Wasser münden die Regenentwässerungsanlagen der B170 und der Grenzzollanlage mit ihren Regenrückhaltebecken ein. Die oberhalb der Grenzzollanlage liegende Dynamosiedlung hat eine Regenwasserbeschleunigung, die zum Hanggraben hin entwässert. Das Georgenfelder Wasser nimmt außerdem die Grubenwässer des Tiefen Bünau Stollns sowie des Tiefen Hoffnung Gottes Stollns auf.

In das Heerwasser tritt bei der Einmündung des Petzoldwassers diffus Grubenwasser des Carl Anton Stolln ein, dessen Zuflusspunkt zurzeit in der zerbrochenen Dreifachverrohrung liegt. Am Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stolln nimmt das Heerwasser die Hauptmenge

des Grubenwassers der Grube Zinnwald/Cínovec auf. Außerdem speist der Leopold Stolln mit seiner Tagesrösche das Heerwasser unterhalb der Häuerbrücke.

Zinnwald besitzt im Bereich der Lagerstätte nur eine Schmutzwasserkanalisation und stellenweise Straßenentwässerungen, jedoch keine kommunale Beschleunigung für Regenwasser. Es gibt zudem Hinweise im Gelände auf alte Kanalisationen, die nur teilweise im aktuellen Generalentwässerungsplan der Gemeindeverwaltung dokumentiert sind [Bauer (2000)].

2.10.4 LISTE DER STEHENDEN GEWÄSSER

Im Einzugsgebiet vom Georgenfelder Bach sowie dem Nebenbach mit Hanggraben wurde mit drei Regenrückhaltebecken massiv in den natürlichen Wasserabfluss eingegriffen. Im Zug der Verlegung des Überganges der B170 / E55 an der Staatsgrenze einschließlich des Baues einer großen Grenzzollanlage und dem Ausbau der B170 mussten auf deutscher Seite Regenrückhaltebecken angelegt werden, die von der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben für die Grenzzollanlage (ab 2013 Stadt Altenberg) bzw. vom Straßenbauamt betrieben werden. Ein weiteres Regenrückhaltebecken liegt auf tschechischem Gebiet. Hinzu kommen Regenrückhaltebecken und Teiche in der Ortslage Cínovec.

Drei Regenrückhaltebecken liegen im Einzugsgebiet des Georgenfelder Wassers:

- Regenrückhaltebecken im Grenzipfel auf tschechischer Seite
- Regenrückhaltebecken IV neben dem Grenzsteinhof an der S174 (alte B170), 2 Teilbecken
- Regenrückhaltebecken I Grenzzollanlage neben der S174 (früher F170, B170), 2 Teilbecken

Zwei weitere Regenrückhaltebecken an der B170 entwässern ins Schwarzwasser:

- Regenrückhaltebecken II Nordende der Grenzzollanlage, 2 Teilbecken
- Regenrückhaltebecken III beim neuen Raupennest an der B170, 2 Teilbecken

Zwei Regenrückhaltebecken in der Ortslage Cínovec:

- Záchytné nádrže/befestigtes Rückhaltebecken am Fuß der Halde des Schachtes Cínovec I mit Auslauf in den Petzold potok in der Ortslage Cínovec. Dieses Becken wird gegenwärtig nicht benutzt.
- Retenční nádrže/Rückhaltebecken im Petzold potok oberhalb der Straße Cínovec-Fojtovice

Als einfache Durchlaufteiche wirken drei Teiche in Cínovec und ein Teich in Zinnwald:

- Úpravenský nádrže/Aufbereitungsteich am Schacht Cínovec I (Militärschacht)
- Dlouhý rybník/Langer Teich
- Rott Teich
- Spannteich Grumbtmühle

In Zinnwald gibt es zwei Feuerlöschteiche:

- Feuerlöschteich hinter dem Reichtroster Huthaus mit einem Zulauf aus dem alten Kiesleiter Stolln. Der Ablauf wird durch die Schachtplombe des Gabriele Schachtes in die Grube geleitet.
- Feuerlöschteich am Abzweig des Goldhahnweges von der S174 (alte B170) beim Grenzsteinhof. Der Feuerlöschteich wird im Nebenschluss des Georgenfelder Baches betrieben.

2.10.5 LISTE DER STOLLN ZUR GRUBENENTWÄSSERUNG IM EINZUGSGEBIET DES HEERWASSERS

Im Einzugsgebiet des Heerwassers führen mehrere Stolln das Grubenwasser aus stillgelegten Bergwerken in die Vorfluter ab. Über die Grubenwässer der Stolln werden die Fließgewässer nach Menge und Güte beeinflusst. Für die Gruben und Stolln ohne Rechtsnachfolge ist das Sächsische Oberbergamt Freiberg als Sonderpolizeibehörde für die Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung zuständig. Die Stolln sind in der neuen Bergschadenkundlichen Analyse [Dietrich et al. (2019)] risslich genau erfasst und in der Abbildung 7 zur Übersicht mit eingetragen.

Tabelle 16: Stolln im Einzugsgebiet des Heerwassers

Stolln	Niveau, Lage des Mundloches	Bemerkung
Verbundgrube Zinnwald		
Kiesleiter Stolln	An der Staatsgrenze oberhalb der Pension Hönig Flurstücksgrenze 64 mit 69/3	entwässert in den Feuerlöschteich
Oberer Büнау Stolln	ca. 780 m NN, Zinnwald, Goetheweg	in der Grube stellenweise noch wasserführend, Mundloch mit Aufschüttung überbaut, wasserfrei
Tiefer Büнау Stolln	749,5 m NN, Zinnwald, Goetheweg am Georgenfelder Wasser	wasserführend, Zugang für das Besucherbergwerk
Tiefer Hilfe Gottes Stolln	ca. 720 m NN am Heerwasser	wasserführend, Gittertür
Josef Stolln	786,25 m NN im Petzoldgrund	diffuser, sehr geringer Wasseraustrag, Mundloch verbrochen
Kleingruben		
Tiefer Hoffnung Gottes Stolln	ca. 741 m NN, Zinnwald, Goetheweg am Georgenfelder Wasser	wasserführend, Mundloch verrohrt
Hoffnung Gottes Stolln	ca. 764 m NN, Zinnwald, Georgenfelder Wasser beim Guttenschacht	wasserfrei, Mundloch verrollt
Carl Anton Stolln	ca. 726 m NN oberhalb der Mündung des Petzoldwassers ins Heerwasser	diffuser Wasseraustrag in die Dreifachverrohrung, Mundloch mit Straße und Sandhalde überbaut
Gnade Gottes Stolln	ca. 739 m NN, Zinnwald, Goetheweg am Georgenfelder Wasser	wasserfrei, Mundloch verrollt
Leopold Erb-stolln	ca. 693 m NN, Heerwasser bei der Häuerbrücke, rechter Talhang	Wasseraustrag aus der verrollten Tagerösche (ca. 692,5), Mundloch verrollt
Bartholomäus Stolln	Oberer Aschergraben am linken Talhang des Petzoldwassers bei der früheren Schöpischen Wäsche	diffuser Wasseraustrag in Wäschesandhalde, weiter zum Petzoldwasser, Mundloch überschüttet
Glück auf Stolln	rechter Talhang des Petzoldwassers	diffuser Wasseraustrag zum Petzoldwasser, Mundloch verrollt
Kunst Dittrich Stolln	am Heerwasserhang über dem Mundloch des Tiefer Hilfe Gottes Stolln	Mundloch verrollt, Wasser versickert zum Tiefen Hilfe Gottes Stolln

3 ENTWICKLUNG DER MONTANISTISCHEN VERHÄLTNISSSE IN ZINNWALD/CÍNOVEC UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER MONTANHYDROLOGIE

3.1 RECHERCHE HISTORISCHER ANGABEN ZU MONTANISTISCHEN VERHÄLTNISSSEN IN ZINNWALD/CÍNOVEC

Schrittweise wurden seit 1993 mit der Eröffnung des Besucherbergwerkes Vereinigt Zwitterfeld zu Zinnwald wegen verschiedener Anlässe quellengestützte, historische Daten zur Verbundgrube Zinnwald/Cínovec gesammelt und systematisch zu Papier gebracht. Die Übersicht enthält die wichtigsten Arbeitsschritte und Verweise auf die bisherigen Ergebnisdokumentationen.

1. Grube Zinnwald/Cínovec: Bestimmung der Bergbauperioden mit ihrem Einfluss auf das Grubengebäude und Chronik wesentlicher Ereignisse [Barsch & Symmangk (1997); Barsch & Symmangk (1998); Dietrich et al. (2019)]
2. Grube Zinnwald: Bergbautechnologie nach Grubenbefahrungen und Aktenauswertung unter Einbeziehung der Verwahrungsarbeiten der Bergscherung Dresden bis 1997 und der Bergsicherung Freital bis heute [Dietrich et al. (2019)].
3. Grube Cínovec: Auswertung von geologischen, geochemischen, montanhydrologischen und bergbautechnologischen Unterlagen tschechischer Archive und tschechischer Veröffentlichungen sowie Beobachtungen zur Geologie, Montanhydrologie und Bergbautechnologie aus Grubenbefahrungen [Martin & Sennewald (2014)].
4. Grube Zinnwald/Cínovec: Systematische Darstellung des Lagerstättenaufbaus und der Lagerstättenentstehung nach Kenntnisstand und nach den Beobachtungen bei Befahrungen [Dietrich et al. (2019)].
5. Grube Zinnwald/Cínovec: Es wurden die zur Grube Zinnwald/Cínovec vorhandenen Grubenwasserbilanzen erfasst und in Berichtskapiteln zuletzt im Kapitel 5.4 dieses Berichtes ausgewertet. Hinzu kamen Beobachtungen zu Fließwegen des Oberflächenwassers, dessen Einwirkungen auf das Grubenwasser und Abschätzungen zu den Oberflächenwassermengen [Martin & Sennewald (2014)].
6. Gewässerschema und Hydrologie im Einzugsgebiet des Heerwassers wurden im VO-DAMIN-Projekt geklärt und auch in der Bergschadenskundlichen Analyse ausführlich beschrieben. Für die Montanhydrologie in der Grube Zinnwald sind die beiden Versickerungsflächen über der Lagerstätte für erhebliche Zuflüsse verantwortlich [Martin & Sennewald (2014)]. Das Gewässerschema wurde mit präzisiertem Inhalt als Anlage 4 in den Vita-Min-Bericht übernommen.

Aus diesem Fundus heraus können in den folgenden Kapiteln historische, montanhydrologische Daten mit der Bergbauentwicklung verknüpft werden. Im Kapitel 5.4 wird dann der Wasserstammbaum in der Gegenwart genau beschrieben.

3.2 ZEITLICHE ABFOLGE DES BERGBAUS (BERGPAUPERIODEN)

Mit der hier vorgelegten Periodisierung wird versucht, für die Grube Zinnwald und ihr Umfeld den Entwicklungstendenzen anhand von wichtigen Aspekten der Montanproduktion und damit zusammenhängender zentraler Ereignisse nachzuspüren. Die Grube Cínovec wird, soweit es geht, mitberücksichtigt, auch wenn dafür die Periodisierung nicht einfach übernommen werden kann. Das hängt in den Perioden bis 1851 damit zusammen, dass die beiden Hauptstollntrakte erst mit deutlicher zeitlicher Verzögerung die südlichen Gruben auf böhmischem Gebiet erreichten. So wurde 1740 noch daran gearbeitet, die im Süden gelegenen Gruben Traugott, Abendstern und Michaelis über die Grube Schweif an den Oberen Bünau Stolln anzuschließen [Bergarchiv Freiberg A-40080_023 (alt: BA-Neug/III/4) 1740]. Der Tiefe Bünau Stolln erreicht erst 1738 die Staatsgrenze und wurde erst 1748 zur Wasserlösung der ersten Grube im Biliner Bergrevier von Böhmisches Zinnwald wirksam [Bergarchiv Freiberg A-40080_096 (alt: BA-Neug/VII/14 Vol. 2) 1753 bis 1765].

Die Zinnwalder Montangeschichte wird stark von einigen gesellschaftlichen und naturgegebenen Besonderheiten beeinflusst:

- Bis 1851 gut 300 Jahre Vasallenbergbau der Lauensteiner Grundherren, der Grundherren von Graupen, von Bilin sowie zeitweise der Stadtgemeinde Graupen auf Zinn in für damalige Verhältnisse mittelgroßer Lagerstätte beiderseits der Staatsgrenze. Es gab zwischen den Grundherren neben gemeinsamen auch strittige wirtschaftliche Interessen, die Mitte des 18. Jahrhunderts im zäh geführten und nie geklärten Streit um die Verwaltung und um die Erträge der beiden Hauptstolln einen Höhepunkt erreichten. Unabhängig davon trugen die Stolln das Grubenwasser grenzüberreifend ab. Die vielen Kleingruben auf der Lagerstätte bildeten, ob gerade in Betrieb oder aufgelassen, damit ein zusammenhängendes montanhydrologisches System, gegliedert in mehrere Grubenbereiche.

Vasallenbergamt: dem jeweiligen Grundherren unterstehendes Bergamt zur Verwaltung des Bergbaus auf „niedere Metalle“, wie Zinn und Eisen; für Zinnwald das Vasallenbergamt Neugeising des Lauensteiner Grundherren

- Es gab grenzübergreifende technologische Verknüpfungen mit Regelungsbedarf wegen der Stolln, der Grubenfeldentwässerungen bis hin zur Förderung und der Bewetterung.
- Wegen Wassermangels auf der Gebirgshochfläche gab es zusätzlich eine Verknüpfung für die Aufbereitung der Erze zwischen dem deutschen und böhmischen Teil, indem es böhmische Pochwäschen auf bünauschem Grund gab oder gemischte Gewerkegruppen an den Pochwäschen der sächsischen Seite im Petzoldgrund und am Georgenfelder Wasser beteiligt waren.
- Die aneinandergrenzenden selbständigen Gemeinden Sächsisch Zinnwald, Böhmisches Zinnwald und das jüngere Georgenfeld bildeten auch nach der Exulantenwelle noch bis Mai 1945 einen montanistischen Wirtschaftsraum über die Staatsgrenze und grundherrschaftliche Grenzen hinweg mit Durchlässigkeit für die Arbeitskräfte, wegen der Erzaufbereitungen und der Stollnwasserableitungen sowie der Nahrungsmittelversorgung und der Trinkwasserversorgung (Kiesleiter Stolln).

- Nach Liberalisierung der Montanwirtschaft 1851 waren die Gruben in der nunmehr relativ kleinen Lagerstätte, zusätzlich getrennt durch die Staatsgrenze, nicht konkurrenzfähig auf dem Weltmarkt. Ausgenommen davon waren die Phasen einer wirtschaftlich abgeschotteten Rüstungsproduktion des deutschen militärisch-industriellen Komplexes in beiden Weltkriegen. In diesen Phasen wurde vor allem Wolframerz und im 2. Weltkrieg zusätzlich Lithiumerz produziert. Wolfram fand Anwendung in hochfesten Stählen für Rüstungsgüter. Lithium war sehr wichtiger Legierungsbestandteil der Gleitlager der Deutschen Reichsbahn („Bahnmetall“).

Pochwäsche: in historischer Zeit Anlage zur Erzaufbereitung (Abtrennung der schweren metallhaltigen Bestandteile von leichtem taubem Material) durch Zerkleinern („Pochen“) und Waschen, meist durch Wasserkraft angetrieben

- Die Lagerstättenvorräte in der Flözlagerstätte waren auf nur mittelgroßer Anschnittsfläche des Zinnwalder Granites (1,5 km x bis 500 m) relativ groß, weil mehrere Flözbahnen übereinanderlagen und so in kleinen Grubenfeldern über viele Jahrzehnte, bei einem schrittweisen Teufenaufschluss durch Stollen, gebaut werden konnte. Infolgedessen wurde das Deckgebirge mit zahlreichen Haspelschächten durchlöchert.
- Zeitlich gestaffelter Nutzmineralabbau von Zinnerz bis 1853 als alleiniges Nutzmineral über Zinn- und etwas Wolframerz bis 1881, danach folgender Wolframerzbergbau mit Zinnerzgewinnung nur als Nebenprodukt, 1923 bis 1936 ausschließliche Lithiumerzgewinnung und danach bis zum Ende des zweiten Weltkrieges Wolframerz, Zinnerz und Lithiumerzgewinnung, auf tschechischer Seite noch bis 1990 Zinnerz und Wolframerz. Als Nebenprodukte wurden zeitweilig Quarz, Schaustufen, Haldenstein, große Gartensteine gewonnen und Wäschsande verkauft.
- Diese schrittweise Gewinnung verschiedener Metallerze führte etwa zwischen 1866 und Mai 1945 zu einem umfangreichen Nachlesebergbau in Restpfeilern der Flöze und in den Greisenmassen auf Wolframerz und zugleich zum Kutten des Bergeversatzes und der Haldenberge auf Wolframerz sowie zum erneuten Schmelzen der Zinnschlacken auf Wolfram. Außerdem konnten aufgehaldete Wäschsande auf Lithiumerz mittels Magnetscheidung erneut durchgesetzt werden.

Kutten: „Nachlesebergbau“, untertägige Versatzmassen oder Halden werden umgegraben und Wertbestandteile (Erze) ausgeklaut, in Zinnwald - Cínovec Mitte des 19. Jahrhunderts bis in die 1920er Jahre bedeutender Nachlesebergbau auf Wolframit, der früher in den Versatz oder auf Halde gestürzt worden war

- Unter und teilweise neben der tagenahen und bis 1945 bzw. 1980 ausgeerzten Flözlagerstätte befinden sich umfangreiche nur ansatzweise bergmännisch aufgeschlossene Armerzgreisenkörper, die wie die Flöze Lithiumerz, Wolframerz, Zinnerz und sehr niedrige Gehalte der Spurenelemente Niob, Tantal, Rubidium, Scandium, Cäsium führen.
- Seit 2012 erneut Lithiumerz erkundung in der gesamten Lagerstätte.

Die nachfolgende Periodisierung beruht neben der Kenntnis der allgemeinen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich der Spezifik des Zinnwalder Bergbaus auf der Durchsicht der Akten. Es war im zeitlichen Rahmen noch nicht möglich, die historische Darstellung dazu auszuführen. Außerdem sind in der Bergschadenkundlichen Analyse bei den Kleingruben, den Halden, den Altstollen, den Montantechnologien und bei der Nutzmineralgewinnung jeweils genaue historische Zusammenhänge dargestellt. Der Vortext zum Aktenrepertorium von der Archivarin M. Liebscher aus dem Jahre 1999 wird hier zusätzlich eingefügt, weil er die verwaltungstechnische Entwicklung unter Einbeziehung der Kenntnisse von H. Petzold, W. Barsch, H. Giegling und W. Stöckel [Petzold (1965); Barsch et al. (1978)] gut beschreibt:

„Zur Geschichte des Berggerichtes (Bergamt) zu Neugeising bei Altenberg

Bereits in der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts stieß man im böhmischen Graupen (Krupka) auf Zinn. Nachdem Graupen 1429 durch die Hussiten zerstört wurde, fand man beim Wiederaufbau durch intensives Absuchen der Gegend auch auf sächsischer Seite des Erzgebirges ein so reiches Zinnvorkommen, das den böhmischen Fundort bald übertraf. Schon 1453 erhielten die Bewohner des Geisinggrundes (Altgeising) die Stadtrechte. Ebenso bekamen die elf Siedler im Geisinggrund lauensteinerseits 1462 von Kurfürst Friedrich II. die städtischen Rechte. Dieser Ort wurde bald Neugeising genannt. Aufgrund der Trennung Neu- und Altgeising durch den Geisingbach, der zusammen mit Heerwasser und Rotwasser die Grenze zwischen den Herrschaften Lauenstein und Bärenstein bildete, gehörten die Städte verschiedenen Grundherrschaften an. Der bürgerliche Montanunternehmer Hans Münzer aus Freiberg erwarb 1464 den Adelsitz Lauenstein - nachdem hier 15 Jahre lang Kurfürst Friedrich II. von Sachsen waltete - und schuf im Jahre 1475 das Vasallenbergamt Neugeising, welches alle Bergwerke auf Zinn und Eisen im nicht übermäßig erzeichen Lauensteiner Gebiet zu verleihen hatte und die gesamten Bergwerksangelegenheiten dieses Revieres regelte. Der Bergbau unterstand nicht den Lehnsobherren, sondern den jeweiligen Grundherren. 1517 erließ der neue Herr von Lauenstein, Wolff von Salhausen, der die allgemeine Unruhe gegen Adel und Geistlichkeit bemerkte, eine den Neugeisinger Bürgern entgegenkommende Stadtordnung. 1520 kam dann die Grundherrschaft Lauenstein für über 300 Jahre an die sächsische Adelsfamilie von Büнау. Bei der Bergverwaltung waren der Bergmeister - welcher zugleich Waagemeister, Gegenschreiber und Zehendner war - sowie Bergschreiber, Geschworener, Rezeßschreiber, zwei Knappschaftsälteste und zwei Diener beschäftigt. 1554 legte Bergmeister George Schmelzer das erste Bergbuch an. Die Lauensteiner Grundherren, denen auch der sächsische Zinnwald unterstand, vergaben die Muntungsrechte im 16. Jahrhundert zuerst an Eigenlehner, bauten aber dann auch auf eigene Rechnung. Zuerst wurde der Obere- und um die Mitte des Jahrhunderts der Tiefe-Büнау-Stollen angesetzt. Die Hauptblütezeit des hiesigen Bergbaues lag in der Zeit von 1550 bis 1600. Die Auswirkungen des Dreißigjährigen Krieges unterbrachen ab 1632 die Entwicklung und es brauchte Zeit, bis die Risikobereitschaft der Bürger so groß war, ihr Geld wieder in Schürfarbeiten zu investieren. Die Landesfürsten erließen bestimmten Städten die halbe Land- und Tranksteuer, um so Kapital für den Kommunbergbau zu beschaffen. Außerdem wurden auch Privatpersonen wieder angeregt, Kuxe zu erwerben. Allein von den Neugeisingern wurden 1728 nicht weniger als 1072 Kuxe verbaut, das sind durchschnittlich zehn Anteile pro Familie. Die Bünaus erneuerten im Jahre 1710 die Berg- und Hüttenordnung von 1692 und bauten für das Bergamt Neugeising im Jahre 1730 zwei aus dem 16. Jahrhundert stammende Häuser um. Um 1821 kaufte Carl Ludwig August Graf von Hohenthal das Rittergut Lauenstein. Ab 1820 wird der vorwiegend durch Erschöpfung der Zinnerze bedingte Niedergang des Bergbaues deutlich. So waren im Neugeisinger Bergrevier 1845 nur noch acht

Gruben in Betrieb. Um nicht noch mehr Berggebäude aufgeben zu müssen und den kapitalistischen Wirtschaftsverhältnissen zu entsprechen, schlossen sich sieben Zinnwalder Gruben zur Gewerkschaft „Vereinigt Zwitterfeld“ zusammen. Da jedoch die Zubeßzahlungen immer höher wurden, stellte Neugeising seinen Kommunbergbau im Jahre 1850 ein. Mit dem neuen Gesetz über den Regalbergbau vom 22. Mai 1851 wurde das Vasallenbergamt Neugeising aufgelöst. Im Jahre 1857 erfolgte der Zusammenschluß der bis dahin selbständigen Städte Altgeising und Neugeising zur Gesamtgemeinde Geising.“

Bergbauperioden vor Entdeckung der Lagerstätte Zinnwald

Die Lagerstätte Zinnwald wurde lange nach dem spätmittelalterlichen auf Gängen beruhenden schwachen Zinn-, Kupfer-, Eisen- und vereinzelt Silberbergbau in der Grundherrschaft Lauenstein erst etwa 1530 entdeckt. Sie erwies sich aber sofort als eine wirtschaftlich bedeutsame Lagerstätte für die Grundherren.

Bergbauperiode 1 – 1533 bis 1550er Jahre: Entdeckung und rascher flächiger, tagesnaher Aufschluss mit einem aus dem Tagebau entwickelten, unregelmäßigen Tiefbau mit zahlreichen Haspelschächten und einigen oberen kurzen Stolln.

Es handelt sich in dieser Periode um den raschen Aufschluss und Abbau der tagesnahen Zinnerze auf beiden Seiten der Landesgrenze, die im Zuge der Grubenfeldverleihungen in den drei aneinanderstoßenden Grundherrschaften auch genauer festgelegt wurde. Im ersten überlieferten Bergbuch der Grundherrschaft Lauenstein, das 1554 einsetzt, werden bereits schon einmal bebaute Grubenfelder, nachdem sie ins Freie gefallen waren, erneut verliehen. Außerdem gibt es mehrere archivalische Hinweise auf eine neue grundherrschaftliche Bergordnung von 1546 unter dem im Montanwesen erfahrenen Günther von Büнау.

Bergbauperiode 2 – 1550er Jahre bis 1618: Erste Blütezeit der Montanproduktion auf Zinnerze in den Flözen und Gängen bis zum Niveau Oberer Büнау Stolln. Festigung des grundherrschaftlichen Direktionssystems.

Die erkannte Reichhaltigkeit und der geologische Bau der Lagerstätte mit den untereinanderliegenden erhaltenden Flözbahnen war Anlass für ein erstes oberes Hauptstollniveau vom Lauensteiner Gebiet aus, zu dessen Finanzierung sich die drei Grundherren mit anderen Interessierten 1551 einigten, nachdem zuvor der Stolln unter den Lauensteiner Grundherren allein vorgetrieben worden war. Der Obere Büнау Stolln wurde zur Grundlage für eine anhaltende, ansonsten technisch wenig anspruchsvolle Bergbauproduktion. Das Kapital dazu kam von Gewerken aus der Region und den Grundherren. Es bildete sich ein Verlagssystem heraus. Eine Beherrschung durch das Handelskapital wie in der benachbarten Altenberger Lagerstätte gab es nicht. Die üblichen Probleme zwischen den Kleingruben wegen Durchschlägen, Grubenwasser, Grubenwettern (Brandabbau), Finanzierungen und bei den Pochwäschen führten zu einem eigenen Bergmeister mit Berggeschwornen für das Teilrevier Zinnwald und einer revidierten Bergordnung des Grundherrn von 1591, die bereits 1597 wieder novelliert wurde.

Bergbauperiode 3 – 1618 bis 1660er Jahre: Wasserflut 1618, Krise Krieg, Wirtschaft, Pest und Entwässerungsprobleme, bekannte Flöze vertauben randlich, wenige Neuanbrüche.

Die Aufwendungen zur Aufschließung neuer zinnerzführende Flözpartien werden spürbar höher, was die Profite senkt. Hinzu kommt ein einmaliges Hochwasserereignis, das in Altenberg und Zinnwald kurzzeitig die kontinuierliche Produktion unterbricht und hohen Reparaturaufwand verursacht. Ausdauernd lähmend wirken jedoch auf die Montanproduktion Stö-

rungen im Wirtschaftsleben durch Krieg, Pest und Teuerungen. Dass Altenberg nach dem Pingenbruch von 1624 als Großlieferant von Zinn plötzlich und auf lange Zeit ausfällt, gibt einen Vorteil für die übrigen kleineren Lagerstätten beim Zinnverkauf, sodass auch in Zinnwald weiter produziert wird.

Bergbauperiode 4 – 1660er Jahre bis 1716: Langsame Rekonstruktion der Montanproduktion auf Grundlage des Oberen Büнау Stollns, der Einführung der Bohr- und Sprengarbeit und der fachlichen Stabilisierung der Bergverwaltung.

Der Ansatz eines tieferen Stollns im Jahre 1660 durch die Gewerken des Neubeschert Glück Stollns zeigt das dringende Problem des tieferen Lagerstättenaufschlusses genauso wie ein betriebenes Kunstgezeug. Trotzdem muss man bis 1716 und darüber hinaus noch mit dem flächigen Flözaufschluss bis ins Niveau des alten Oberen Büнау Stolln auskommen, was die Produktion behindert und zugleich verteuert. Wie überall gelingt es nach dem großen Verlust an Fachleuten aller Art durch den Krieg neue Bergverständige heranzuziehen. In der Grundherrschaft Lauenstein wird von den Büнаus mittels enger Verbindungen zum landesherrlichen Montanwesen und dessen Leiter Abraham von Schönberg 1692 eine neue Bergordnung erlassen, die 1710 noch einmal revidiert wird. Beides ist Ausdruck, dass das dirigistische System auch im Vasallenbergbau wieder zum Laufen gebracht werden soll, was zumindest hinsichtlich der erzeugten Zinnmenge und der bebauten Grubenfelder funktioniert. Zur Stabilisierung der Montanproduktion tragen auch die Konzentration der Pochwäschen auf neun Standorte bei Vergrößerung der Anlagen bei. Zugleich werden der Brandabbau sowie die Schlägel und Eisenarbeit gerade in Zinnwald durch eine frühe Einführung der Bohr- und Sprengarbeit ergänzt. Entscheidend für die perspektivische Entwicklung des Montanwesens wird jedoch der Ansatz und Vortrieb des Tiefen Büнау Stollns an dem sich wiederum die drei Grundherren beteiligen. Damit können später bereits sicher erkannte Erzvorräte in den flach in die Tiefe fallenden Flözen abgebaut werden. Die Gewerken kommen nach wie vor fast ausschließlich aus der Grundherrschaft und der benachbarten Region.

Bergbauperiode 5 – 1716 bis 1763: Zweite Blütephase des Zinnbergbaus, Aufschluss bis zum Tiefen Büнау Stolln, größere Grubenfelder, Flöz-, Gang- und Greisenabbau, Stückelungen der Kuxe, Hauptzuzug von Exulanten aus Böhmisches Zinnwald.

Im Jahre 1711 erreicht der Tiefe Büнау Stolln die Flöze 1 und 2, wobei es sofort zur Wiederaufnahme der nächstliegenden Grubenfelder kommt. Entscheidend ist jedoch die im Jahre 1716 vom Grundherren zugelassene und unter seiner Mitbeteiligung vorgenommene Aufnahme der unbebauten Grubenfelder in der Hand der bis 1851 arbeitenden Gewerkschaft Vereinigt Zwitterfeld. Bisher waren Grubenfeldzusammenlegungen nur in wenigen Ausnahmen möglich geworden, weil man freies Grubenfeld nicht für andere Interessenten blockieren wollte. Der Tiefe Büнау Stolln war zwar technisch für kleine Grubenfelder und ihre Gewerken erreichbar, aber es war wirtschaftlich nicht sinnvoll überall 30 m tiefe Schachtgesenke zu teufen, so dass sich ein Zwang zu größeren Gruben ergab. 1738 überschritt der Tiefe Büнау Stolln die Landesgrenze und war bis 1752 auch weiter an der Westflanke bis in das Gebiet des späteren Neuschachtes vorgetrieben. Damit ergaben sich mehrere Punkte für tiefe Gesenke vom Oberen zum Tiefen Büнау Stolln (Helene, Weiße Taube, Schnöpfner, Förster, Brandkluft, Reinstein, Zacharias, Wunderlich Köpfen, Bucher, Obervereinigtfeld, Reicher Trost, Margarethe u.a.). Eine Zeit höherer Zinnproduktion brach an. Wirtschaftlich waren die Gewerken stark von den Verlegern abhängig und trugen allein das Risiko wegen der Erzfunde. Bei anhaltendem Grubenbetrieb kommt es wegen Kuxhandel und Erbteilungen automatisch zur Stückelung der Kuxe und zur steigenden Zahl der Gewerken, was die Finanzierung der Produktion aufwendiger macht. Mit den beiden böhmischen Grundherren

kommt es zu erbittertem Streit um die Gewinne aus dem Betrieb des Tiefen Büнау Stollns, was sich in vielen Einzelaspekten niederschlägt, die Berggerichte beschäftigt, zur zeitweiligen Stollnverdümmung seitens der Lauensteiner Grundherren führt und letztlich nie geklärt wird. Schließlich beherrscht jeder nur seinen Stollnabschnitt. Die Ausweisung der böhmischen Protestanten bringt Fachkräfte nach Sächsisch Zinnwald und Georgenfeld, die dort wohnen. Bergarbeit ist weiterhin für alle beiderseits der Grenze möglich und üblich. Die Bergmeisterstelle in Neugeising wird 1730 mit Friedrich Gottlieb Richter besetzt und damit erstmalig mit einem auswärtigen Fachmann, der u. a. die Freiburger Stipendiatenausbildung genossen hatte und der vom landesherrlichen Dienst in den Vasallenbergbau wechseln kann. Technisch setzt sich das Bohren und Sprengen in Kombination mit anderen Hereingewinnungsarten durch, wo es möglich ist. Der Brandabbau ist auch wegen dem allgemeinen Holzangel eingestellt. Die erfolgreiche Entwicklung auf der Hauptlagerstätte zieht einige Schürfersuche im Umfeld nach sich, die zum Aufschluss der Gruben Hoffnung Gottes und Gnade Gottes führen. Ab 1759 kommt es im Gefolge des Siebenjährigen Krieges zu einer Teuerung mit nachfolgendem kurzem Rückgang beim Zinnausbringen.

Bergbauperiode 6 – 1763 bis 1821: Kontinuierlicher Zinnbergbau, weiterer Stollnvortrieb, Abbau auf allen Flözen und Greisen bis zum Tiefen Büнау Stolln.

Der Bedarf an Zinn hält an, so dass relativ kontinuierlich produziert werden kann. Ein Rückgang beim Zinnausbringen ist für 1799 bis 1806 zu verzeichnen, was bereits auf den Einfluss des Zinns aus Cornwall und Dartmoor zurückgeführt werden kann. Die napoleonischen Kriege bewirken einen starken Preisanstieg für Zinn, was zu einer Steigerung des Zinnausbringens und zur spekulativen Wiederaufnahme von Kleingruben führt. 1821 verlieren die von Büнау nach Konkurs und Versteigerung die Grundherrschaft Lauenstein an die von Hohenthal. Technologisch verändert sich nichts im gesamten Montanbetrieb. Wegen der relativ flachen, durch Hauptstolln aufgeschlossenen Lagerstätte wird die Förderung durch Haspelschächte oder abwärts auf den Tiefen Büнау Stolln bewerkstelligt. Die beim Gangbergbau übliche wasserkraftgebundene und auf dem Werkstoff Holz beschränkte Schachtförder- und Wasserhaltungstechnik wird hier nicht benötigt. Lediglich bei der gesamten sächsischen Zinnverhüttung werden von A. G. Werner und Ortman im Auftrag des Oberbergamtes genaue Untersuchungen geführt mit dem Ziel die Schmelzöfen zu verbessern. Ab 1806 wird der nächsttiefere Hauptstollnansatz, der Tiefe Hilfe Gottes Stolln wieder belegt und auf die Grube Gnade Gottes ausgerichtet, deren Greisengänge am Troster Schacht 1825 gelöst werden.

Bergbauperiode 7 – 1821 bis 1851: Einbindung in kapitalistische Weltwirtschaft, erster Zinnpreisverfall, erste Quarz-, Glimmer- und Wolframitlieferungen, Kapitalmangel, Auflösung Vasallenbergbauverhältnisse.

Die von Hohenthal übernehmen ohne eigene Erfahrungen im Vasallenbergbau die Grundherrschaft. Zugleich kommt wieder Zinn aus Cornwall in stärkerem Maße und großer Menge preisgünstig auf den Metallmarkt, so dass insgesamt ein deutlicher Rückgang des Zinnausbringens in Zinnwald auf Dauer erfolgt. Mit dem gewerkschaftlichen Tiefen Hilfe Gottes Stolln und dem etwas höher und damit näher an den Flözen 1 bis 4 angesetzten grundherrschaftlichen Carl Anton Stolln versucht man ab 1840 tiefer reichende Flözbahnen der genannten Flöze zu erreichen, was bis 1851 wegen der nötigen Stollnlängen und der Finanzierungsprobleme nicht gelingt. Bei gleichbleibender Technologie, Zersplitterung der Produktion auf der kleinen Lagerstätte auf mehrere Gewerkschaften mit eigenen Pochwäschen und abnehmenden Erzvorräten war der Gewinn gering oder blieb aus, was Zubeßen erforderte. Verschiedentliche Quarz- und Glimmerlieferungen sowie erste Wolframitlieferungen werden

zwar mit Interesse von den Gewerken und dem Vasallenbergamt registriert, aber es fehlt dafür noch der Massenbedarf. Mit dem seit 1840 absehbaren Ende der niederen Bergregalität für feudale Grundherren und der seit 1831 laufenden schrittweisen bürgerlich-kapitalistische Umgestaltung des Steuerwesens verlieren die von Hohenthal finanzielle Vorteile und damit wird ihr Interesse auf das eines Großgewerken und Rittergutsbesitzers zurückgefahren. Der Kapitalzufluss in Gestalt von Gewerken mit ihren Zubußen und Ausbeuterwartungen ist zumindest in Zinnwald bis 1851 fast ungebrochen, wengleich sich die Kuxstückelung stark erhöht und deutlich weiter entfernt wohnende Kleingewerken beteiligt sind. Das wirkt sich zunächst positiv auf die nachfolgende kurze Konjunkturphase unter der neuen, liberalen Bergbauverfassung mit eigenen Grubenvorständen für den gesamten Geschäftsbetrieb aus.

Bergbauperiode 8 – 1851 bis 1876: Zinnbergbau unter liberaler Bergbauverfassung weiterbetrieben, Spekulation um Wolframitgewinnung, Konkurse, Zinnproduktionskrise hält an.

Die sinnvolle Konzentration der Produktion in einer Gewerkschaft mit Übernahme von böhmischen Grubenfeldern und des durch den Tiefen Hilfe Gottes Stolln enterbten Tiefen Büнау Stollns bei gleichzeitiger Konjunktur führte trotz aller Euphorie der Gewerken nicht zu einem wirtschaftlichen Zinnausbringen. Eine Lieferung von Wolframit nach England 1854 blieb ein erster Bedarf. Der 1856 erfolgte Erwerb der Gewerkschaft Vereinigt Zwitterfeld durch den Wiener Kaufmann Josef Jakob gründete sich auf dessen genaue Kenntnis der Versuche zur Wolframstahlherstellung. Infolgedessen versuchte er, den Rohstoff Wolframit in seine Hand zu bekommen und eine Bank dafür zu binden, wobei 1859/60 auch Zinnwalder Wolframit verkauft wurde. Da eine Massenproduktion des Wolframstahles für Werkzeuge wegen anderer Stahlsorten und Schwierigkeiten bei der Qualität noch nicht notwendig war und zusätzlich ab 1859 die Auswirkungen der ersten weltweiten Wirtschaftskrise auftraten, endeten J. Jacobs Unternehmen 1862 in einem Konkurs. Erst 1867 wird dessen Zinnwalder Montanbesitz versteigert und kommt wieder an eine einheimische kapitalschwache Gewerkschaft, die zwar alle Nutzminerale fördert und nach Möglichkeit verkauft, jedoch wegen allgemeinem Sinken der Zinnpreise und einer erneuten Krise sowohl beim Wolframit als auch den Nebenprodukten und einer Episode als Aktiengesellschaft in Gründung 1876 per Zwangsversteigerung aufgibt.

Abbauverfahren: Methoden zur Gewinnung von Lagerstätten, am einfachsten ist „Weitungsbau“ (Schaffung eines Zugangs und von dort aus Gewinnung der Erze, führt zu unregelmäßigen Hohlräumen - „Weitungen“)

„Geordnete Abbauverfahren“ sind z.B. Strebbau und Kammerpfeilerbau.

Der Tiefe Hilfe Gottes Stolln wird 1856 entlang der Westflanke bis in die Reichtroster Weitung durchschlägig, bringt jedoch nicht die erhofften tieferen Erzanbrüche in den Flözen, ist aber Anlass für den Abbau von Greisenerzen in der Reichtroster Greisenzzone. Die Wäschen werden konzentriert und technisch etwas verbessert hergerichtet. Die Kutterei auf Wolframit gelegentlich auch auf Glimmer und Quarz im Grubenversatz und in den Halden wurde zur Regeltechnologie neben dem Festerzabbau.

Bergbauperiode 9 – 1876 bis 1910: Zinnbergbau wird fast ganz eingestellt, Wolfram tritt in Vordergrund, Quarz und Lithiumglimmer kommen hinzu, ein bis zwei große Grubenfelder, kapitalschwache Gewerkschaften, kein wirtschaftlicher Erfolg.

Grube und Wäschen werden von einer einheimischen Gesellschaft aus 6 Mitgliedern erworben, die den Umstieg vom Zinn- auf das Wolframit ausbringen bei fortgeführter Nebenproduktgewinnung schrittweise vornahm. Die Masse der Erze stammten aus der wirtschaftlichen Halden- und Bergversatzkutterei. Der Wolframitpreis war starken Schwankungen unterworfen, was die Betriebsplanung belastete. Ab 1890 konnte und musste man wegen höherer Preise wieder Festerze gewinnen und aufbereiten. Eine Krise der Stahlproduktion konnte man mit hohen Glimmerlieferungen ausgleichen. Allerdings sank das Ausbringen ab 1907 so stark, dass es 1910 zum Verkauf für einen günstigen Preis kam. In der Grube wurde technologisch nichts Wesentliches modernisiert und nur das Notwendigste in Stand gehalten. Die einfache naßmechanische Aufbereitung wurde auf Wolframitschlich verschiedener Qualitäten ausgelegt. Zwischen 1905 und 1910 brachte die nur kurze Zeit bestehende Grube Gnade Gottes an der Landesgrenze über den neuen Rosa Pels Schacht (Grenz Schacht) aus dem Flöz 6 (Hansa Flöz) kurzzeitig erhebliche Mengen Wolframit aus. Dieses Grubenfeld fiel 1914 an Vereinigt Zwitterfeld.

Bergbauperiode 10 – 1910 bis 1924: Modernisierung mit überregionalem Kapital, Übernahme durch Stahlwerk Becker AG, Wolframitbergbau mit Zinnsteingewinnung in großem Umfang ab 1915, Einschränkung 1920, Stillstand 1924 und Konkurs 15.08.1925.

Zunächst kaufte der Ing. P. E. W. Seifer Grube und Wäsche mit der Maßgabe sofort die Aufbereitung auf den maschinellen Stand der Zeit zu heben, was mit ersten Umbauten noch 1910 geschah. Der Grubenbetrieb wurde auf Zinnstein und Wolframit ausgerichtet und vor allem die Verbesserung der Grubenförderung in Angriff genommen. Dringend notwendiges zusätzliches Kapital beschaffte er mittels einer Bank von englischen Anlegern einer Saxon Tin and Wolfram Mining Company. Mit Kriegsbeginn entledigte man sich der englischen Gewerke per hoher Zubeße, so dass 1915 die Stahlwerk Becker AG Grubenbetrieb Zinnwald die Kuxmehrheit übernahm, den gesamten Betrieb modernisierte, wegen der hohen Metallpreise eine Großproduktion unter Miteinsatz von Kriegsgefangenen aufzog und zwei moderne Aufbereitungen bauen ließ. Die Anbindung an das elektrische Überlandleitungsnetz machte den maschinellen Einsatz bis hin zu Kompressoren für Sprenglochbohrmaschinen möglich. Die Stollnförderung wurde auf Benzollokbetrieb umgestellt. Nach dem Krieg wurde unter dem Schutz der alten Reichsmark und zuletzt der Inflation in kleinerem Umfang weiter produziert. Mit dem Konkurs des Stahlwerkes kam der endgültige Betriebsstillstand der Grubenabteilung Zinnwald. Im 1. Weltkrieg arbeiteten weitere Firmen an der Wolframitgewinnung in Zinnwald für die Rüstung: Kriegsmetall AG Berlin (Haldenerz), Gewerkschaft Hoffnung Gottes Georgenfeld (Flöz), Gesellschaft für Grubenbetrieb m.b.H. in Geising (Schlacken), K. u. K Militärbehörde Wien (Grube Böhmisches Zinnwald). Das Entwässerungssystem des Tiefen Büнау Stollns wurde in der Verbundgrube Sächsisch-Zinnwald/Böhmisch-Zinnwald auf den Flözgrundstrecken bedeutend erweitert. Der Tiefe Hilfe Gottes Stolln blieb liegen und entwässerte nur einige Punkte an der Westflanke der Lagerstätte.

Bergbauperiode 11 – 1924 bis 1934: Bergbau auf sächsischer Seite liegt still, Besucherbergwerk, Lithium aus Zinnwaldit der Haldensande durch die Metallgesellschaft AG, Hans Heinrich Hütte Langelsheim.

Bereits seit 1923 hatte sich eine Nutzung der Wäschsande für die Gewinnung von Lithiumglimmer ergeben. Die Metallgesellschaft Frankfurt a. M. pachtete zunächst für ihre Hans Heinrich Hütte in Langelsheim das verbliebene Montaneigentum, trat dann in die Bergbau-rechte des Stahlwerkes Becker ein und verarbeitete nach Bedarf Wäschsand mittels Mag-netscheidung. Das Endprodukt war mit Lithium legiertes Bahnmetall für Gleitlager der Deut-schen Reichsbahn. Als Nebenprodukt wurde Bausand abgegeben. Ein Grubenbetrieb war beabsichtigt, wurde jedoch, weil unwirtschaftlich, nicht aufgenommen.

Flutungsraum: Nach Beendigung des Bergbaus wurde die Was-serhaltung abgestellt und die Grubenbaue füllten sich bis zur Sohle des Entwässerungsstollns mit Wasser (Flutungsraum), Überlauf des tschechischen Flutungsraumes erfolgt in den TBSt, überlaufende Flungswässer sind meist durch erhöhte Schwermetallgehalte und reduzierendes Milieu gekennzeichnet.

Bergbauperiode 12 – 1934 bis 05.05.1945: Rüstungsproduktion von Wolframit, Zinn-stein und Lithiumglimmer durch die staatskapitalistische Gewerkschaft Zinnwalder Bergbau.

Ab 1934 führte eine neue staatseigene (Freistaat Sachsen) Gewerkschaft Zinnwalder Berg-bau Untersuchungsarbeiten in der Grube Zinnwald durch, um unter dem Mantel der Arbeits-beschaffung von Anfang an geplante Rüstungsrohstoffe zu gewinnen, übernahm 1935 von der Metallgesellschaft Frankfurt a.M. die Bergbaurechte und förderte bis Anfang 1942 Zinn- und Wolframerze aus Restpfeilern der Flöze im deutschen Teil der Lagerstätte. Die Metallge-sellschaft ließ nach einer Betriebsruhe 1934 bis 1939 erst ab Oktober 1940 wieder Wäschs- sände abbauen und verarbeiten. Für die Metallgesellschaft wurde ab 1943 noch einmal Grei- senfesterz aus der Brandklüfter Greisenzone mit Zwangsarbeitern gewonnen, um das Lithi- umglimmerausbringen sicherzustellen, weil die Wäschsandhalden nahezu abgebaut waren und auch aus Spanien keine Lieferungen von Lithiumerzkonzentraten mehr möglich waren. Mit der Okkupation des Sudetenlandes erweiterte die Gewerkschaft Zinnwalder Bergbau ihren Betrieb sofort auf die tschechische Seite und nahm dort 1942 den neuen Militärschacht mit neuer moderner Aufbereitung in Betrieb, wobei auch hier Zwangsarbeiter und Kriegsgefangene eingesetzt waren. Aufbereitungswasser wurde aus der Grube, vom Langen Teich und vom Galgenteich zugeführt. Der Tiefe Büнау Stolln wurde auf Flözgrundstrecken und Querschlägen in der tschechischen Grube erweitert.

Bergbauperiode 13 – Mai 1945 bis 1990: Staatlicher Montanbetrieb (ČSR, ČSSR), Nachnutzung Erkundung, Verwahrung der Grube durch staatliche Stellen der DDR.

In der Grube Cínovec konnte der Bergbaubetrieb nach der Verstaatlichung 1945 bis 1990 auf Zinnstein und Wolframit, zeitweilig auf Lithiumglimmer weitergeführt werden. Dabei wurden umfangreiche Grubenbaue unter dem Tiefen Büнау Stolln aufgefahren, die gegen- wärtig den Flutungsraum mit Überlauf am Schacht Cínovec I (Militärschacht) bilden. In der sowjetischen Besatzungszone gab es anfangs Überlegungen nicht nur in Altenberg, sondern auch in Zinnwald den Betrieb bis zur völligen Auserzung weiterzuführen. Angesichts der ge- ringen Vorräte unterblieb das. Aus militärstrategischen Überlegungen heraus wurde 1952 eine Bohr- und Kartierungserkundung auf tiefer liegende Greisenkörper mit Zinnwaldit an-

geschoben, jedoch erst 1960 mit dem Ergebnisbericht beendet [Lächelt (1959); Lächelt (1960)].

Eine zweite Erkundung diente der Einschätzung des Rohstoffpotentials [Grunewald (1978)] und schließlich wurde noch einmal die Frage nach der Zinnsteingewinnung aus Greisenerz für die Altenberger Aufbereitung untersucht [Besser (1990)]. Zwischen 1969 und 1997 waren durchgängig flächige Verwehrungsarbeiten durch die Bergsicherung Dresden im Gange, die das montanhydrologische System mit Betondämmen, Schachtplomben und Spülversatz verändert haben.

Bergbauperiode 14 – seit 1990: Nachnutzung (kommunal), Verwahrung, Nacherkundung durch privatkapitalistische Unternehmen.

Begleitend zu den Verwehrungsarbeiten wurden bis 1992 Voraussetzungen für das bis heute betriebene sehr interessante Besucherbergwerk geschaffen. Punktverwahrungen waren auch noch nach Abschluss der flächenhaften Verwahrungen nach 1997 notwendig. Hinzu kam die komplette Sanierung der Stollnwasserhaltung 2007 bis 2011 [Bozenhard & Sennewald (2012)], verbunden mit einer Aufklärung der montanhydrologischen Verhältnisse im VODAMIN-Projekt bis 2014 [Martin & Sennewald (2014)]. 2012 bis Ende 2017 wurden erneut und vertiefend geologischen Erkundungsbohrung angesetzt [Autorenkollektiv (2014); Bock et al. (2018)]. Sie dienten der Klärung der Lagerungsverhältnisse der tief liegenden Greisenkörper und ihrer Gewinnbarkeit auf Lithiumglimmer und andere Nebenprodukte.

3.3 ENTWICKLUNG DER BERGBAUTECHNOLOGIEN UND AUSWIRKUNGEN AUF DEN WASSERPFAD IN DER GRUBE ZINNWALD/CÍNOVEC

Die Fließwege des Grubenwassers bis auf die Stolln werden durch die geschaffenen Grubenräume bestimmt. Die Bergleute haben die Grubenräume nach den geologischen Verhältnissen in der Lagerstätte und mittels der verfügbaren Bergbautechnologien geschaffen. Das grundsätzliche Verständnis dieser Umstände in der Verbundgrube Zinnwald/Cínovec lässt die montanhydrologischen Verhältnisse und die geochemischen Einflüsse besser verstehen. Der Text folgt auszugsweise und zugleich ergänzt dem der neuen Bergschadenkundlichen Analyse von 2019 und spiegelt somit den neuesten Kenntnisstand wider [Dietrich et al. (2019)].

3.3.1 SCHÄCHTE, LICHTLÖCHER, TAGESÜBERHAUEN

Die Tagesschächte und Blindschächte sind stets zugleich Grubenbaue der vertikalen Ausrichtung der Lagerstätte gewesen. In den einzelnen Grubenfeldern der Grube Zinnwald gab es stets mindestens einen Haspelschacht bis in die Flöze bzw. bis zum Oberen Büнау Stolln. Aus einigen der alten Schächte wurden Hauptschächte entwickelt, die mittels Gesenke bis zum Tiefen Büнау Stolln reichten. Das Gesenk I und II des Reichtroster Schachtes und das Gesenk des Niedervereinigtfelder Schachtes führten bis zum Tiefen Hilfe Gottes Stolln, den auch der Albert Schacht erreichte. Das Wissen um die zahlreichen nicht sehr tiefen Haspelschächte in den Grubenfeldern ging dagegen mit deren Abwerfung verloren. Nach dem industriellen Bergbau seit 1915 waren im Jahre 1920 noch 26 Hauptschächte allein in der Grube Zinnwald in Betrieb.

Bei den Bergsicherungsarbeiten 1970 bis 1997 wurden alle Hauptschächte in der Grube Zinnwald und im Sanierungsabschnitt 07 die Grenzübergangsstelle Zinnwald-Cínovec bearbeitet. Zusätzlich wurden zahlreiche alte Haspelschächte aufgewältigt und verwahrt sowie viele neue Untersuchungsschächte geteuft und verwahrt. In der neuen Bergschadenkundlichen Analyse [Dietrich et al. (2019)] sind alle derzeit bekannten Schächte tabellarisch erfasst und lagemäßig im Grubenriss dargestellt. Im Grubenriss der Anlage 1.1 sind nur die Hauptschächte enthalten. Alle Schächte, gleich ob offen, verplombt oder verfüllt, sind potentielle Fließwege für hypodermisches Grundwasser und Kluftwasser in die Grube. In den Gabriele Schacht wird Oberflächenwasser direkt eingeleitet.

Streichen: Verlauf einer Lagerstätte in horizontaler Richtung, im historischen Gangbergbau Gruppierung in

<i>Stehende Gänge</i>	<i>(Streichen Nord bis Nordost)</i>
<i>Morgengänge</i>	<i>(Streichen Nordost bis Ost)</i>
<i>Spatgänge</i>	<i>(Streichen Ost bis Südost)</i>
<i>Flache Gänge</i>	<i>(Streichen Südost bis Süd)</i>

Die Tagesschächte in den alten Grubenfeldern sind bis Anfang 18. Jahrhundert sowohl im Quergestein als Schürfschächte angesetzt, als auch auf steil stehenden Gängen geteuft worden. Im unverritzten Gebirge ist es schwierig, übertage die Gänge zum Schachtabteufen zu finden. Möglich war das für die Bergleute trotzdem, indem man auf dem flach einfallenden Tageflöz vom Tagebau ausfallend die Brandabbaue auslängte und wenn man neue kurze Schächte brauchte, die von unten her erkannten Störungen nutzte, beim Vortrieb des Oberen Büнау Stollns geeignete Gänge antraf, um hochzubrechen oder im nachbarschaftlich bekannten Gangstreichen schürfte.

In der Grube Zinnwald sind fast alle der sehr zahlreichen, kurzen Blindschächte (Überhauen oder Gesenke) zwischen den Flözbahnen oder von den Flözbahnen zu den Stollnsohlen auf Gangstrukturen aufgefahren worden. Beispielsweise verbinden im Brandklüfter Morgengang die Brandklüfter Rolle, das Brandklüfter Gesenk und das Weite oder Neuhoffnung Gesenk den Tiefen Büнау Stolln mit darüber liegenden Flözbahnen der Flöze 7, 8 und 9. Die natürlich ausgefüllten Gangstrukturen führen im Zinnwalder Granit nur sehr wenig Grubenwasser wegen dem insgesamt dichten Gebirge, werden aber zu potentiellen Fließwegen, wenn dort Grubenbaue aufgefahren werden.

Bergbautechnologie: die Bergbausequenz besteht aus „Ausrichtung“ (Schaffung der Hauptzugänge zur Lagerstätte, z. B. durch Stollen oder Tagesschächte), „Vorrichtung“ (Schaffung der strukturellen Voraussetzungen für den Abbau, z. B. Gangstrecken, Gesenke, Rollen) und „Abbau“ (eigentliche Gewinnung des Erzes in den Abbauräumen)

Auch zur Wiederausrichtung, der an den Morgengängen verworfenen Flözbahnen sind zahlreiche sehr kurze Überhauen im Einfallen der Morgengänge und Querklüfte aufgefahren worden, um den Abbau weiterzuführen und zugleich an günstigen Punkten eine rollenartige Abförderung zu den Stollnniveaus oder Hauptförderstrecken zu schaffen. Beispielsweise führt auf dem Kreuzpunkt vom Georgenfelder Querschlag im Niveau Tiefer Bünau Stolln mit dem Frisch Hoffnung Morgengang ein befahrbares Überhauen auf kurze Höhe in die abgerutschte hangende Flözbahn vom Flöz 9 und weiter hinauf zur liegenden Flözbahn. Von diesem Punkt sind sowohl nach SSW mehrere kurze Überhauen zwischen beiden Flözbahnen vorhanden und nach NNE mehrere Überhauen vom Niveau Tiefer Bünau Stolln bis in die liegende Flözbahn aufgefahren und zugleich als Erzrollen genutzt worden. Die Grubenbaue sind im Morgengang nicht dauerhaft standfest, aber dauerhaft wasserwegsam.

Bei den auf größere Haspellängen saiger geteufte Hauptschächten mit weiterführenden Haspelgesenken, ergaben sich ein bis maximal zwei Haspellängen bis zum Oberen Bünau Stolln und eine weitere 30 m Haspellänge bis zum Tiefen Bünau Stolln. Da man diese Hauptschächte und Gesenke saiger teufte und eine Mindestteufe von 15 m vorhanden war, konnte man die steil einfallenden Gangstrukturen nur auf eine bestimmte Schachtlänge nutzen.

Es gibt noch andere Beispiele für das Durchfahren von Störungen in den tiefen, vertikalen Hauptschächten. Beim Neuschacht, der 47 m saiger bis Flöz 8 geteuft ist, wurde bei 12 m Tiefe eine kluftwasserführende und flachfallende Störungszone im Quarzporphyr durchteuft; im 29 m tiefen Neuschacht Gesenk, das bis zum Tiefen Bünau Stolln führt, der Daniel Morgengang spitzwinklig durchschnitten und die Schnittlinie mit Mauerung gesichert. Im Reich Troster Gesenk, dessen Kopf seitlich im Flöz 8 abgesetzt von der Hauptschachtsohle liegt, und das auf 25,5 m bis zum Tiefen Bünau Stolln reicht, quert ebenfalls der Daniel Morgengang spitzwinklig die Gesenkröhre und musste mit Ausbau gesichert werden.

Feuersetzen: Gewinnungsverfahren für Festgestein, wie Granit und Greisen, Erhitzen des Gesteins durch brennende Materialien, dabei thermische Ausdehnung und Bildung von Spannungen, anschließend leichtere Gewinnbarkeit des aufgelockerten Gesteins

Auch in den Kleingruben außerhalb des Zinnwalder Granits folgten die Bergleute mit ihren Schächten und Gesenken stets den tektonisch vorgegebenen Elementen.

Die Auffahrung der kurzen vertikalen Grubenbaue in Morgengängen und Querklüften ist typisch für den gesamten Zinnwalder Altbergbau bis 1923.

3.3.2 VORTRIEBSVERFAHREN (GEWINNUNGSVERFAHREN)

Das Feuersetzen wurde zunächst für Schächte und Streckenauslängungen in den Flözen verwendet. Für den Stollnvortrieb suchte man sich Klüfte, die mit Hereintreibearbeit in Kombination mit Schlägel- und Eisenarbeit gewinnbar waren oder griff stellenweise wiederum zum Feuersetzen. Das Feuersetzen war gefährlich, weil sich wegen unvollkommener Verbrennung und witterungsbedingt schlechter natürlicher Bewetterung manchmal Kohlenmonoxid und andere giftige Brandgase (Schwaden) am Boden absetzten.

Christoph Meißner hat in den Annalen seiner Altenberger Chronik [Meißner (1747)] mehrere tödliche Unfälle auch in Zinnwald verzeichnet.

Bei der Gewinnung der steilen Gänge und Flöze wurde generell von den Bergleuten nach ihrer Erfahrung vor Ort geprüft, ob im Hangenden oder Liegenden bzw. im gangbegrenzenden Glimmerband ein Schramm als Einbruch herstellbar war. Das erleichterte das nachfolgende Feuersetzen genauso wie die manuelle Hereintreibearbeit des Flözes oder die mittels Bohr- und Sprengarbeit. Der Schramm wurde mit Schlägel und Eisen ausgespitzt oder es wurden bei kaolinisierten Granit auch Schrämspieße zusätzlich verwendet.

Das Zertreiben großer hereingewonnener Blöcke in der Reichtroster Greisenweitung erfolgte nach einem Reisebericht von K. H. Scheibner 1861 mittels Holzkeilen, die in Bohrlöcher gesteckt und gewässert wurden, bis die Blöcke zersprangen, wie man es aus den Steinbrüchen kannte [Scheibner (1863)]. Hinweise auf Hereintreibearbeit mittels Eisenkeilen und Setzfäusteln gibt es [Petzhold (1859)]. Spuren der Arbeit mit Schlägel und Eisen sind in der Grube vielfach vorhanden. Typisch ist die Kombination von Gewinnungsarbeiten gewesen. Typisch war die Kombination zwischen Schrämearbeit meist mit Schlägel und Eisen und nachfolgendem Hereintreiben mittels Sprengarbeit. Dafür finden sich Zeugnisse sowohl im Flözabbau als auch an stehengelassenen Streckenstößen in der Grube. Im Flözabbau gibt es Kombinationen von Schrämearbeit mit Hereintreibearbeit einerseits sowie von Bohr- und Sprengarbeit und Hereintreibearbeit andererseits. Beim Streckenvortrieb gab es die Kombination zwischen Schlägel- und Eisenarbeit mit Bohr- und Sprengarbeit.

Die Sprengarbeit wurde in der Grube Zinnwald um 1730 bereits gut beherrscht [Beyer (1751); Beyer (1758)]. Ein früher Unfall war noch Folge der Einführung der Bohr- und Sprengarbeit beim Tiefen Büнау Stolln, wo es am 05.07.1693 bei 100 Lachter Stollnvortrieb zum vorzeitigen Losgehen des Schusses kam und Georg Schelle tödlich verletzt wurde [Bergarchiv Freiberg A-40080_261 (alt: BA-Neug/XVII/21) 1551 bis 1769]. Die Strecken und Flözabbau blieben trotz Sprengarbeit eng mit kleinen Querschnitten. Erst mit der Mechanisierung der Bohrarbeiten und der gleisgebundenen Förderung waren Streckenquerschnitte von 2 x 2 m und mehr üblich. Die Mechanisierung der Bohrarbeiten mit druckluftbetriebenen Bohrhämmern kam erst mit den elektrischen Kompressoren in Gang. 1915 wurde am Reichtroster Schacht das Trafo- und Kompressorhaus gebaut und 1916 ein zweiter Kompressor in Betrieb gesetzt [Jahrbuch (1916), (1917)].

3.3.3 ABBAUVERFAHREN

Die obersten Flöze und einige Gänge wurden durch Abgrabungen im Tagebau erschürft und aufgeschlossen. Den Flözbahnen nachspürend kroch man in deren Einfallen unter die Firste und begann den Tiefbau.

Es wurden drei verschiedenartige Erzkörper mit speziellen Abbauverfahren hereingewonnen

- Flöze
- Gänge
- Greisenmassen.

Im Flözabbau wurden folgende Abbauverfahren verwendet:

- Unregelmäßiger Weitungsabbau als Brandabbau mit Teilversatz mit sehr flachen, standsicheren, relativ gleich großen Weitungen, die durch Pfeiler voneinander ge-

trennt waren und unregelmäßig der Vererzung folgten bzw. durch die Gänge mit ihren Verwerfungen in einzelne Abbaufelder unterteilt wurden.

- Unregelmäßiger Strebbau (Stoßortbau) durch Schrämarbeit in Kombination mit Sprengarbeit und mit viel Bergeversatz. Ab Ende des 17. Jahrhunderts eingeführt und charakterisiert durch meist sehr enge Abbaustrecken, mitgeführten dichten Versatz und mit unregelmäßigen Förderstrecken für schleifende Förderung (Schleiftröge, Schlepphunte).
- Regelmäßiger Strebbau mit Sprengarbeit und mit Bergeversatz seit dem 19. Jahrhundert. Es sind Fördergrundstrecken für Laufkarrenförderung und Steigorte ausgebildet. Dieses Verfahren wird im industriellen Bergbau auf Wolframit zwischen etwa 1900 und 1924 sowie 1934 und Mai 1945 zum modernen Strebbau mit geraden Stößen und Schüttelrutschen weiter mechanisiert. Es wurden das Flöz und der Begleitgreisen gewonnen. In der Grube Cínovec wurde das Strebbauverfahren bis zur Auswertung Ende der 1970er Jahre in der Flözlagerstätte angewendet.
- Versatzkuttung zur Wolframitgewinnung wurde ab 1852 betrieben. In großem Maße ab den 1870er Jahren bis 1924. Während dieser Arbeit wurden die Versatzmassen der meisten noch zugänglichen Abbaufelder durchgearbeitet und wieder versetzt. Je nach technologischer Möglichkeit wurde auch Versatz abgefördert, insbesondere aus Brandabbauen und wo man Arbeitsraum brauchte.
- Kammerpfeilerbau in Flözbahnen mit Sprengarbeit. Dieses Abbauverfahren wurde in der Grube Zinnwald nur ansatzweise im Flöz 8 (Besucherstrecke) zwischen Querkluftstörungen ohne reguläre Planung 1917 und im Flöz 7 zwischen Zacharias Schacht und Commun Schacht 1917, 1918, 1923 genutzt, um Flöz und Begleitgreisen zu gewinnen. In der Grube Cínovec wurden in den 1970er Jahren dagegen regelrechte Kammerpfeilerabbau in den dafür geeigneten Flözbahnen mit mächtigen Begleitgreisen an der Südwestflanke der Lagerstätte im Flöz 2 zur Erzgewinnung aufgeföhren [Urbanec, J. (1978)].

Im Gangabbau wurden folgende Abbauverfahren verwendet:

- Gangabbau mit dem älteren strossenartigen Verhieb aus dem Strebbau der Flözbahnen oder den Weitungsbauen heraus entwickelt unter Verwendung des Feuersetzens und der Hereintreibarbeit.
- Gangabbau mit firstartigem Verhieb seit Mitte des 18. Jahrhunderts aus den Stollnstrecken des Tiefen Büнау Stolln und des Tiefen Hilfe Gottes Stolln heraus entwickelt unter Verwendung der Sprengarbeit.

Im Greisenabbau wurden folgende Abbauverfahren verwendet:

- Älterer unregelmäßiger Weitungsbau durch Feuersetzen.
- Ab Anfang 18. Jahrhundert auf- und abwärtsgeführter unregelmäßiger Weitungsbau mit Sprengarbeit.
- Kammerpfeilerbau mit Sprengarbeit in der Grube Cínovec. Dieses Abbauverfahren wurde gewählt, um die erkundeten Greisenmassen im Grubenfeld Cínovec jih zu gewinnen. Ein erster Block wurde auf der 1. patro dieses Grubenfeldes vorgerichtet und abgebaut. Bei den gegenwärtigen Planungen für einen Bergbaubetrieb auf tiefliegenden Greisen wird sowohl für die Grube Zinnwald als auch für die Grube Cínovec der Kammerpfeilerbau zugrunde gelegt.

Im Flutungsraum der Grube Cínovec sind demnach alle Gesteinsoberflächen der Kammerpfeilerbaue, der Strecken mit großem Querschnitt und einige im regelmäßigen Strebbau

abgebaute Flöze, hier mit dem Flözversatz im ständigen Kontakt mit dem Grubenwasser. Die großflächigen überwiegend versetzten Flözabbau und die wenigen Gangabbau über dem Tiefen Bünau Stolln werden nach wie vor entwässert und dienen nur stellenweise als Fließwege für das Grubenwasser.

3.3.4 AUS- UND VORRICHTUNGSBAUE

Vertikale Ausrichtungsbaue sind die oben bereits erwähnten Schächte, Gesenke und Überhauen. Horizontale Grubenbaue der Ausrichtung der Zinnwalder Lagerstätte sind die drei mit jeweils 30 m vertikalem Abstand untereinanderliegenden Systeme des Oberen Bünau Stollens, des Tiefen Bünau Stollens und des Tiefen Hilfe Gottes Stollens. Die Auffahrungen des Oberen und Tiefen Bünau Stollns bilden je eine weithin verzweigte Hauptsohle in den Gruben Zinnwald und Cínovec.

Der obere Bünau Stolln ist vom Mundloch bis zur Verzweigung beim Flöz 6 südlich vom Schnöpfner Schacht mit allen Verflügelungen in den Flözen noch auf 796 m Länge risslich fassbar. Der nach Südwest verlaufende Biermaulflügel ist mit den wenigen Abzweigungen mindestens 379 m lang. Der Haupttrakt bis zur Staatsgrenze misst mit allen Flügeln 406 m. Hinzu kommen noch Flügel im Zachariasfeld mit 360 m, sodass sich für den Oberen Bünau Stolln in der Grube Zinnwald eine risslich erfasste Erstreckung von 1.941 m ergibt.

Im Tiefen Bünau Stolln sind in der Grube Zinnwald noch 3.955 m Stollntrakte zugänglich. Hinzukommen 1.741 m unzugänglich versetzte Stollntrakte, was eine Gesamtlänge von 5.696 m ergibt.

Eine dritte Hauptsohle im Niveau des Tiefen Hilfe Gottes Stolln ist in der Grube Zinnwald nur bruchstückhaft aufgefahren und hat nur abbauwürdige Flözbahnen der Flöze 1 und 3 erschlossen sowie die Greisenkörper der Schwarzwänder und Reichtroster Weitung vom Grubenwasser gelöst. Der Tiefe Hilfe Gottes Stolln ist mit allen Verzweigungen vom Mundloch an gerechnet 2.496 m lang. Vom Albert Schacht aus verlaufen bergwärts nur noch 1.248 m Länge in der Grube Zinnwald. In der Grube Cínovec ist die patro 4 auf allen bauwürdigen Flözen der Ost- und Südflanke im Niveau Tiefer Hilfe Gottes Stolln angelegt, mit diesem aber nicht durchschlägig.

In der Grube Zinnwald gibt es eine Zwischensohle zur Ausrichtung im Grenzschaftfeld im Flöz 6. Der vom Petzoldgrund herangetriebene Josef Stolln kommt im Niveau Oberer Bünau Stolln beim Grenz Schacht ein. Er ist mit den kurzen Flügeln 411 m bis zum Oberen Bünau Stolln lang.

In der Grube Cínovec gibt es zu den drei Stollnniveaus weitere 4 Sohlen zur Ausrichtung der Lagerstätte (s. Tabelle 19).

3.3.5 ABBAUVORRICHTUNG

Die Flöze wurden früher einfach durchstreichende oder steigende breite Stoßstrecken von den Schächten nach den Grubenfeldgrenzen hin untersucht und bei genügend Erz zu unregelmäßigen Weitungs- oder Strebbauen entwickelt.

Beim regelmäßigen Strebbau wurden ab etwa 1900 die Flöze durch Steigörter bzw. Fallörter manchmal auch durch Diagonalörter vorgerichtet. Diese Örter wurden mit zwischensohlenbildenden Streichstrecken verbunden, die ständig oder zeitweise als Förderstrecken offen-

gehalten wurden. Daraus wurde der steigend geführte blockweise Strebbau entwickelt. Die Steigorte dienten ab 1915 der Schüttelrutschenförderung zu den Streichstrecken, von denen aus das Erz per Laufkarren oder gleisgebunden mit Hunten bis zu Versturzschächten bzw. zum Stollnmundloch gefördert wurde. Die an Morgengängen auftretenden kleinen Verwerfungen von unter 2 m konnten mit der Abbauvorrichtung ausgeglichen werden. Größere Staffelbrüche, wie sie entlang der Westflanke in allen dort aufgeschlossenen Flözen auftraten, erforderten eine neue Ausrichtung, wobei man in den Störungen Rollen bis zum Tiefen Büнау Stolln anlegte, die eine Förderung und Ausrichtung der liegenden oberen und der hangenden abgerutschten Flözbahn eines Flözes möglich machte.

Bei aller Unregelmäßigkeit der alten Brandabbaue und der späteren herausgesprengten Flözabbaue in den kleinen Grubenfeldern, die bis Ende 19. Jahrhundert typisch waren und wo man von den Schächten aus das Flöz immer dorthin verfolgte, wo Zinnerz zu finden war, gibt es auch dort immer wieder offene Strecken, die den Störungen folgend als Förderstrecken oder als letzte Abbaugasse offengehalten wurden. Das Abschneiden des Flözes an einer Querkluft führte im Scheitel der Lagerstätte wie von selbst zu einer horizontalen Flözgrundstrecke als letzte Abbaugasse zwischen dem Stoß und dem Versatz, wie bei der langen Flözgrundstrecke im Flöz 7 zwischen Brandklüfter Rolle und Rainstein Schacht. In den Morgengängen entstanden auf diese Weise die ersten Steigörter.

Bei dem industriellen Bergbau in der Grube Zinnwald in einer Hand während des 1. und 2. Weltkrieges wurden die restlichen Flözbahnen regulär im Strebbauverfahren ausgerichtet. Aber auch in diesen beiden Bergbauperioden erzwangen Störungen das irreguläre Anlegen von Steigorten und Förderstrecken auf den streichenden Kreuzlinien der Störungen mit den Flözbahnen, wie sich auf der gesamten Westflanke in den Flözen 9 und 10 und im Scheitel auf dem Flöz 11 auf den Rissen und soweit befahrbar, vor Ort deutlich zeigt.

Die Alten hatten besondere Schwierigkeiten der Vorrichtung „von Feldesteilen, in denen der Flözzusammenhang durch komplizierte Tektonik in relativ kleine Flächen mit rasch wechselnder vertikaler Lage nesterförmig zerschlagen war. Ein solches Beispiel bot die Flözsituation im engeren Grubenfeld des Zacharias Schachtes. Dort war die planmäßige Abbauvorrichtung nicht erkennbar und wahrscheinlich auch nicht möglich gewesen. Die kaum noch deutbaren Pseudo-Vorrichtungsbaue mußten wahrscheinlich dem Flözabbau hinterherhinken.“ [Lange (1987)]

Die Morgengänge wurden in älterer Zeit entlang der Schnittlinien mit den Flözabbauen mit vorgerichtet und wahlweise im Strossen- und Firstenbau in Abbau genommen. Mit dem Vortrieb des Tiefen Büнау Stollns wurden eine Reihe von Morgengängen mit verzerrtem Begleitgreisen aufgeschlossen, sodass der Firstenbau von der Stollnstrecke als vorgerichtete Grundstrecke aus begonnen werden konnte. Die Greisenstockwerke wurden mit Abbaugängen in Form kurzer Strecken oder Haspelgesenke von den Grundstrecken in den Stollniveaus aus vorgerichtet.

Seit 2007 wurden die Beobachtungen in den Flözbahnen um dortige Wasserwegsamkeiten und das Bruchgeschehen ergänzt und ein System vom sicheren Kontrollwegen festgelegt. Die festgestellten Wasserwegsamkeiten in den Flözen sind weitgehend im Wasserstammbaum eingetragen.

3.3.6 ABBAUE

In der Grube Zinnwald wurden den Besonderheiten der Flöze, Gänge und Greisenmassen folgend geeignete Abbaue angelegt. Bei den Flözen und Gängen musste man noch auf die Vererzung der Begleitgreisen reagieren und diese mitgewinnen oder liegen lassen. Die Tendenz zur Hereingewinnung der Beleitgreisen stieg ab Mitte des 19. Jahrhunderts als neben Zinnstein auch zeitweilig, dann zunehmend Wolframit verkaufbar war und mit besseren Aufbereitungstechnologien ab etwa 1910 auch ärmere Erze in den neuen Wäschen wirtschaftlich verarbeitet werden konnten.

Mit den im Laufe der Zeit verwendeten Abbauverfahren sind, der Lagerstätte gemäß, Abbauräume entstanden:

- Flache Abgrabungen im Tagebau, die im Luftbild von 1946 als größere Flächen im Ausstreichen des Flözes 5 erkennbar sind (siehe gelbe Markierung). Zuvor wurden im 1. Weltkrieg dort alle Haldenreste abgetragen und aufbereitet.



**Abbildung 11: Luftbild aus dem Jahr 1946 Zinnwald Grenzbereich mit Tagebauen und Halde-
 enrückbau in Bildmitte und Resten der Spülsandhalde oberer Bildrand [Luftbild (1946)]**

- Meist sehr niedrige Weitungen des unregelmäßigen Weitungsbaues (Feuersetzen) mit Gebirgsfeilern in den Flözbahnen. Bei einer Anschaarung von Haupt- und Begleitflözen mit Greisenzwischenmittel können die Weitungen auch kleinflächig einmal übermannshoch sein.
- Flächige unregelmäßige Strebbau (Sprengarbeit) mit sehr viel Versatz bei denen man die Ausdehnung nicht mehr ohne weiteres bestimmen kann. Auch hier sind die Abbaue den schmalen Flözen folgend meist sehr niedrig, sodass im Liegen oder auf Knien gearbeitet werden musste. Nur wenn die Flöze über 50 cm mächtig waren oder

der Begleitreisen mitgewonnen wurde, sind die Abbaue knapp mannshoch und es ist weniger Versatz eingebaut. Ein planmäßiger Betrieb war nicht möglich, weil man nach dem 30jährigen Krieg zu keiner Zeit klare Kenntnisse über die Ausdehnung des Altbergbaus hatte und oft in diesen unvermutet durchschlug.

- Regelmäßige großflächige Strebbau aus der Zeit ab 1900 (Sprengarbeit) in den man wenigstens knien oder sogar stehen kann, dazu mannshohe Steigorte und Förderstrecken. Verloren wirkende Bergepfeiler im offenen Abbau oder Versatzflächen bzw. mit Wäschsand versetzte Abbaue sind anzutreffen. Der regelmäßige großflächige Strebbau liegt stets unter dem Oberen Büнау Stolln in unverritzten Teilen der tiefer reichenden Flöze 6 bis 11.
- Gangabbau, die wegen der Begleitreisen relativ breit sind, stehen offen mit wenig Teilverbrauch.
- Unregelmäßige Weitungsbaue (Sprengarbeit) von kleinen Dimensionen angefangen bis hin zu den beiden großen Weitungen in den Grubenfeldern von Reicher Trost und Schwarze Wand.

Von den Flözabbauen liegen in einem kleinen Grubenfeld oft mehrere übereinander, je nachdem wieviele Flöze mit dem Schachtabteufen nach und nach aufgeschlossen und bergmännisch abgebaut wurden. Dadurch gelangt auch das Grubenwasser über die sich infolge der Gebirgssetzungen öffnenden Klüfte in tiefere Niveaus.

3.3.7 GRUBENAUSBAU

Mit Sprengarbeit aufgefahrene Flözabbau wurden dicht mit anfallenden steinig-blockigen Bergen und Grubenklein versetzt, sodass nur schmale Abbau- und Förderstrecken offenblieben. Der Versatz in diesen Sprengabbauen wirkte als Ausbau. In den Brandabbauen waren die plattigen und körnig-kiesigen Berge in der Regel nicht zur Stützung des hangenden Daches geeignet.

In der Grube wurden bedarfsweise Holzstempel zur ersten Sicherung vor dem Aufbau der Versatzmauern in den Flözen verwendet. Große offene Abbauräume blieben erst zurück, als gegen Ende des 19. Jahrhunderts verstärkt der Begleitreisen mit gewonnen wurde. Diese bildeten eine Gefahr und man begann Wäschsandversatz einzubringen. Die Greisenabbauweitungen waren ohne Ausbau standfest. Leere Gangabbau überließ man sich selbst.

Die Schächte waren mit Holz ausgebaut, stellenweise standen sie von oben herein in Vollschrotausbau, was öfters kostspielige Umbauten erforderte bzw. nicht mehr genutzte Schächte rasch verbrechen ließ. Dadurch wurden benachbarte Gebirgsbereiche entlang der Schachtröhren wasserdurchlässig. Einzig der in großem Querschnitt geteufte Albert Schacht wurde zwischen 1853 und 1856 mit Ziegelmauerung gesichert. Andere Schächte, wie der Commun Schacht und der Greis Zeche Schacht, wurden nachträglich oben ausgemauert.

R. Lange fasste seine Beobachtungen zwischen 1969 und 1987 hinsichtlich des Ausbaus der Alten zusammen: *„Mit dem Einsatz kostspieliger Ausbaumaterialien ist in Zinnwald bis an die Grenze des Möglichen sparsam umgegangen worden. Wo es die Gebirgsstandfestigkeit erlaubte, blieben sowohl lange Erstreckungen der Stollnsysteme, wie auch Querschläge, Strecken, Steig- und Fallörter, Schächte, Überhauen, Gesenke und Rollen unverbaut. In steinfall- und bruchgefährlichen Abschnitten wurde Holztürstockausbau eingebracht. Die Sicherungsmaßnahmen beschränkten sich auf von Abbaueinwirkungen betroffene Bereiche. Sie wurden vor allem in zwischen Abbaublöcken liegenden Steigörtern und Streichstrecken nötig. Gebirgsmechanisch angegriffene wichtige Abschnitte des Tiefen Büнау Stollns und*

seinen Mundlochbereich hat man in früheren Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts teils mit Ziegelmauer, teils Beton und stählernen Kappen gegen damals drohenden Verbruch verbaut. Auch die Füllörter und ähnlich wichtigen Betriebsräume am Albert Schacht, Niedervereinigtfelder Schacht, Reichtroster Schacht und Neuschacht erhielten solchen Ausbau." [Lange (1987)]

Aus dem Wäschsand wurden Sandbetonsteine hergestellt, die in der Grube zur Schachtkopfsicherung dienten und an wenigen Stellen, wie im Frisch Hoffnung Morgengang und Obervereinigtfelder Morgengang auf dem Tiefen Büнау Stolln und südlich vom Albert Schacht auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln als Scheibenmauer mit Firstgewölbe eingebaut wurden.

Im Zuge der seit 1970 laufenden Verwahrungsarbeiten sind auf dem Tiefen Büнау Stolln zahlreiche Tunnelstrecken und Dämme aus Beton als Fußsicherungen der verspülten Abbaufelder eingezogen worden. In den Flözbahnen wurden Kontrollstrecken mit Holzstempeln gesichert, die inzwischen ihre Funktion wieder eingebüßt haben.

Der Tiefe Hilfe Gottes Stolln litt von Anfang an unter Bruchzonen, die periodisch mit Holzaufbau gesichert werden mussten. Eine Stelle wurde unmittelbar nach der Auffahrung ausgemauert. Trotzdem kam es immer wieder zu Verbüchen. Erst bei der Sanierung der Stollnwasserableitung 2007 bis 2011 sind auf dem Tiefen Büнау Stolln und auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln längere Trassenabschnitte mit Matten, Felsnägeln bzw. Stahlürstöcken und Spritzbeton dauerhaft gesichert worden. Die dabei rekonstruierten Schachtabschnitte vom Troster Schacht, Albert Schacht und Reichtroster Schacht sind mit Matten, Spritzbeton und an wenigen Stellen mit Felsnägeln gesichert worden. Dabei wurden Abschlauchungen für das Kluftwasser mit eingebaut.

3.3.8 VERSATZ

Beim alten Zinnwalder unregelmäßigen Weitungsbaue mittels Feuersetzen wurde das Stückerg in der Grube ausgeschlagen und mit dem fein verwachsenen Erz gefördert. Dadurch blieb immer eine große Menge Berge übrig, die im Abbau versetzt wurde. Diese Berge waren nach dem Feuersetzen plattig und mürbe mit hohem Stein- und Kieskornanteil, daher nicht geeignet, um Firstdruck zu tragen. Das war auch nicht notwendig, weil die flachen Weitungen stabil auf ihren Gebirgspfeilern standen.

Beim unregelmäßigen Strebbaue mittels Sprengarbeit, der großflächig in den Flözbahnen vorhanden ist, fielen sehr viele steinig-blockige Berge an, die nach Möglichkeit zu schmalen Mauern aufgesetzt wurden, um das Grubenklein dahinter einzufüllen. In diesen Abbaufeldern sind nur die schmalen Abbaustrecken und die Förderstrecken fahrbar. Die Firste liegen normalerweise fest auf dem Versatz auf.

Eine Besonderheit in Zinnwald ist die Versatzkuttung. In den Bergeversatz warfen die Bergleute bis um 1855 auch den nutzlosen und sehr schweren Wolframit, wenn er nicht gerade eng mit Zinnstein verwachsen war. Der Wolframit wurde in Zinnwald erst ab den 1840er Jahren vereinzelt aus meist Haldenbergen aufgesammelt und erst in den 1860er Jahren wurde neben dem Zinnstein der Wolframit Ziel des Bergbaues. Nun setzte eine massive Bergeversatzkuttung in der Grube ein, sowohl in den alten Brandabbauen als auch in den jüngeren herausgesprengten Abbauen. Mit der Bergeversatz- und Haldenkuttung während des 1. Weltkrieges wurde der Höhepunkt erreicht und alle Wolframite waren soweit möglich ausgekuttet.

Infolge der Versatzkuttung ist es zu einer leicht veränderten Streckenführung und zu geänderten offenen Abbauräumen in den Flözen gekommen. Außerdem sind alte Abbaufrenten entlang der Flöze nachgerissen worden, um das anstehende Flöz auf Wolframit zu prüfen. Die Versatzkuttung erkennt man in alten Brandabbauen leicht an einem deutlichen Anteil gewendet eingebauter und damit nicht rußgeschwärzter Steine in den neuen Versatzmauern und manchmal auch dort eingehauen Jahreszahlen.

Die Gangabbau- und Greisenabbauweitungen sind nicht versetzt worden. Die Hohlräume sind durch gegangene Brüche zu einem geringen Teil ausgefüllt.

Erst als ab etwa 1915 in großem Maße der Begleitgreisen mit aufbereitet werden konnte, musste Versatz von übertage zugeführt werden. Außerdem entstanden mit dem planmäßigen Strebbau größere zusammenhängende Abbaufelder ohne die bis dahin belassenen stützenden Gebirgspfeiler. Man hielt zwar das im Abbauort anfallende taube Gestein je nach Anfallmenge zurück, um Teilversatz oder Pfeilerversatz in dem ausgeerzten Raum zu belassen und an den Abbaustrecken stabile Pfeilerkästen zu setzen. Es blieb trotzdem zu viel offener Abbauraum zurück. Wegen zu befürchtender Bergschadenauswirkungen auf die Tagesoberfläche begann man 1917 mit umfangreichen Maßnahmen für die Versatzgutzuführung von Tage aus. Als Versatzmaterial boten sich die im Umkreis des Obervereinigtfelder Schachtes geschütteten Wäschsandhalden an. Bereits abgeworfene Schächte wurden als Sturzrollen hergerichtet, um Versatz einzubringen. Überwiegend stürzte man diese Massen trocken in die Grube und brachte diesen Sand von Hand trocken als Sandversatz ein. Mit trockenem Sand wurde am Obervereinigtfelder Schacht und Weißtauber Schacht gearbeitet. Versuchsweise wurden 1917 bis 1918 etwa 16.000 m³ Wäschsand der Oberen Sandhalde in alte Grubenbaue eingespült [Röhling (1924)]. Spülversatz aus Wäschsand wurde 1919 bis etwa 1921 über den Bucher- und Försterzecher Schacht in die Grube gebracht. Im Schnöpfer- und Reichtroster Schacht waren 1920 Spülversatztaschen im Bau. Bergdirektor H. M. Röhling schrieb zur Eignung: „Der zur Verfügung stehende Wäschsand eignete sich vorzüglich für das Verfahren und gibt einen vollkommenen dichten Versatz.“ 0]

3.3.9 WASSERHALTUNG

In der Verbundgrube Zinnwald erfolgte eine Stollnwasserhaltung, wobei auch Flözbahnen und Klüfte als Fließwege zwischen den Grubenfeldern bis zu den Stolln genutzt wurden. An wenigen Stellen legte man bis um 1914 unterhalb einer tiefsten Stollnsohle sogenannte Unterwerksbaue an. Das betraf Flözabbau unterhalb vom Oberen Büнау Stolln und unterhalb vom Tiefen Büнау Stolln. Zu deren Entwässerung waren Handschwengelpumpen oder Schöpfweimer am Haspel nötig. Äußerst selten mussten kleine Radkünste gebaut werden.

- Auf dem Abbausteigort 1 im Flöz 3 wurde im November 1938 bei 69,4 m Vortrieb vom Tiefen Hilfe Gottes Stolln aufwärts ein alter Unterwerksbau angeschlossen, in dem sich Reste vom Schwengelpumpen und Holzgefluter befanden. Die Grubenbaue gehörten zu den alten Gruben Segen Gottes und Groß Michaelis [Bergarchiv Freiberg A-40028-1_1158 (alt: OBA-BW 1158) 1937 bis 1942].
- Beim Abbau der Greisenzonen am Wunderlich Köpfer Schacht, am Reichtroster Schacht und am Margarethe Schacht unter dem Niveau des Tiefen Büнау Stollns waren ebenfalls Schwengelpumpen unter dem Stolln notwendig und im Einsatz. Die Reichtroster Weitung ist gegenwärtig teilweise geflutet.
- Bevor der Tiefe Büнау Stolln nach und nach Gruben in Böhmisches Zinnwald löste, hatte man im 18. Jahrhundert an mehreren Stellen Unterwerksbaue vom Oberen Büнау

Stolln auf den Flözbahnen in Betrieb. Im Graupner Revier von Böhmisches-Zinnwald arbeitete um 1810 ein im Laufe der Zeit erblindeter Bergmann weiter an einer Hand-schwengelpumpe in einem 36 Lachter tiefen Schachtgesenk [Barsch (2018)].

- Zu einer Radkunst gibt es mehrere Nachrichten. Diese Kunst scheint westlich vom Oberen Büнау Stolln ohne direkten Anschluss an diesen gegangen zu haben. 1613 kam ein Vertrag zustande: „Es haben die Gewercken vff der Nechsten Maß vnd Vortraung Gottes den Gewercken vff der Hülffe Gottes vorgünndt anzusetzen vnd in ihre Massen zu brechen, vnd weil vff der nechsten Maß eine Kunst ist gebawett worden, so haben die Gewercken vff der Hülffe Gottes den Gewercken vff der Nechsten Maß 8 fl. zur Kunst vnd vors Ansitzen gegeben.“ [Bergarchiv Freiberg A-40080_403 (alt: BA-Neug/XIII/4) 1565 bis 1626] Es handelt sich um produktive Gruben, die auf den Flözen 3 und 5 bauten, wo der Obere Büнау Stolln nur wenig Teufe einbringen würde. Am Schnöpfner Schacht waren es beispielsweise nur 19 m, wobei sich die bauwürdigen Flöze weiter in die Tiefe zogen. 1616 wurde ein weitergehender Vertrag unter Einbeziehung der benachbarten Grube Daniel um den Weiterbetrieb der Kunst geschlossen [Bergarchiv Freiberg A-40080_403 (alt: BA-Neug/XIII/4) 1565 bis 1626]. 1617 schlossen sich die Gewercken der Zeche Birkhenne dem Betrieb der Kunst an [Bergarchiv Freiberg A-40080_404 (alt: BA-Neug/XIII/5) 1566, 1624 bis 1696].
- Im Jahre 1721 einigten sich die Zehengewercken des Lobkowitz Reviers mit den Gewercken des Tiefen Büнау Stollns, dass letztere eine Kunst bauen, um bis zur Herantreibung des Tiefen Büнау Stollns in bestimmten Gruben des Bilinischen Reviers die Flöze unter dem Oberen Büнау Stolln abbauen zu können [Bergarchiv Freiberg A-40080_102 (alt: BA-Neug/VIII/6) April 1730 bis August 1732].
- In der Förster Zeche war ein Kunstgezeug mit Wasserrad geplant. Am 16.06.1700 wurden den Gewercken von Neubeschert Glück Stolln dazu ein Überlaufwasser verliehen: „von den Flößgen, so George Kühnel zum Zinnwalde auf seinen in der so genannten Förster Zeche gehangenen Kunstzeug geleitet und auf daselbst gelegenen St. Georgenfeld aus kf. Territorio entspringet, also und dergestalt zu ihrer neu erbauten Pochmühle bergüblich zu gebrauchen.“ [Bergarchiv Freiberg A-40006_1097 (alt: BA-A/XIX/23) 1685 bis 1700] Im Zinnwalder Bergbuch erfährt man, dass die Kunst erst geplant war: „Georg Kühneln in Vollmacht seiner sämbtl. Gewerckschaft der Förster Zeche zum Zwalde, daßjenige Waßer, so obigt Friedrichs Seifferts Hause entspringet zum Gebrauch auf das in Vorsaz habenden Kunstbaues in Röhrenwerck zu faßen und dahin zu zu leiten.“ [Bergarchiv Freiberg A-40080_408 (alt: BA-Neug/XIII/10) 1700 bis 1771] Damit hätte man Unterwerksbau unter dem Oberen Büнау Stolln betreiben und das Försterzecher Gesenk bis zum Niveau des späteren Tiefen Büнау Stolln teufen können.
- Schließlich erwähnte August Beyer in seinem Grubenbericht für 1736 ein Kunstgezeug auf der Zeche Neue Hoffnung. Das kann nur im Weiten Gesenk (Neu Hoffnung Schacht, BSD Schacht VIII) gegangen haben: „Es ist 26 Ellen hoch, hat nur einen krummen Zapffen, 1 Zapffen-, 1 Schacht- und Schlepp-Gestänge und 3 doppelte Creutze, hebet mit 2 niedrigen Sätzen bis auf eine durch des Ganges Liegendes getriebene Zeug-Strecke, darauf lauffen die Wasser in einen Sumpff, woraus zwey andere Sätze die an einen Creutz hangen und mit einen nach Fallen gerichteten starcken Gestänge an das erste Gestänge angeschlossen, solche Wasser bis auf den Stolln heben.“ [Beyer (1751)]. Im Riss von 1735 [Bergarchiv Freiberg R-40097_H60 Fischer, J. G. (29.07.1735)] zum Neuhoffnung Schacht und Rainstein Schacht ist keine Kunst eingezeichnet. Es könnte sich um die Entwässerung des Gesenkes und

des Tiefen Büнау Stollns bis zum Oberen Büнау Stolln gehandelt haben bis der Durchschlag zum Mundloch des Tiefen Büнау Stollns hin fertig war. Der Kunstraddurchmesser von 26 Ellen ist sehr groß.

- Im Abbau nutzte man Pfützeimer und Pfützkannen, wenn Sickerwasser zusaß, wie das Gezähelisten der Gruben ausweisen [Bergarchiv Freiberg A-40080_240 (alt: BA-Neug/XIV/41) Februar 1756 bis Dezember 1757].

Die modernen Tiefbaue zwischen etwa 1914 und 1990 wurden mit elektrischen Pumpen entwässert.

- Mit dem Bau der Trafostation am Reichtroster Schacht stand Energie für elektrische Abteufpumpen zur Verfügung, von denen noch 1914 eine zur Sumpfung der Reichtroster Weitung am Reichtroster Gesenk I in Betrieb gesetzt wurde [Jahrbuch (1915)].
- 1915 wurde der hydraulische Widder am Neuschacht durch eine elektrische 5-stufige Hochdruckturbinenpumpe zur Trinkwasserförderung ersetzt [Jahrbuch (1916)].
- Im Flöz 9 der Grube Zinnwald wurde 1916/1917 ein größerer Unterwerksbau angelegt, der gegenwärtig geflutet ist. Der Unterwerksbau im Flöz 3 aus dem Jahre 1917 liegt gegenwärtig hinter den Dämmen des Spülversatzfeldes Zinnwald-Nord.
- In der Grube Böhmisches Zinnwald begann man ebenfalls im 1. Weltkrieg mit dem Tiefbau unter der Sohle des Tiefen Büнау Stollns und setzt diesen bis 1990 in großem Umfang fort. Diese Tiefbaue sind gegenwärtig geflutet.

3.3.10 BEWETTERUNG

Die Grube Zinnwald wurde bis 1945 mit natürlicher Bewetterung betrieben. Das funktionierte bei der Vielzahl der Grubenräume und ihrer Verbindungen zur Tagesoberfläche ohne größere Probleme.

Bei Örtern mit Feuersetzen wurde ein Arbeitszeitregime zwischen den Gruben zur Auswetterung der Grubenbaue eingehalten. Tödliche Unfälle durch Ersticken im Schwaden traten jedoch immer wieder auf. Außerdem gab es immer auch Örter, wo matte Wetter nicht abzogen oder wo beim Stollnvortrieb Lichtlöcher notwendig wurden.

Im 1. Weltkrieg wurde im Zusammenhang mit dem maschinellen Bohren an einigen Orten Druckluft bis vor Ort geführt, sodass bedarfsweise auch damit Sprengschwaden vertrieben wurden.

Wetter, Bewetterung: *Wetter sind im Bergbau die in den Grubenräumen befindlichen Gase, d. h. Luft mit Beimengung von Gasen aus dem Gebirge und technologischen Abläufen (Abgase, Sprenggase), Bewetterung sind die technischen Maßnahmen zur Versorgung der Grube mit Fischluft, kann saugend oder blasend erfolgen*

Eine Ortsbewetterung war erst bei den untertägigen Verwahrungsarbeiten ab 1970 notwendig, als man die Radonbelastung der Grubenluft als eigentliche Gefährdung erkannt hatte.

Auch bei den Arbeiten zur Stollnsanierung 2007 bis 2011 war eine Ortsbewetterung notwendig.

Die Strahlenbelastung wird in der Zinnwalder Lagerstätte durch Radon und dessen Folgeprodukte hervorgerufen. Die in den Zinngraniten immer vorhandenen Uranminerale zerfallen u.a. in das gasförmige radioaktive Edelgas Radon als Alphastrahler, das aus dem Gebirge austritt und in die Grubenwetter gelangt oder sich in stehendem Grubenwasser anreichert. Es zerfällt weiter in ebenso radioaktive feste Bleisotope, die Bronchien und Lunge dauerhaft belasten.

Gegenwärtig wird für den Teil des Besucherbergwerkes eine generell blasende Bewetterung für den Tiefen Büнау Stolln betrieben. Der Neuschacht und der Rainstein Schacht sind ausziehende Wetterschächte am Ende der beiden Hauptflügel des Tiefen Büнау Stollns. Mehrere Wetterwegsamkeiten zum Altbergbau und alle Wetterwegsamkeiten zu den sanierten Stollnabschnitten sind wettertechnisch abgedichtet. Aktuelle Messergebnisse zu den Wetterströmen und Radongehalten sind ab 2011 im Rahmen der Überwachung und dem Hauptbetriebsplan beim Besucherbergwerk angefallen und liegen dort vor. Im Rahmen einer balneologischen Radonerkundung wurden 2005/2006 Radongehalte im Grubenwasser des Tiefen Büнау Stollns bestimmt [Rösner und Sennewald (2007)].

3.3.11 GRUBENFÖRDERUNG

Zur Förderung der Erze und Berge aus den Abbauen wurden im 18. Jahrhundert nach überlieferten Beschreibungen verwendet [Beyer (1751)]:

- Mit Eisen beschlagener Schlepptrog auf zwei Schlepptangen auf der Streckensohle
- Laufkarren
- Schlepphund
- Tröge (Schleiftröge)

In seinem Bericht als Bergmeister schreibt Emanuel Heinrich Hesse 1823: „Die Förderung der Zwitter und Berge wird bey dieser Grube, so wie bey den andern durch Fülltrog, Karn und einen Schlepphund welcher 3 Kübeln enthält, von den Oertern weg bis unter die Tageschächte bewirckt, von da aber durch selbige hinaus bis an den Tag geschieht solche durch einen Anschläger und zwei Haspelknechte vermittelt Kübel und Seil.“ [Bergarchiv Freiberg A-40080_302 (alt: BA-Neug/XVII/75) Hesse (1823)] Die Laufkarren wurden in den Gezähelisten der Gruben verzeichnet [Bergarchiv Freiberg A-40080_240 (alt: BA-Neug/XIV/41) Februar 1756 bis Dezember 1757]. Diese Förderung in kleinen Gruben auf relativ kurzen Strecken war seit Beginn des Zinnwalder Bergbaus typisch.

Bei einem regelmäßigen Strebbaue konnten die Steig- bzw. Fallörter für eine Zwischenförderung als Bremsberg am Haspel mit sogenannten Schlepphunden, die zwei Rollenachsen haben, genutzt werden. Einen derartigen Haspelberg hat R. Schwamkrug 1861 bei seiner Bildungsreise 1861 in Zinnwald gesehen [Schwamkrug (1861)]. In den Stollnstrecken gab es Karren und ungarische Hunte zur Förderung, wie es Petzhold für 1859 kurz erwähnt [Petzhold (1859)].

Eine moderne Abbau- und Streckenförderung wurde erst ab 1914 aufgebaut. Die Stollnförderung wurde nach einem mißlungenen Test 1916 von Endlosseilförderung auf Lokomotivförderung mit Benzolloks umgestellt, sodass 1920 auf 2.630 m Fördergleis im Tiefen Büнау Stolln zwischen 11 zu Erzrollen umgebauten Hauptschächten und dem Stollnmundloch ge-

nutzt werden konnte. Außerdem waren 1920 im Strebbau 1.676 m Streckengleis auf den Förderstrecken für manuelle Hunteförderung verlegt [Bergarchiv Freiberg A-40024-16_0002-2, 1906 bis 1921]. Es wurden eiserne Hunte verschiedener Bauarten verwendet, wovon einzelne noch im Altbergbau stehen.

Das Roherz aus den Abbauen wurde in dieser Zeit über druckluftbetriebene Schüttelrutschen und Rollen auf den Tiefen Büнау Stolln und von dort per Gleisförderung zur Aufbereitung gebracht. Große Mengen wolframhaltiger Haldenmassen wurden über 11 der 26 Hauptschächte verstürzt und die Massen auf dem Tiefen Büнау Stolln abgezogen und abgefördert [Bergarchiv Freiberg A-40024-16_0002-2, 1906 bis 1921].

3.3.12 SCHACHTFÖRDERUNG

Die abgesetzten kleinen Schächte waren für die Haspelförderung gemäß geteuft und es blieb wenig Platz für die Fahrung. Die mit dem Karren oder Schlepptrog bis unter die Haspelschächte geförderten noch unreinen Erze bzw. die Berge wurden per Handhaspel zu Tage gefördert. Hesse gibt 1803 eine Leistung am zweimännischen Haspel von 144 zweimännischen Kübeln pro Schicht an [Hesse (1803)]. Da bei den tieferen Schächten mit Gesenk ein Umhängen der Kübel nötig war und zuvor in der Grube oft Zwischengesenke dem Masse-transport dienten, bestand dort eine aufwendige mehrfach gebrochene Förderung. Mitte des 19. Jahrhunderts wurden auch eiserne Haspel mit Vorgelege über Tage verwendet, wie Petzhold 1859 bemerkt [Petzhold (1859)].

In die alten Haspelschächte konnte später keine moderne Schachtfördertechnik eingebaut werden. Mehrere der alten Schächte wurden jedoch als Sturzrollen für die Massenförderung bis zum Tiefen Büнау Stolln nachgenutzt. Aus den Flözen und von den Halden wurden die Massen ab 1914 generell nach etwas älteren Anfängen in den geeigneten Schächten zum Tiefen Büнау Stolln verstürzt, unter Rollen in Hunte gefüllt und per Gleisförderung im Stolln zu Tage ausgefördert. Nur der Albert Schacht und der Grenz Schacht boten genügend Raum für moderne Schachtförderanlagen. In der Grube Cínovec wurden im 1. Weltkrieg der Petri Schacht und der Militärschacht (nach 1945 Schacht Cínovec I) als moderne maschinelle Hauptschächte hergerichtet. Für den Abbau der tief liegenden Greisenkörper Grube Cínovec wurde der Schacht Cínovec II neu geteuft.

Das Verstürzen von Erz und Berge über Schächte auf den Tiefen Büнау Stolln und die dortige Abförderung mit Hunten ist in Ansätzen bereits für die 1860er Jahre belegt, als man ungarische Hunte nutzte [Hahmann, H. (1864)]⁰. Die Gleisförderanlagen und die maschinelle Förderung am Albert Schacht wurden in der letzten Betriebsperiode 1934 bis 1945 nachgenutzt und Gleise in den Neuauffahrungen verlegt.

3.3.13 VERWAHRUNGSTECHNOLOGIEN

Zum Verständnis der montanhydrologischen Verhältnisse in der Grube Zinnwald muss man sowohl die praktizierten Verwahrungstechnologien als auch deren Risiken genau kennen. Eine erfahrungstragende Zusammenfassung der praktizierten Verwahrungstechnologien hat der Haupttechnologe der Bergsicherung Dresden R. Lange in einem privaten Manuskript zu Zinnwald hinterlassen [Lange (1987)] und in einem weiteren Dokument gegenüber dem Zentralen Geologischen Institut Berlin benannt [Lange (1978)]. Aus den schadstellenkonkreten Angaben in der Bergschadenkundlichen Analyse von 1991 [Barsch et al. (1991)] las-

sen sich zusätzliche Rückschlüsse auf die Verwahrungstechnologien und deren Wirksamkeit ziehen.

3.3.13.1 HOHLRAUMBOHRUNGEN, VERSATZBOHRUNGEN, VERSORGNUNGSBOHRUNGEN

Zur Suche nach Hohlräumen, Bruchfeldern und Bergeversatzfeldern wurden von Beginn an Hammerbohrungen mit Druckluftförderung bis zur festgesetzten Abbruchtiefe eingesetzt. Die Hohlraumb Bohrungen, spezielle Versatzbohrungen und Versorgungsbohrungen wurden für die Verwahrungsarbeiten genutzt.

Die Bohrungen hatten unterschiedliche Durchmesser. Man begann 1970 mit Bohrmeißeln zwischen 168 und 94 mm Durchmesser, später verwendete man nur noch Bohrmeißel mit den Durchmessern 84 mm bis 76 mm, wobei man für Versatzbohrungen möglichst bei 150 mm Durchmesser blieb, was nicht immer gelang. Die üblicherweise nicht verrohrten Bohrungen wurden bei den Verwahrungsarbeiten mit verfüllt und somit gegen Nachbruch gesichert, sind dadurch aber wasserwegsam geblieben. Das Deckgebirge über den Flözen wurde mit insgesamt 1.797 von uns recherchierten Bohrungen durchstoßen. Diese noch im Archiv der Bergsicherung Freital vorhandenen Dokumente zu den Bohrungen bis 1997 und weitere seitdem angefallene Bohrungsdaten sind risslich und tabellarisch der Bergschadenkundlichen Analyse beigefügt [Dietrich et al. (2019)]. Auf und im nahen Umfeld der Verbundgrube Zinnwald/Cínovec wurden zusätzlich noch zahlreiche geologische Erkundungsbohrungen geteuf, die ebenfalls vollständig in der Bergschadenkundlichen Analyse aufgelistet sind. An der BSD Bohrung 116 am Grenzdamm (Probenahmepunkt W-100) und an der Bohrung Cn 47 auf der Strecke PIII/92 (Probenahmepunkt Cí 38) wurden im Vita-Min-Projekt im Niveau Tiefer Büнау Stolln Proben genommen. Alle Bohrungen - bis auf die regulär mit Ton oder Beton abgedichteten geologischen Erkundungsbohrungen - stellen potentielle Wasserwegsamkeiten aus dem Kluftwasserleiter des Deckgebirges in die Grube dar, wie an den beiden genannten Bohrungen und einigen weiteren beobachtet werden kann. Dazu gehört auch der 2007 neu gesetzte und weiterhin genutzte Pegel 2 (W 51). Der benachbarte Pegel 1 ist mit Ton verfüllt. In der Grube ist u. a. die Altbohrung Li 13/1958 bis ins Flöz 9 wasserführend.

3.3.13.2 ALTE TAGESCHÄCHTE UND NEUE UNTERSUCHUNGSSCHÄCHTE

R. Lange hat bei den technologischen Planungslösungen zwischen aufgefundenen alten Tageschächten und eingetretenen Tagebrüchen auf alten Tageschächten unterschieden. *„Nur die Flächensanierungen sind hauptsächlich mittels Spülversatz durchgeführt worden. Bei der Tagesschachtverwahrung wurde nach einem speziellen Prinzip verfahren. Alle unsicher verfüllt gewesenen Schächte sind entweder vollständig, oder ab Flur auf zustandsbedingte Teufe ausgeräumt worden. Einige wiederaufgewältigte Tagesschächte mußten zeitweilig als Zugang für benachbart umgehende Flächensanierung dienen. Das Kernstück aller Schachtverwahrungen besteht aus mindestens einer, wo nötig gewesen auch mehreren massigen, qualitativ hochwertigen Betonplomben. Solche Betonkörper, deren vertikale Dimension immer um ein bestimmtes Maß größer als der Durchmesser oder die längste Breite sein muß, sind vorwiegend bei mindestens 10 m unter Flur, teilweise auch in einem sich hierfür anbietenden obersten Zwischenfüllort eingebaut worden. Abwärts liegenden Hohlraum hat man im Regelfalle, den tagseitig liegenden Schachtröhrenabschnitt in jedem Falle mittels Sturzversatz verfüllt. ... Der Schachtverwahrung ähnlich sind eingetretene Tagesbrüche saniert worden. Einbruchstrichter entstehen in Erzbergbaurevieren hauptsächlich auf alten, unsicher verwahrt gewesenen, Tagesöffnungen. In den meisten untersuchten Schadensfällen war eine oberflächennahe Bühne nach Baumaterialverrottung durchgebrochen, oder eine unverdämmt gewesene Sturzversatzsäule aus der Schachtröhre in benachbarten untertägigen Raum gerutscht. Unsachgemäße Nachfüllungen können neuen Schäden nicht dauerhaft vorbeugen. Deshalb wurden in Zinnwald die entstandenen Tagesbrüche bis in einen für Plom-*

beneinbau geeigneten Horizont ausgeräumt, ein Betonkörper eingebracht und erst danach tageseitig der Trichterhohlraum verfüllt." [Lange (1987)]

Die Verplombung von Tageschächten mit Sturzversatz über der Betonplombe auf Felswiderlager war statisch sicher. Es mussten bisher keine Betonplomben wegen eingetretener Lageveränderungen nachverwahrt werden. Das Risiko liegt bei diesen Betonplomben in deren Umläufigkeit für Kluftgrundwasser, weil das Kluftnetz durch den Flözabbau und ältere Schachtbrüche aufgelockert ist und die Schachtröhren wassersammelnde Tiefpunkte für Grundwasser sind. Dem wurde teilweise durch Wasserableitungsrohre in den Betonplomben – wie beim Reichtroster und Schnöpfner Schacht – begegnet, wenn darunter kein Spülversatz eingebracht worden war.

Beim Obervereinigtfelder Schacht war oberhalb der Betonplombe (Flöz 7 und 8) befindlicher Versatz der Flöze 5 und 6 die Ursache für das Abwandern des Versatzes in die Flöze 5 und 6 und das Umfließen der Plombe, in deren Folge sich nach dem Starkregen vom August 2002 eine Senke auf dem Parkplatz gebildet hatte. Außerdem kam es in der Grube zu einem plötzlichen Wasser-Sandzufluss aus einer Versatzmauer in der Grundstrecke Flöz 9 [Pfützte (2004)]. Beim BSD Schacht XXXI an der katholischen Kirche war 2016 eine Nachverwahrung notwendig, weil es ausgespülte Bereiche um die Betonplombe herum gab und fließendes Grubenwasser in der Flözsohle [Pfützte (2016)].

Es gibt eine Reihe von neuen Untersuchungsschächten, die von der Bergsicherung Dresden nach vorangegangener Bohrerkundung auf eine Flözbahn niedergebracht worden sind, ohne dass man dafür Altschächte nutzen konnte. Traf man den Flözhohlraum an, den man als Zugang benötigte, wurde nach Abschluss der untertägigen Arbeiten wie beim Tagesschacht meist mit Flözplombe oder wenigstens einer Verdämmung der Versatzböschung und darauf Sturzversatz, wenn technologisch möglich mit Spülversatz, zur Verdichtung der Verfüllsäule verwahrt. blieb der Schacht dagegen im Nebengestein stecken, verwendete man nur Sturzversatz. Auch diese Schachtverfüllungen blieben wasserwegsam.

3.3.13.3 ÜBERHAUEN, GESENKE (BLINDSCHÄCHTE)

Unter den Oberen Büнау Stolln niedergehende Gesenke oder Blindschächte zwischen Flözbahnen wurden nur wenn es für die Kapselfelder notwendig war, entweder in einem gewünschten Horizont mit Betonplomben gesichert, oder vorhandene Versatzpfeiler um das Füllort wurden komplettiert, abgedichtet (Mörtel, Gaze) und danach das Feld verspült. Bei diesen Verplombungen legte man Wert auf die mechanische Stabilität bei der Belastung durch nachfolgend eingespülten und sich aufbauenden Spülsand. Hinsichtlich des Spülwassers war sogar eine gewisse Durchlässigkeit erwünscht.

3.3.13.4 UNTERTÄGIGE MASSEKEGEL VON SCHÄCHTEN

Bei den Erkundungsbefahrungen wurde gleich zu Beginn im Jahre 1969 erkannt, welche Bedeutung die sich vom Bergeversatz in Form, Aufbau und Material deutlich unterscheidbaren Massekegel in den Abbaufeldern haben. Sorgsam wurden alle Massekegel erfasst, markscheiderisch aufgenommen, im Betriebsgrubenbild dargestellt und mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit alten Tagesschächten oder Blindschächten zugeschrieben. Es wurden bei den Verwahrungen jedoch nur jene Tagesschächte ausgeräumt, die Tagebrüche aufwiesen oder die als Zugangsschächte notwendig waren. Mithin blieb eine größere Anzahl vom Massekegeln unbearbeitet an Ort und Stelle. Diese Massekegel wurden mit zementgebundenen Massen stabilisiert und dann die umliegenden Grubenräume mit Spülsand verwahrt. Auch dabei blieben der Massekegel und die Ränder der Mörtelschicht wasserdurchlässig.

3.3.13.5 STURZVERSATZ

Sturzversatz aus angeliefertem oder aufgehaldetem Haldenmaterial in Form von Splitt oder Schotter wurde zur Hohlräumeauffüllung verwendet, wenn eine stabile Auflagefläche dafür vorhanden war:

- Regelmäßig wurden vor allem vom Ausbau geraubte Schachtröhren von der Oberkante der Betonplombe bis übertage aufgefüllt. Manchmal wurde die Schachtröhre zuerst bis zum Plombenhorizont mit Sturzversatz aufgefüllt.
- Untersuchungsschächte, die auf voller Länge im Festen und in Bruchmassen standen, wurden ohne Betonplombe nur mit Spülversatz und Sturzversatz wieder verfüllt.
- Schächte, die weniger als 10 m tief waren und einen engen Flözanschluss hatten, wurden ohne Betonplombe nur mit Spülversatz und Sturzversatz wieder verfüllt.
- Tagebrüche wurden nur dann mit Sturzversatz verfüllt, wenn die Ursachenerkenntnis das erlaubte.
- Es wurde auch bei schachtnahen Abbauräumen Sturzversatz eingefüllt.

Im BSD Schacht XXI mit offen aufgeschlossenem und sich nach unten bruchhaft fortsetzendem Gangabbau ist zunächst ein Kegel aus Sturzversatz von der Schachtröhre aus geschützt worden, um später über benachbarte Bohrungen den restlichen Ganghohlraum mit Spülversatz verfüllen zu können, ohne Gefahr, dass der Spülversatz im Sohlbruch des Gangbaus abfließt [Müller (1991)]. Alle diese Sturzversatzverwahrungen sind wasserwegsam geblieben.

3.3.13.6 HANDSPÜLVERSATZFELDER

Überlegungen der Technologen der Bergsicherung Dresden zum „Versatzstoffdargebot und den örtlichen Verhältnissen, wie auch ökonomische, bergtechnische und transporttechnische Gründe führten zu dem Entschluß, vorwiegend Spülversatz anzuwenden.“ [Lange (1987)] Die Bergsicherung Dresden begann 1971 Abbauräume mit Handspülversatz in Kapselfeldern zu verfüllen. Dieses Verfahren wurde bis Mitte 1973 allein angewendet und betraf bis dahin nur den Sanierungsabschnitt 01 Kindergarten und 08 Greiszecher Westfeld. Man begann nach der Erkundung und Vermessung der befahrbaren Grubenräume die Verwahrungsarbeiten damit, die Durchhiebe und Schachtfüllorte mit Mauer- oder Holz-Gazedämmen zu verschließen und danach Spülsand mit relativ wenig Wasser über Versatzbohrlöcher einzufüllen. Den Spülsand holte man vor dem Bau der Spülersatzleitung von der Spülhalde im Petzoldgrund.

Der Effekt einer Verwahrung mit Handspülversatz entsprach zunächst nicht den Erwartungen nach raumfüllenden, dichten und lagestabilen Spülversatz, was an der noch unausgereiften und wasserarmen Einspültechnologie und an der Verwendung von fein- bis grobsandigen Wäschsanden lag. Das Spülversatzverfahren war seit Sommer 1973 geändert und der gesamte Streifen wurde mit dem aus der Aufbereitung von Rudné Doly Příbram, závod Cínovec bezogenem reichlich Wasser führenden, stark feinsandigem, schwach schluffigem Spülversatz nachverwahrt. Das eingespülte Wasser wurde an den unteren Dämmen mit 80er bis 100er Flanschrohren mit Gazefilter abgeleitet, die dann mit Blinddeckeln verschlossen wurden. Der Handspülversatz ist wasserwegsam und die Dämme nicht mehr kontrollierbar.

3.3.13.7 SPÜLVERSATZFELDER

Auf Vorschlag des ČSSR Gutachters W. Thiemel von OBÚ Most (Bergamt Most) begann im August 1973 der Bezug von bei Rudné Doly Příbram závod Cínovec anfallenden großen Mengen an Aufbereitungsrückständen als Spülversatz für die Bergsicherung Dresden. Es

wurde eine Spülversatzleitung von der Aufbereitung der Grube Cínovec zur Sandhalde am Lerche Schacht verlegt und von dort gab es bauzeitliche Stichleitungen zu den Einspülmündungen über der Grube Zinnwald. Das mitgeführte Wasser musste vertragsgemäß im gleichen Umfang zurückgepumpt werden. Dafür gab es eine parallele Leitung bis zur tschechischen Aufbereitung. Der Spülversatz wurde bis zum Rückbau der Spülversatzleitung im September 1985 von Rudné Doly Příbram závod Cínovec abgenommen. Danach wurde nur noch die Aufhaltung in der Baustelleneinrichtung verarbeitet.

Die Regeltechnologie lief nach R. Lange wie folgt ab:

„Die Spülversatzanwendung wurde zum bestimmenden Faktor für die horizontale und vertikale Umgrenzung der einzelnen Sanierungsabschnitte. Das zur Verfügung gestellte Spülgemisch enthielt zwar nur durchschnittlich 175 g Wäschesand je Liter Wasser, konnte aber kontinuierlich ab der Erzwäsche mittels Pumpe über eine Flurschwelle gedrückt und danach selbsttätig abwärtsfließend den Versatzräumen zugeführt werden. Vor Herrichtung jedes geplanten Kapselfeldes mußte die zu verdämmende Örtlichkeit sorgfältig auf vorhandene bergmännische Durchschläge oder natürliche Kluftöffnungen untersucht werden...Erfolgreich bleibende vielartige Mühen belohnte der Spülversatz, indem er neben zugängigen offenen auch die verbrochenen oder undicht versetzten Grubenräume, sowie Gesteinsspalten und ähnliche Höhlungen dicht ausfüllte.

In jedem neuem Kapselfeld mußte besonders während der kritischen Anspülphase untertage beobachtet werden, welchen Abflußweg das Wasser fand und ob es geklärt aus dem Kapselfeld austrat. War Feststoffanteil des Spülversatzgemisches nicht innerhalb des Versatzraumes geblieben, dann mußte die Austrittsstelle, oder das im Kapselfeld entstandene Strudeloch nachträglich verdämmt werden.

In der Anfangszeit sind innerhalb eines Kapselfeldes verloren gehende Stahlrohr-Überlaufableitungen, dem Versatzspiegelzuwachs vorseilend montiert worden. Es zeigte sich jedoch, daß solche Entwässerungsvorsorge unterbleiben konnte. Der Feststoff lagerte sich, permanent ansteigend, zum gewünschten Zwecke ab. Das geklärte Wasser hob sich über den Versatzspiegel und floß durch nächstgefundene kornundurchlässig-feinste Gesteinsspalten ab. Zahlreiche Kontrollen ergaben, daß der Versatzspiegel schon nach rund 24stündiger Einleitungsunterbrechung betreten werden konnte.“ [Lange (1987)] Generell wurden die Kapselfelder so aufgebaut, dass durch die filterfähigen Verdämmungen das Spülwasser abfließen konnte und eine Kontrolle des Versatzaufbaues möglich war. Neben den Kapselfeldern gab es auch nicht gekapselte unzugänglich verbrochene Bohrfelder zur Spülversatzeinbringung,

Alle Spülversatzfelder sind wasserwegsam geblieben. Insbesondere hinter den Dämmen, die am Übergang eines Spülversatzfeldes zum Tiefen Büнау Stolln liegen kommt es nunmehr zu einem zeitweiligen Rückstau wegen begrenzter Entwässerungsfähigkeit des Spülversatzes an Fugen und Dammfiltern.

3.3.13.8 EINFÜLLEN VON VERSATZ MIT BINDEMITELEN

Die Umstellung der Produktion bei Rudné Doly Příbram závod Cínovec beendete bereits 1985 die Spülversatzlieferungen für die Bergsicherungsarbeiten in Zinnwald. Nachdem die am Lerche Schacht aufgehaldeten Vorräte aufgebraucht waren, wurden Grubenräume mit zementgebundenen Dämmern oder Beton über Bohrlöcher bzw. Schächte verfüllt und weiterhin Sturzversatz verwendet, wo das angebracht war. Es wurde zuvor bis 1990 nur an einzelnen Stellen in Abbauräume Versatz mit Bindemitteln eingebracht. Bei der Verwahrung

mit Beton war es nicht möglich, dass der Beton überall die Hohlraumfirse erreicht. Der Versatz konnte so mit dem Kluftwasser in die Resthohlräume wandern. Der Beton war zwar wasserdicht, blieb aber umläufig insbesondere an seiner Oberfläche durch das Schwinden beim Aushärten. Das war Ursache für die Nachverwahrungen. Im Jahre 2003 wurde unter Beachtung der Erfahrungen bei der Verwahrung des U-Schachtes 12/03/55/141 mit Hohlräumen in der Oberbank Flöz 4 an der Alten Post wie folgt vorgegangen [Pfützte (2003)]: „Die Verwahrung der aufgeschlossenen Grubenbaue erfolgte über 4 Bohrungen mit 56 m³ Beton und 3 m³ Dämmen zur Resthohlraumverfüllung. Die Plombe wurde als Füllortplombe ausgeführt. Der Schachtausbau wurde geraubt und der Schacht mit Mineralgemisch verfüllt.“ Der Dämmen sicherte durch sein Quellverhalten beim Aushärten den Firstabschluss der Verfüllung.

3.3.13.9 BOHRLOCHINJEKTIONEN

Im Sanierungsabschnitt 25 Ausreisespur Grenzübergangsstelle wurde nach 1992 erstmals Dämmen mittels aus den BSD Schächten XXXIV und XLIV heraus gestoßener leicht geneigter Bohrlöcher injiziert [Riedel et al. (1996)]. Damit konnte man Zonen unter Gebäuden oder genutzten Verkehrswegen sichern. Diese Technologie wurde auch danach, allerdings nur bei schwierigen räumlichen Verhältnissen oder bei Nachsanierungen an bereits verwahrten Schächten und zur Abdichtung gegen massive Kluftwasserzutritte bei der Stollnsanierung angewendet.

3.4 ENTWICKLUNG UND ZUSTAND DER WASSERLÖSESTOLLN IN DER GRUBE ZINNWALD/CÍNOVEC

3.4.1 ÜBERBLICK ZU DEN HAUPTSTOLLN

Die Lagerstätte Zinnwald wird durch vier Hauptstolln erschlossen, die gleichzeitig der Grubenentwässerung dienen (Tabelle 17). Die Stollnmundlöcher wurden auf sächsischem Ge-

Wasserlösestolln: Bergbaustollen dienen einerseits dem Zugang zu einem Untertage-Bergwerk oder der Materialförderung. Sehr wesentlich ist auch die Funktion der Wasserableitung aus den Grubenbauen. Führt ein Bergbaustolln wesentliche Mengen von Grubenwasser ab, spricht man von „Wasserlösestolln“

biet im Heerwassertal bzw. im Petzoldgrund (Rosengrund) angesetzt. Zwei der vier Stolln, Oberer und Tiefer Büнау Stolln, entwässern auch die Grube Cínovec. Die Stolln sind in Abbildung 7 mit eingetragen.

Tabelle 17: Hauptstolln der Grube Zinnwald

Stolln	Bedeutung
Oberer Büнау Stolln Mundloch 783,0 m NN	Ab Mitte 16. Jahrhundert weitläufiger Aufschluss der Lagerstätte Zinnwald-Cínovec auf den Flözen und Morgengängen im Zentralteil der Granitkuppe und an deren West- und Südostflanke.
Tiefer Büнау Stolln Mundloch 49,48 m NN, am Zacharias Gesenk 753,50 m NN, Neu- schacht 751,96 m NN	Ab 1686 energisch vorgetriebener neuer Hauptstolln, der den Oberen Büнау Stolln in der gesamten Ausdehnung der Gruben Zinnwald-Cínovec unterfährt und bis 1980 weiter nach Süd verlängert wird.
Tiefer Hilfe Gottes Stolln altes Mundloch 719,95 m NN, Gesenk I Reichtroster Weitung 721,75 m NN	Am Westrand der Lagerstätte bis zur Reichtroster Weitung getrieben. Nach 1934 mit Richtstrecke-Süd und Querschlägen ohne Erfolg im sächsischen Teil erweitert. Bauwürdige Mittel im 1. Weltkrieg im Frisch Hoffnung Morgengang und im 2. Weltkrieg auf den Flözen 2, 3 sowie in den Segen Gottes Weitungen abgebaut.
Joseph Stolln Mundloch 786,25 m NN	1904 im Petzoldgrund angesetzt und 1906 auf 240 m Länge bis zum Grenzschaft vorgetrieben, diente zur Wasserhaltung und vor allem zur Förderung aus dem Hansa-Flöz (Flöz 6) der Grube Gnade Gottes zu Zinnwald. Er brachte 25 m Teufe am Grenzschaft ein /Jahrbuch 1906/.

Zwei weitere Hauptstolln erreichten trotz ursprünglicher Planung die Lagerstätte nicht und gehören somit zu den randlichen Kleingruben:

- Mit dem Carl Anton Stolln (723,25 m NN) war geplant, von der Mündung des Petzoldwassers in das Heerwasser aus die Flöze 1 bis 4 auf tieferem Niveau aufzuschließen.
- Mit dem Leopold Stolln (693,75 m NN) der weit unten im Heerwassertal angesetzt wurde, war geplant, den Tiefen Büнау Stolln im zentralen Teil der Lagerstätte zu enterben.

3.4.2 OBERER BÜNAU STOLLN (EHEMALS TIEFER STOLLN)

Den Gewerken vom Tiefen Stolln, der erst nach 1750 als Oberer Büнау Stolln bezeichnet wurde, wurden bereits 1551 von beiden Grundherren (Lauenstein, Bilin) die speziellen Stöllnerrechte zugesprochen, die beim Vortrieb des Tiefen Stollns in Gruben des Biliner Revieres an der Ostflanke der Lagerstätte wirksam werden sollten [Bergarchiv Freiberg A-40080_261 (alt: BA-Neug/XVII/21) 1551 bis 1769 Bergwerkssachen]. Anlass für diese Befreiung war der nunmehr in den Zinnwalder Teil der Herrschaft Bilin gerichtete Vortrieb. Der Tiefe Stolln war 1551 nur auf dem Gebiet der Grundherrschaft Lauenstein in Vortrieb. Der Tiefe Stolln wurde als künftiger Hauptstolln betrachtet und unter Beteiligung der Grundherren von Lauenstein und Bilin zügig vorangetrieben, wobei die Auslängung des Stollns aus der Lauensteiner Grundherrschaft heraus zunächst auf die Ostflanke der Lagerstätte in die Grundherrschaft Bilin gerichtet ist. Ein Aufschluss der böhmischen Westflanke der Lagerstätte, die zur Grundherrschaft Graupen gehört, wird noch nicht als Ziel beim Stollnvortrieb genannt.

Weitere Nachrichten belegen den Stollnvortrieb:

- Die Vermessung und Verpflockung der Maßen des Stollns im Jahre 1565 umfasste bereits Grubenfelder bis an die Grundherrschaft Graupen und bis in die Tagebaue der Weißen Wand bei der Schmied Zeche und Haselhuhn an der Grenze zur Grundherrschaft Bilin. Das deutet auf den energischen Vortrieb des Stollns in der Grundherrschaft Lauenstein hin [Bergarchiv Freiberg A-40080_400 (alt: BA-Neug/XIII/1) 1554 bis 1565]
- Der Wunderlich Köpfner Schacht wurde ab 1580 vertragsweise von den Stollngewerken zur Förderung genutzt [Bergarchiv Freiberg A-40080_403 (alt: BA-Neug/XIII/4) 1565 bis 1626].
- Die benachbarte an die Biliner Grenze reinende Wernerzeche muteten die Stollngewerken im Jahre 1579 als diese im Freien lag, sodass dort ein zweiter Förderschacht nutzbar war [Bergarchiv Freiberg A-40080_403 (alt: BA-Neug/XIII/4) 1565 bis 1626]. Dazwischen lag das Grubenfeld der Schmiede Zeche an der Staatsgrenze, die 1594 den Querschlag im Tiefen Stolln nach ihrem Grubenfeld selbst in Vortrieb nehmen durfte [Bergarchiv Freiberg A-40080_403 (alt: BA-Neug/XIII/4) 1565 bis 1626].
- Es ist anzunehmen, dass um 1580 der Tiefe Stolln mit dem Haupttrakt in das Biliner Revier eingekommen ist, während der Graupner Revierteil schrittweise über den Biermauler Stollnquerschlag entlang des Westflanke angeschlossen wurde.
- 1596 gab es Streit, weil Thomas Kluge aus seiner Grube Schwarze Wand im Graupner Revierteil von Zinnwald vom stillliegenden Biermaul Stollnflügel in diesem Revierteil aus einen eigenen Stollnquerschlag treibt, diesen vom Graupner Bergmeister verliehen bekommt, und das Stollneuntel von den durch diesen Querschlag gelösten Gruben Rössel und Heilige 3 Könige beansprucht. Dagegen legen die Gewerken des Tiefen Stollns rechtlichen Protest ein. Es kommt am 14.05.1596 zur Halbierung des Stollneuntels [Bergarchiv Freiberg A-40080_261 (alt: BA-Neug/XVII/21) 1551 bis 1769 Bergwerkssachen].
- Die Stollngewerken lassen 1606 ihre Grubenfelder im Lauensteiner Revier komplett vermessen. Spätestens jetzt ist der Vortrieb der Haupt- und Nebentrakte des Oberen Büнау Stolln bis zur Staatsgrenze abgeschlossen [Bergarchiv Freiberg A-40080_403 (alt: BA-Neug/XIII/4) 1565 bis 1626]0.

Der Obere Büнау Stolln blieb für die Grube Zinnwald/Cínovec bis in die 1730er Jahre hinein der tiefste Stolln zur Grubenentwässerung. In den Gruben auf böhmischer Seite waren die Stollntrakte noch bis in die 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts für die Grubenwasserhaltung wichtig. Der Obere Büнау Stolln wurde ab 1707 vom Tiefen Büнау Stolln schrittweise unterteuft, als dieser das Flöz 1 auf sächsischer Seite erreicht hatte.

Der Obere Büнау Stolln bestand aus folgenden Stollntrakten, die im Riss (Anlage 1.1) gelb dargestellt sind:

- Der Haupttrakt erreicht vom Mundloch das Flöz 2 beim BSD Schacht III (Alter Roland). Der Haupttrakt wurde weiter nach Süd über den BSD Schacht F (Alter Fritz), den BSD Schacht E (Alter Emil), den Schnöpfner Schacht, den BSD Schacht C bis zur Stollnverflügelung vorgetrieben. Bis hierhin wurde das Stollnniveau auch für kurze Flözstrecken genutzt.
- Nach Süd wurde auf dem Neuschacht Morgengang der sogenannte Biermaul Stollnflügel in der Westflanke der Lagerstätte weiter aufgefahren. Hier gibt es Anschlüsse an die Flözbahn des Flözes 7 mit dem Commun Schacht. Der Stollnflügel ist über einen kurzen Querschlag mit dem Reichtroster Schacht verbunden. Der Biermaulflügel schwenkt im Süden kurz auf das Graupner Teilrevier aus und endet im Flöze 6 beim

Neuschacht. Unterwegs gibt es einige inzwischen versetzte vertikale Verbindungen in die Flöze.

- Der Haupttrakt des Oberen Büнау Stollns verläuft von der Stollnverflügelung weiter nach Südost mit Anschlüssen an die Flöze 6 und 7. Weiter vorbei an den Tageschächten der Greis Zeche, der Förster Zeche, der Werner Zeche geht es geradlinig bis zur der Staatsgrenze und dort als Haupttrakt weiter nach Süd.
- Ein Stollnflügel erreicht von der Greis Zeche nach Süd über das sehr flach ansteigende Flöz 7 den Wunderlich Köpfner Schacht von wo aus angrenzende Gruben im Biliner Revier über die Flözbahnen entwässert wurden. Ein weiterer Stollnflügel erreicht nach Nord querschlägig die Brandklüfter Rolle. Zwischen Werner Zeche und Staatsgrenze zweigt ein Querschlag zur Schmiede Zeche ab und führt noch ein kurzes Stück weiter in das Biliner Revier.
- Im Bereich der Grenzübergangsstelle Zinnwald/Cínovec werden mittels zweier vom Stollnhaupttrakt nach Ost verlaufender Stollnquerschläge und kurzer Flügelstrecken die auf den Flözen 5 und 6 stark bebauten Grubenfelder zwischen dem Zacharias Schacht im Norden und dem Himmelfahrt Schacht im Süden entwässert. Später wurde der Josef Stolln von Osten her bis in dieses Stollnniveau getrieben.

Fahrbar und teilweise wasserabtragend sind noch folgende Trakte des Oberen Büнау Stollns

- Im Neuschachtfeld Flöz 6 Süd ist der Obere Büнау Stolln am südlichen Ende des Biermaulflügels über ein kurzes Gesenk berg- und mundlochseitig auf kurze Distanz bis zum Vollverbrauch fahrbar und führt das reichliche Grubenwasser vom Flöz 6 und anderen jetzt unbekanntem Zuflüssen am Neuschacht ab. Dieses Grubenfeld liegt bereits im klüftigen Quarzporphyr, aus dem viel Kluftwasser in die Grubenbaue gelangt.
- Von der Sohle des Neuschachtes im Flöz 8 ist aufwärts im Überhauen 15 der Obere Büнау Stolln berg- und mundlochseitig jeweils ein Stück bis zum Vollverbrauch fahrbar. Über eine neue Rohrleitung im Überhauen 15 und weiter im Neuschacht Gesenk wird das dort reichlich fließende Grubenwasser des Oberen Büнау Stollns seit 2010 zum Tiefen Büнау Stolln geordnet abgeleitet und verfällt dadurch nicht mehr bis in die Reichtroster Weitung.
- Ein weiteres Stück des Biermaulflügels auf dem Neuschacht Morgengang ist in dessen langer Schnittlinie mit dem Flöz 7 fahrbar. Das beginnt bergseitig am Vollverbrauch vorbei nach Nord am fahrbaren Querschlag zum Reichtroster Schacht, am Fuß des Commun Schachtes im Flöz 7 vorbei und weiter bis zum Damm des Sanierungsabschnittes 14 Zinnwald Nord beim Fuß des BSD Schachtes XI. Dieser Stollntrakt trägt nach Regulierungen im Zuge der Stollnsanierung 2007 - 2011 kein Grubenwasser mehr ab. Zuvor war am Kopf des Überhauen 1 im Flöz 7 Gabrieler Wasser, das aus dem Feuerlöschteich kommt, in den Oberen Büнау Stolln übergelaufen, weil der Abfluss im Überhauen 1 verspiegelt war, der 2011 wieder geöffnet wurde.
- Im Grenz Schacht Grubenfeld kann das Obere Büнау Stollnniveau und der Josef Stolln über Steigorte am Grenz Schacht für Kontrollzwecke erreicht werden. Der kurze noch fahrbare Trakt vom Oberen Büнау Stolln wird hier nördlich und südlich durch Dämme der Sanierungsabschnitte 07 GÜSt Zinnwald-Cínovec und 04 Zacharias Grubenfeld begrenzt. In diese Spülversatzfelder gelangendes Kluftwasser wird zum Tiefen Büнау Stolln zu den Grubenwasserbeobachtungspunkten Cí 27 (Biermaul Gesenk) und Cí 39 (Großes Gesenk) geleitet.
- In der Grube Cínovec sind weitere Strecken auf dem Niveau Oberer Büнау Stolln (I. patro) aufgefahren und noch fahrbar.

3.4.3 TIEFER BÜNAU STOLLN

Der Tiefe Bünau Stolln ist die tiefste hydraulische Verbindung zwischen den Gruben Cínovec und Zinnwald. Ein neuer tiefer Stolln mit dem Mundloch im Niveau 750 m NN wurde bereits 1589 als Segen Gottes Stolln durch den Lauensteiner Grundherren nördlich der Grube Zinnwald angesetzt [Bergarchiv Freiberg A-40080_404 (alt: BA-Neug/XIII/5) 1566, 1624 bis 1696]. Erst ab 1686 wurde dieser alte Stollnansatz wiederum durch die Lauensteiner Grundherren erneut aufgenommen und nunmehr als Hauptstolln vorgetrieben. Der Tiefe Bünau Stolln ist weithin verflügelt und erstreckt sich bis ans Südennde der Grube Cínovec.

Anhand einiger Jahrestafeln in der Grube und archivalischer Nachrichten kann die Verflügelung in der Grube Zinnwald grob nachverfolgt werden. Der Stolln ist im Riss (Anlage 1.1) grün dargestellt

- 1709 hat man mit dem Hauptstollnort in der Lagerstätte das Flöz 2 erreicht, in das eine Grundstrecke abzweigend angelegt wurde.
- Die Verflügelung in den Michaeliser Flözen 1 bis 4 erfolgte zunächst nur soweit, wie unbedingt nötig, um die meisten alten Grubenfelder zwischen 1709 und 1711 neu aufzunehmen.
- Der Biermauflügel des Tiefen Bünau Stollns zwischen Schnöpfner Schacht und Neuschacht wurde von einer separaten Gewerkschaft vorgetrieben. Der Reichtroster Greisenstock wurde 1732 erreicht, 1748 wurde der Neuschacht Morgengang an der Pumpenkammer gequert und in dieser Betriebsphase noch der Südwestflügel 1750 bis 1754 vorgetrieben und nahe der Staatsgrenze ohne Durchschlag liegen gelassen. Eine Wasserlösung des Graupner Reviers wurde über diesen Stollnflügel nicht erreicht. Der Neuschacht wurde später geteuft und das Neuschacht Gesenk erreichte erst 1802 den Tiefen Bünau Stolln.
- Ab 1734 wurde der Stollnflügel auf dem Felix Morgengang vom Försterzecher Gesenk bis zur Landesgrenze vorgetrieben. Dabei wurde der Wunderlich Köpfner Schacht gelöst und das Großzecher Gesenk 1740 am Endpunkt des Stollnflügels an der Staatsgrenze erreicht.
- Der Querschlag auf der Großen Querkluft zwischen dem Biermauflügel und dem Flügel auf dem Felix Morgengang wurde erst Ende des 18. Jahrhunderts durchschlägig.
- Am Haupttrakt zwischen Försterzecher Gesenk und Rainstein Schacht wurde um 1727 und 1730 gearbeitet, wie Jahrestafeln in der Grube zeigen. 1735 war nach dem Riss [Bergarchiv Freiberg R-40097_H60 Fischer, J. G. (29.07.1735)] der Trakt zwischen dem Felix Morgengang und dem Rainstein Gesenk fertig, aber mundlochseitig noch nicht durchschlägig. Vom Rainstein Gesenk, dem Brandklüfter Gesenk und Försterzecher Gesenk aus wurde dieser Stollntrakt vorgetrieben. Das Neuhoffnung Gesenk war 1735 noch nicht durchgeschlagen.
- Der kurze Stollnflügel auf dem Brandklüfter Morgengang nach Süd löst erst 1754 das Werner Zecher Gesenk zunächst per Bohrloch, ehe der Durchschlag erfolgt.
- Nachdem kurz vor 1738 das Tiefe Bünau Stollnort in das Biliner Revier eingekommen war, wurde ein umfangreicher Vergleich zur Verwaltung und zum Vortrieb des Stollns geschlossen. Der Vortrieb sollte so schnell wie möglich das Kunstgesenk erreichen und dann weiter die Gruben Morgenstern, Geburt Christi, Himmelsleiter Allerheiligen bis Maria Hilf und St. Nicolaus vom Grubenwasser lösen [Bergarchiv Freiberg A-40080_090 (alt: BA-Neug/VII/9) 16.08. bis 13.10.1752]. Am großen Gesenk der Grube Himmelfahrt findet sich 70 m von der Staatsgrenze die schwach eingeschlagene Jahreszahl 1743.

- In jüngere Betriebsperioden fallen Stollnstrecken zum Anschluss des Albert Schachtes, der neue Grenzschaftflügel 1918 und 1919, die Grundstrecke Flöz 10 aus den Jahren 1916 und 1917 und die Stollnflügel zur Erkundung 1935 bis 1942 (Westflügel beim Reichtroster Schacht, Südwestquerschlag beim Neuschacht, Georgenfelder Querschlag beim Obervereinigtfelder Schacht).

Mit dem Durchschlag des Tiefen Hilfe Gottes Stolln (Mundloch 720 m NN) zwischen Albert Schacht und Niedervereinigtfelder Schacht am 23.06.1855 in der Verbundgrube Zinnwald wurde der Tiefe Bünau Stolln im sächsischen Grubenfeldesteil enterbt [Bergarchiv Freiberg A-40170_334 (alt: Bd.57 Nr. 309, BA-A/B/II/309 Vol. IV) 1855 bis 1857], entwässerte jedoch als Hauptstolln weiterhin den Zentralteil und die Ostflanke der Grube Zinnwald sowie die gesamte Grube Böhmisches Zinnwald.

Folgt man dem alten Wasserlauf, dann beginnt der Hauptstollntrakt am Schacht Cínovec I (Militärschacht), wo mehrere Stollnflügel einmünden, verläuft nach Nord unter Einbeziehung weiterer Stollnflügel und quert beim Zacharias Gesenk die Staatsgrenze, in dessen Nähe auch der kurze Stollnflügel vom Grenz Schacht einbindet. Die Bergleute nutzten im weiteren Verlauf bis zum Schnöpfner Schacht Morgengänge und kurze Abschnitte im Quergestein für die Auffahrung des jetzt sogenannten alten Grenzschaftflügels, in den weitere kurze Stollnflügel einbinden. Dieser Trakt bringt gegenwärtig das meiste Grubenwasser bis zum Verfallpunkt auf den Tiefen Hilfe Gottes Stolln. Er ist rekonstruiert und gut kontrollierbar. Am Schnöpfner Schacht bringt der jetzt sogenannte Neuschachtflügel das gesamte Grubenwasser von der Westflanke zum Verfallpunkt. Er hieß früher Biermaulflügel, führt bis ins Flöz 10 am Neuschacht und besitzt ebenfalls kurze Stollnflügel. Für den Haupttrakt vom Schnöpfner Schacht bis zum Mundloch wurden Klüfte und kurze Morgengangstücke genutzt und dabei die Flöze 8 bis 1 sowie weitere Flöztrümer im Quarzporphyr überfahren. Der Verlauf der Stollnflügel mit den Wasserzuflüssen und den Stollnzuständen sind im Kapitel 3.5 genau beschrieben.

In der Grube Zinnwald erkennt man beim Tiefen Bünau Stolln sehr deutlich, dass die Morgengänge und die Querklüfte im 18. Jahrhundert den Weg für Stollnbetrieb vorgegeben haben. Beim Blick auf den Grubenriss zeigen sich viele morgengangweise ausgerichtete Stollnflügel mit Überhauen bzw. Gesenken (Blindschächte) entlang der gesamten Westflanke der Grube Zinnwald. Außerdem verläuft der Biermaul Flügel des Oberen Bünau Stollns auf dem Neuschacht Morgengang und Teile den Tiefen Bünau Stollns in Richtung Neuschacht bergseitig des Schnöpfner Schachtes auf dem Daniel Morgengang. Weiter nach Ost hin folgt der Tiefe Bünau Stolln ein Stück dem Greiszecher Morgengang, dann dem Felix Morgengang, der als Stollnflügel bis zur Grenze ausgelängt wurde, dann ist der Stolln flügelweise auf dem Brandklüfter Morgengang nach NNO (Brandklüfter Weitungen) und SSW (Werner Zeche) aufgefahren worden. Die große Querkluft dient dem Vortrieb eines Verbindungstraktes auf dem Tiefen Bünau Stolln, der zugleich als Grundstrecke Flöz 11 diente und von dem auf dem Bucher Morgengang ein Stollnflügel zur Grenze führt. Beim Stollnvortrieb wurden auf den Gängen auch wenige mit Letten und Gesteinsbruch verkittete Scherlinsen längs durchfahren, sodass es hier zu Verbrüchen gekommen ist, wie auf dem Oberen Bünau Stolln südlich vom Reichtroster Schacht. In den Flözen folgte man mit Stollngrundstrecken dem Flözverlauf. Nur wenige Stollnstrecken mussten im Quergestein getrieben werden.

Nach der Auffahrung und jahrzehntelangen Nutzung des Tiefen Bünau Stollns mit seinen Stollnflügel gab es vier wesentliche funktionale Veränderungen:

- Nachriss für die Hunteförderung: Der Tiefe Bünau Stolln wurde ab 1910 zunächst vom Mundloch aus auf 650 m Länge nachgerissen und für die Hunteförderung mit Endlosseil vorgerichtet. Da diese technische Lösung nicht funktionierte, stellte man auf Lokomotivförderung um. Im Jahr 1920 waren im sächsischen Teil 2.630 m in betriebs sicherem Zustand und dort Fördergleise verlegt. Der Ablauf des Grubenwassers in der Stollnwassersaige wurde dadurch nirgends beeinträchtigt.
- Querschnittsverengung und Dämme wegen Verwehrungsarbeiten: Die Querschnittsverengung betrifft Hauptstollntrakte an den Flözen 1 bis 11, die wegen der Kapselfelder mit Spülsand einbau notwendig wurden. Außerdem wurden Druckdämme der Brauchwasserstauräume eingebaut. Der Stollnquerschnitt zwischen Mundloch und Schnöpfner Schacht sowie weiter bis zum Reichtroster Schacht ist auf langen Abschnitten infolge sogenannter betonierter Tunnelstrecken dauerhaft stark eingengt. Die Fördergleise im Haupttrakt und auf beiden Hauptflügeln (Neuer Grenzschaftflügel, Neuschachtflügel) sind nutzbar geblieben. Bis 2011 wurde ein Teil der Druckdämme für die Brauchwasserstauräume zurückgebaut oder ist stehen geblieben und mittels Luken durchfahrbar. Der Grubenwasserabfluss auf die Stollntrakte wird stellenweise durch die noch wirksamen Dämme und Spülversatzfelder stark behindert.
- Verschlammung infolge des ablaufenden Spülversatzwassers der Verwehrungsarbeiten: Der gesamte Alte Grenzschaftflügel mit den dortigen kurzen Stollnflügeln wurde infolge der Spülversatzarbeiten ab 1973 bis 1997 unpassierbar verschlammt. Die anderen Stollntrakte musste zyklisch vom Schlamm gereinigt werden. Im Zuge der Herrichtung des Besucherbergwerkes bis 1992 und der Stollnsanierung 2007 bis 2011 sind fast alle Stollntrakte wieder entschlammt und fahrbar sowie für den Grubenwasserabfluss nutzbar gemacht worden. Verschlammt sind noch der Südteil des Felix Morgenganges, der Nordteil des Brandklüfter Morgenganges und die Abzweige 1 und 2 von der Grundstrecke Flöz 11.
- Aufstau des Grubenwassers am Grenzdamm: Das war für den sicheren Betrieb des Besucherbergwerkes notwendig. Deshalb wurde zwischen 1994 (Einbau eines Grenzdammes) und November 2011 (dauerhafte Öffnung des Grenzdammes) das Grubenwasser der Grube Cínovec und vom Grenz Schacht Grubenfeld tagsüber gestaut und nachts zyklisch mit Fahrwegflutung auf dem Tiefen Bünau Stolln zum Mundloch abgeleitet.

3.4.4 JOSEF STOLLN

Der relativ hoch angesetzte Josef Stolln (Mdl. 786,25 m NN) wurde 1904 aufgenommen und führt in gerader Linie vom Petzoldgrund nach West im Quarzporphyr zum Grenz Schacht und hat dicht westlich davon Anschluss an den dort im Flöz 6 verflügelten Oberen Bünau Stolln im Grubenfeld von Zacharias im Norden und Himmelfahrt im Süden. Er entwässerte nur einen unbedeutenden Teil des östlichen oberen Grubenfeldes um den Grenz Schacht und diente bis 1923 und noch einmal 1936 bis Mai 1945 hauptsächlich als Förderstolln für Berge und Erz aus dem Grubenfeld von Gnade Gottes (Grenz Schacht Grubenfeld). Er hat gegenwärtig keine Funktion zur Grubenentwässerung.

Der Josef Stolln wurde damals bei Station 0+240 m an den Grenz Schacht in 22 m Teufe angebunden. Die aktuellen Höhenverhältnisse stellen sich gegenwärtig nach übertägigen Geländeregulierungen anders dar. Vom Stollntrakt aus sind nur einige kurze Untersuchungsstrecken aufgefahren worden.

3.4.5 TIEFER HILFE GOTTES STOLLN IN DER GRUBE ZINNWALD

Die **erste Betriebsperiode** (1749 bis 1794) des damals noch Hilfe Gottes Stollns genannten Suchstollns umfasste den Betrieb als Eigenlöhnergrube 1749 bis 1756 und als Kommungrube der Gemeinde Altenberg mit Stollnvortrieb zwischen 1781 und 1794. Es handelte sich um eine Kleingrube im Umfeld der Lagerstätte Zinnwald/Cínovec.

Die **zweite Betriebsperiode** (ca. 1803 bis 1852) des Tiefen Hilfe Gottes Stollns war verbunden mit der Kleingrube Gnade Gottes Erbstolln, die auf mehreren Gängen auf Quarzporphyrgreisen mit geringem Zinngehalt baute.

Die **dritte Betriebsperiode** (1852 bis 1914) des Tiefen Hilfe Gottes Stollns begann mit der Fertigstellung des Haupttraktes bis zur Reichtroster Weitung in der Grube Zinnwald, der 1856 mittels Gegenortbetrieben erreicht wurde. Die Grube Zinnwald war ab 1852 in der Hand der Gewerkschaft Vereinigt Zwitterfeld. Der Tiefe Hilfe Gottes Stolln gehörte bis 1914 stets zu den dort tätigen wechselnden Bergbauunternehmen.

Man fuhr beim Vortrieb im Zinnwalder Granit allerdings nur arm vererzte Flöze an. Lediglich auf dem Frisch Hoffnung Morgengang und in der Folge in den Flözen 1 bis 3 und in den Segen Gottes Weitungen standen gewinnbare Erze an, die hier zur dauerhaften Wasserwegsamkeit zwischen Tiefen Büнау Stolln und Tiefen Hilfe Gottes Stolln führten. Diese Zone liegt gegenwärtig hinter den Fußdämmen 1 und 2 des Tiefen Hilfe Gottes Stolln im Stauraum des Spülversatzfeldes Zinnwald Nord. In dieser Betriebsperiode war der Tiefe Hilfe Gottes Stolln tiefster wasserlösender Stolln für die Westflanke der Lagerstätte im sächsischen Teil. Der Stolln wurde nicht weiter ausgelängt, jedoch baulich unterhalten.

Die **vierte Betriebsperiode** des Tiefen Hilfe Gottes Stolln war mit der Ära der Stahlwerk Becker AG in Zinnwald verbunden, die die Grube mit dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln von 1915 bis 1924 betrieb. Auch in dieser vierten Betriebsphase diente der Stolln vorrangig der Wasserlösung für einen Teil des Grubenbetriebes. Dazu wurde der Haupttrakt zwischen dem Mundloch und dem Albertschacht 1916 beräumt und wo nötig neu mit Holz ausgebaut. Zwischen Albert Schacht und Reichtroster Weitung wurden Fördergleise und Tragwerk eingebaut, um Massen aus der Reichtroster Weitung abzuführen. Die mundlochseitige Verlängerung des Stollens durch eine Tunnelstrecke fällt ebenfalls in diese Betriebsperiode. Entlang des Aschergrabens wurde eine Talhanghalde für Wäschsande geschüttet, was den Umbau des Stollnmundloches und den Bau der Ufermauer entlang des Häuerwassers (Heerwasser) notwendig machte.

Die **fünfte Betriebsperiode** des Tiefen Hilfe Gottes Stollns war mit der Wiederaufnahme der Bergbauproduktion im Faschismus ab Mitte 1934 verbunden und reichte bis Mai 1945. Flügelörter zur Lagerstätten erkundung wurden mit der Richtstrecke Süd und den Querschlägen I bis III sowie dem Fallort auf Flöz 9 vom Tiefen Büнау Stolln zum Tiefen Hilfe Gottes vorgetrieben. Die Greisen- und Flözabbau wurden auf dem Flöz 3 bis zum Tiefen Büнау Stolln durchgeschlagen. Der Stolln diente weiterhin der Entwässerung und war auf voller Länge fahrbar. Der Abbau auf sächsischer Seite wurde bis 1941 betrieben. Am Albert Schacht diente die Steinbrecherrolle zur Vorzerkleinerung und als Bunker zwischen dem Tiefen Büнау Stolln und dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln. Der Albert Schacht selbst wurde als Förderschacht mit Seilbahnanbindung zur Schwarzwasser Aufbereitung hergerichtet.

Danach verbrach der Tiefe Hilfe Gottes Stolln sukzessive auf den Morgengangbereichen, die nur mit Holz ausbau gesichert waren.

In einer sechsten Betriebsperiode zwischen 1976 und 2007 war der Tiefe Hilfe Gottes Stolln zunächst von den Bergsicherungsarbeiten zum Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald-Nord betroffen. 1976 waren drei Stellen bekannt, wo heruntergebrochene Firstkästen ehemaliger Gangabbau das Weiterfahren im Stolln verhinderten, die Stollnwässer aber durchließen [Lange (1976)]:

- Verbrochener Abbau im Frisch Hoffnung Morgengang der Lagerstätte Zinnwald Station 1+110 bis 1+220
- Verbrochene Morgengangbereiche bei Station 0+610 bis 0+750
- Verbrochener Gangbereich bei Station 0+180 bis 0+209

R. Lange bestätigte, dass der Tiefe Hilfe Gottes Stolln seit der Mitte der 1970er Jahre seine Wasserlösungsfunktion für das tiefe Grubenfeld eingebüßt hat. Er vermutete, dass mundlochseitig des Albert Schachtes fortschreitender Verbruch auf einem Morgengang die wasserundurchlässige Verdämmung verursacht hat. *„Der Spiegel des rückgestauten Standwassers stieg bis in den Horizont des Tiefen Büнау Stollns. Damit ersoffen auch die Reichtroster Weitungen. Im Jahre 1976 mußte das standwassergefüllte Grubenfeld noch einmal vollständig gesümpft und durch am Albert Schacht stationierte Kreiselpumpen zeitweilig trocken gehalten werden. Nachdem man im Horizont des Tiefen Hilfe Gottes Stolln die für ein größeres Spülversatz-Kapselfeld nötigen Verdämmungen eingebracht und den kritischen Anspülvorgang kontrolliert hatte, wurden die Pumpen zurückgeraubt. Danach stieg das Standwasser wieder bis zum Überlauf in den ableitenden Horizont des Tiefen Büнау Stollns.“* [Lange (1987)]

Umbauten in dieser Betriebsperiode waren:

- Fußplombe mit Rohrdurchlass des Obervereinigtfelder Schachtgesenkes im Niveau Tiefer Hilfe Gottes Stolln.
- Druckdamm des Sanierungsabschnittes 14 Zinnwald Nord im Haupttrakt dicht bergseitig vom Abweig der Richtstrecke Süd und benachbarte Abbauverdämmung in der Richtstrecke Süd. Dieser Druckdamm ist Ende 1985 gebrochen und Spülsand in den Tiefen Hilfe Gottes Stolln ausgeflossen.
- Mundlochseitiger Druckdamm 2.1 Station 65,5 bis 68,2.
- Umbauten im Albert Schacht [Barsch et al. (1991)]

Die siebente Betriebsperiode begann ab Juni 2007 mit der Stollnaufwältigung, wodurch seit November 2011 ein geordneter, kontrollierbarer Grubenwasserabfluss über den Tiefen Hilfe Gottes Stolln möglich ist. Der Haupttrakt wurde bis zum Standort für den neuen Druckdamm 1 bei Station 9+960 komplett aufgewältigt und gesichert. Die Verbindung bis ins Steigort I Flöz 9 wurde über eine neue Umfahrung, die Richtstrecke Süd und den Querschlag I wiederhergerichtet. Der mit Spülsand des Sanierungsabschnittes 14 Zinnwald Nord gefüllte Haupttrakt in Richtung Reichtroster Weitung wurde mit den neuen mundlochseitigen Druckdämmen 1 und 2 gesichert. Die bergseitige Fußplombe des Neugeorgenerfelder Schachtgesenkes mit Rohrdurchlass wurde von der Bergseite her kontrolliert, die Reichtroster Weitung mittels Fußdamm zu einem separaten Wasserspeicher umgebaut [Bozenhard & Sennewald (2012)]. In der Grube Cínovec ist im Niveau des Tiefe Hilfe Gottes Stolln die IV. patro angelegt, die jedoch nicht mit der sächsischen Seite durchschlägig ist.

3.4.6 ÜBERBLICK ZU DEN KLEINEN ALTEN STOLLN

Für montanhydrologische Betrachtungen sind Hinweise auf die sehr alten kleinen Stolln in der Lagerstätte Zinnwald-Cínovec zur Komplettierung des Bildes sinnvoll. Mit dem Lagerstättenaufschluss von der Kuppe des Zinnwalder Granits nach dessen Flanken hin wurden sofort grenznah kurze Stolln von Süd (Hang des Georgenfelder Baches) und von West (Hang des Petzoldwassers) zur Wasserlösung getrieben, bevor der Tiefe Stolln, später Oberer Bünau Stolln genannt, als erster flächendeckender Entwässerungsstolln ältere Stolln enterbte. Beim Aufschluss der oberen Flöze beiderseits der Grenze zwischen Daniel Morgengang im Westen und dem Brandklüfter Morgengang im Osten sind zur Entwässerung der Tagebaue und flachen Schächte mehrere kurze Stolln angesetzt und teilweise aufgefahren worden, von denen drei bei Verwahrungsarbeiten auch als solche erkannt worden sind.

In den überlieferten Unterlagen des Bergamtes Neugeising finden sich einige bergamtliche Notizen zu den ältesten Zinnwalder Stolln, deren genaue Zuordnung noch nicht in jedem Falle klar erkennbar wird. In Cínovec wurde ein weiterer alter Stollntrakt bei der Verlegung der Staatsstraße 8/E55 dokumentiert. In der Abbildung 7 sind davon die lagemäßig bekannten Altstolln eingetragen.

Tabelle 18: Alte kurze Stolln in der Zinnwalder Lagerstätte

Lage	Alter kurzer Stolln
Westflanke in Cínovec	Im Jahre 2000 freigelegte Stollnstrecke in Cínovec, die nach Nordwest gerichtet war.
Westflanke beim Neuschacht	grenznah der Kiesleiter (Kieszuger) Stolln ins Graupner Revier und darunter der Ochsen Stolln St. Georgen Stolln, wird der Streitige Stolln genannt, der unter Biermaul (später zu Reicher Trost) zur Grenze führte und eventuell mit dem 2003 freigelegten Stolln am Huthaus Schadstelle Nr.12/03/55/0148 identisch sein kann.
Zentrum	Alter Stolln (Reiter Stolln) beim Sächsischen Reiter, nach 41 m Vortrieb abgebrochen und identisch mit einem als Alter Stolln bezeichneten Grubenbau zur geplanten Entwässerung des Rainstein Grubenfeldes
Ostflanke	Schlesigers Stolln nach Wildemann und St. Joseph Heinrich Stolln zur Kunst über dem Oberen Bünau Stolln
gesamte Lagerstätte von Nord	Tiefer Stolln, später Alter Tiefer Stolln, heute Oberer Bünau Stolln
Von Nord	Zenckers Stolln, Neubeschert Glück Stolln, Drei Goldene Scheiben Stolln

Von diesen Stolln trägt nur noch der Kiesleiter Stolln Wasser ab und wurde deshalb lange zur Wasserversorgung der vom Neuschachtbereich aus erreichbaren Häuser beiderseits der Staatsgrenze genutzt. Vermutlich ist auch der in seiner Lage nicht aufgeklärte Ochsenstolln noch in Richtung Georgenfelder Bach wasserwegsam.

3.5 ISTZUSTAND DER MONTANHYDROLOGISCHEN SITUATION DER GRUBE ZINNWALD/CÍNOVEC

Die heutige montanhydrologische Situation in der Verbundgrube Zinnwald/Cínovec wird grundlegend von den hydrogeologischen Verhältnissen bestimmt (Kapitel 2.8), hat sich schrittweise in den einzelnen Bergbauperioden zur heutigen Situation entwickelt (Kapitel 3.2). Die Fließwege wurden durch bergbautechnologische Arbeiten in den Gruben beein-

flusst (Kapitel 3.3) und der Abfluss aus der Grube konzentriert sich schließlich auf die Hauptstolln (Kapitel 3.4).

Der Istzustand wird übersichtsmäßig (Kapitel 3.5.1, 3.5.2) mit dem Augenmerk auf drei wichtige Besonderheiten (Kapitel 3.5.3, 3.5.4, 3.5.5) dargestellt und schließlich wird der Wasserstammbaum der Verbundgrube im Kapitel 5.4 detailliert erläutert.

3.5.1 GRUBE CÍNOVEC ÜBERSICHT ZUR GRUBENENTWÄSSERUNG

Da die Hauptwassermenge auf dem Tiefen Bünau Stolln aus der Grube Cínovec kommt, muss deren Montanhydrologie hier mit betrachtet werden. Bereits im VODAMIN-Bericht wurde im Kapitel 2.12.3 versucht, die Grubenentwässerung in der Grube Cínovec systematisch und relativ breit darzustellen. Dieser Text wird in gekürzter und stellenweise korrigierter Fassung für das grundlegende Verständnis des aktuellen Wasserstammbaumes nachstehend verwendet.

Die tiefste hydraulische Verbindung zwischen der Grube Cínovec und der Grube Zinnwald stellt der Tiefe Bünau Stolln mit seinem Haupttrakt vom Schacht Cínovec I (Militärschacht) in Richtung Grenzdamm und Rainstein Schacht dar.

In der Grube Cínovec ziehen sich die Flözbahnen etwas weiter in die Tiefe, sodass zusätzliche Sohlen und Hauptschächte zur Ausrichtung in der Betriebsphase des Faschismus zwischen 1939 bis Mai 1945 angelegt wurden, die in der Betriebsphase des tschechoslowakischen Grubenbetriebes bis 1991 zur Lagerstättenausrichtung komplettiert wurden.

In der Grube Cínovec bestehen über die Schächte Cínovec I und II sowie den Wetterschacht hydraulische Verbindungen zwischen den Grubenfeldern Cínovec jih (Greisenlagerstätte) und Cínovec (Flöz- und Greisenlagerstätte), sodass auch die geflutete Greisenlagerstätte Cínovec jih über den Tiefen Bünau Stolln entwässert.

In der Grube Cínovec I wurden folgende Sohlen zur Ausrichtung der Lagerstätte vom Schacht Cínovec I (837,64 m NN bis 553,62 m NN, 284,02 m tief) aus aufgefahren, die nicht alle am Schacht angeschlossen sind (Tabelle 19) [Hepnar & Hercík (1990)]. Auf der 1. Sohle sind die Greisenzonen West, Nord, Ost und die Spitze der Greisenzone Süd ausgerichtet. Die Greisenzone Nord reicht bis an den Sicherheitspfeiler der Staatsgrenze heran. Die Greisenzone Süd wurde im Niveau der 1. Sohle mittels Kammer-Pfeilerbau abgebaut. Auf der 2. Sohle ist die Greisenzone Süd ausgerichtet.

Tabelle 19: Sohlen Grube und Schacht Cínovec I

Niveau	Tiefe	Sohlenbezeichnung
787,3 m NN	50,34	I. patro: patro Veveří / Eichhornsohle, etwa Niveau Oberer Bünaustolln
769,6 m NN	68,04	II. patro: Lobkovické patro / Sudetensohle
754,56 m NN	83,08	III. patro: Bunauové patro / Tiefe Bünaustollnsohle, Verbindung zur Grube Zinnwald
723,95 m NN	113,69	IV. patro: patro Tiefe Hilfe Gottes / Tiefe Hilfe Gottes Stollnsohle, nur südlich des Schachtes Cínovec I aufgefahren, keine Verbindung zur Grube Zinnwald. Zwischen der III. und IV. patro gab es eine Mezipatro / Zwischensohle
702,65 m NN	134,99	V. patro, nicht am Schacht angeschlossen
681,85 m NN	155,79	VI. patro, nicht am Schacht angeschlossen
666,79 m NN	170,85	VII. patro, nicht am Schacht angeschlossen
642,83 m NN	194,81	1. patro, Verbindung mit dem Schacht Cínovec II 1. patro
553,62 m NN	284,02	2. patro, Verbindung mit dem Schacht Cínovec II 2. patro

In der Grube Cínovec jih (Greisenlagerstätte im Süden) wurden zwei Sohlen zur Ausrichtung der Lagerstätte vom Schacht Cínovec II (868,0 m NN bis 547,27 m NN, 320,73 m tief) ausaufgefahren (Tabelle 20) [Autorenkollektiv (1978); Hepnar & Hercík (1990)]. Es war geplant, den Schacht bis zur 4. Sohle bei 435,2 m NN (432,8 m) zu teufen [Autorenkollektiv (1978)]. Der Greisenabbau der Greisenzone Süd wurde 1991 im Niveau 1. Sohle eingestellt. Mit der 2. Sohle ist die Greisenzone Süd ausgerichtet worden. Die Vorräte unter der 2. Sohle sollten später mit einem 5,3 km langen Stolln im Niveau der 4. Sohle (435 m NN) sowie der 3. und 4. Sohle aufgeschlossen werden.

Tabelle 20: Sohlen im Schacht Cínovec II

Niveau	Tiefe	Sohlenbezeichnung
635,22 m NN	232,78	1. patro Verbindung zur 1. patro Schacht Cínovec I
547,24 m NN	320,76	2. patro, Verbindung zur 2. patro Schacht Cínovec I
435,2 m NN	432,80	4. patro, nur geplant, nicht ausgeführt

Zwischen beiden Grubenfeldern der Grube Cínovec wurde ein Wetterschacht K 20225 (850,50 m NN bis 551,90 m NN, 298,6 m tief) abgeteuft [Hepnar & Hercík (1990)]. Auch dieser Wetterschacht sollte einmal bis zur 4. Sohle bei 435,0 m NN (415,5 m tief) geteuft werden (Tabelle 21) [Autorenkollektiv (1978)].

Tabelle 21: Sohlen im Wetterschacht K 20225

Niveau	Tiefe	Sohlenbezeichnung
728,41 m NN	122,09	IV. patro Cínovec I, dort am Schacht angeschlossen
680,14 m NN	170,36	VI. patro Cínovec I, dort nicht am Schacht angeschlossen
641,37 m NN	209,13	1. patro, Verbindung mit 1. patro Cínovec II und Cínovec I
551,90 m NN	298,60	2. patro, Verbindung mit 2. patro Cínovec II und Cínovec I
435,0 m NN	415,50	4. patro Cínovec II, nur geplant, nicht ausgeführt

Am Westrand der Lagerstätte bei der Greisenzone West wurde ein Wetterbohrloch K 40001 (868,70 m NN bis 641,50 m NN, 227,2 m tief) bis in den oberen Bereich des Greisenkörpers geteuft, an dem nur die 1. Sohle angeschlossen ist (Tabelle 22).

Tabelle 22: Sohlen im Wetterschacht K 40001

Niveau	Tiefe	Sohlenbezeichnung
641,50 m NN	227,20	1. patro, Verbindung mit 1. patro Cínovec II und Cínovec I

Die Hauptschächte mit den Sohlen der Grube Cínovec zeigt Abbildung 12. Das Niveau des tiefsten Entwässerungstollns ist durch die III. patro (TBSt) gekennzeichnet. Das tief liegende Grubengebäude ist geflutet.

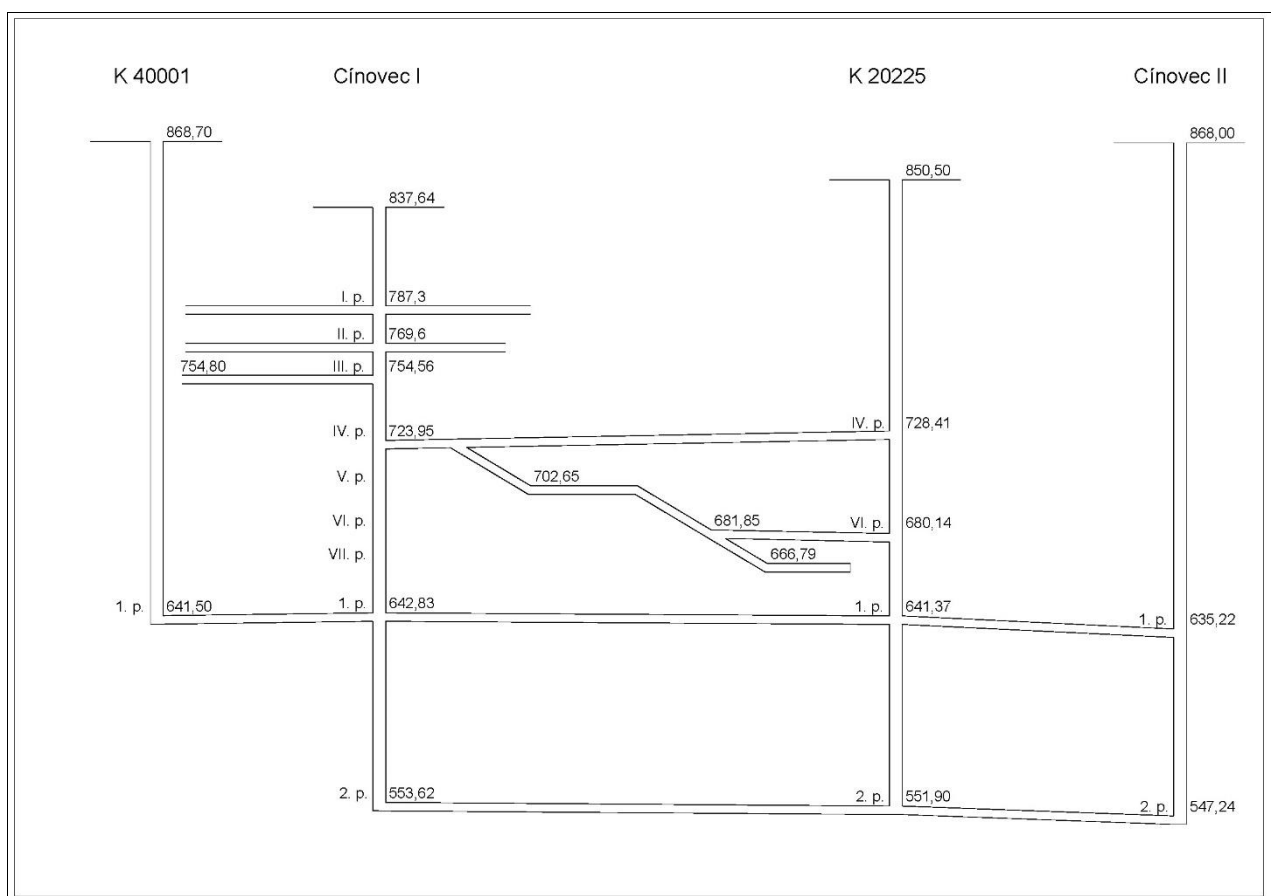


Abbildung 12: Sohlen an den Hauptschächten der Grube Cínovec [Hepnar & Hercík (1990)].

In der Flözlagerstätte Cínovec wurden in der letzten Betriebsperiode von 1945 bis 1990 weitere Schächte genutzt:

- Hlušínová jamá / Bergeschacht bis zum Tiefen Bünau Stolln (858,5 m NN bis 755,9 m NN)
- Petri jamá / Petri Schacht als Wetterschacht bis zum Tiefen Bünau Stolln (819,5 m NN bis 754,6 m NN)
- Margaretha jamá / Margarethe Schacht bis zur I. patro (820,3 m NN bis 795,8 m NN)
- Anna jamá / Anna Schacht bis zum Flöz 9 (824,1 m NN bis 791,0 m NN)

- Veveří jamá / Eichhorn Schacht bis zur I. patro (843,1 m NN bis 792,3 m NN)
- Traugott jamá / Traugott Schacht bis zum Flöz 1b (846,9 m NN bis 829,3 m NN)

Unterhalb der Flözabbaue wurden in der Grube Cínovec jih umfangreiche Ausrichtungstrecken auf der 1. und 2. Sohle aufgeföhren. Damit sind folgende Greisenkörper aufgeschlossen:

- Greisenkörper Süd, der von oberhalb der 1. Sohle bis zur 4. Sohle, flach unter dem Granit-Quarzporphyr-Kontakt einfallend, nachgewiesen ist.
- Greisenkörper West mit der 1. Sohle
- Greisenkörper Nord in der Ostflanke der Lagerstätte, der bis an den Sicherheitspfeiler der Staatsgrenze im Niveau der 1. Sohle mit Strecken erkundet und aufgeschlossen ist.
- Greisenkörper Ost als südliche Forstsetzung des Greisenkörpers Nord, der ebenfalls auf der 1. Sohle mit Strecken erkundet und aufgeschlossen ist.

Ein Abbau ist nur im Greisenkörper Süd im Niveau der 1. Sohle zwischen 1980 und 1990 umgegangen. Dabei wurden 451.256 t Greisen auf Zinn und Wolfram gefördert und aufbereitet [Autorenkollektiv (2003)]. Diese tief liegenden Ausrichtungstrecken und das Abbau-
feld auf der 1. Sohle haben den Kluftwasserspiegel zeitweilig kleinräumig abgesenkt.

In der Greisenzone Süd wurde mit der Strecke CH 20309 auf der 2. Sohle die mächtige und stark wasserführende Seegrundstörung/pásmo Jezerního dolu angefahren. Das Wasser wurde hier wieder abgedämmt und 1982 bis 1983 hydrodynamische Prüfungen an der Störungszone durchgeführt [Hepnar & Hercík (1990)]. Die weiter nördlich verlaufende Strecke CH 20106 durchfährt ebenfalls den Granit-Quarzporphyr-Kontakt und endet nahe dieser Störung. Weitere Strecken im Südteil dieser Greisenzone durchfahren den Granit-Quarzporphyr-Kontakt und haben dort den Kluftwasserleiter des Quarzporphyrs angeschnitten. Leider konnten keine systematischen Beobachtungen zur Wasserwegsamkeit über die Klüfte und zu zusitzenden Wassermengen zwischen den Ausrichtungstrecken in der Greisenzone Süd und dieser Störung ermittelt werden. Lediglich aus einem Zeitschriftenaufsatz [Urbanec & Glöckner (1978)] erföhrt man, dass die der Grube Cínovec jih zusitzende Wassermenge wegen der wasserführenden Störungen größer ist, als angenommen und man Maßnahmen zur Verstärkung der Wasserhaltung ergreifen musste.

Sowohl bei der Planung als auch bei der Flutung wurde der Einfluss auf die Teplitzer Thermalquellen beachtet und diskutiert [Urbanec & Glöckner (1978)]. Der Entzug von Kluftwasser in den tief liegenden bergbaulichen Aufföhrenungen in der Greisenzone Süd ist regional gesehen gering geblieben. Bis 1990 ist kein Abbau in der Greisenzone Süd auf der 2. Sohle umgegangen. Der tiefe Stolln sowie die 3. und 4. patro sind zwar geplant, aber nicht aufgeföhren worden.

Die Grubenfelder Cínovec jih und Cínovec I sind bei der Grubenschließung nicht hydraulisch getrennt worden, sodass gegenwärtig der volle Wasserdruck mit dem Niveau 754,9 m NN in der Greisenlagerstätte wirkt. Ob unter diesen Verhältnissen überhaupt Wasser bis zum tiefen Bünau Stolln aufsteigt, war im VODAMIN-Projekt zu betrachten. Dazu konnten nur die Wassermengen aus der Betriebszeit der Grubenwasserhaltung genutzt werden (Tabelle 23). Diese sind jedoch nicht nach Flözlagerstätte und den beiden Sohlen der Greisenlagerstätten getrennt. Es gibt nur einen gemeinsamen Wert für gehobene Wassermengen.

Tabelle 23: Wasserhaltung der Grube Cínovec [Hepnar & Hercík (1990)]

Jahr	Wassermenge in m ³	ø in l/s
1985	271.350	8,6
1986	301.250	9,55
1987	451.586	14,3
1988	366.140	11,6
1989	366.770	11,6
ø	351.420	11,1

Aus dem Plan zur Schließung der Grube 1990 (Proněk et al. (1990)) kann man für die Gesamtmen gen an Grubenwasser entnehmen:

11,10 l/s werden durchschnittlich aus der Grube Cínovec II gepumpt,

2,41 l/s werden zusätzlich an Betriebswasser von der IV. Sohle gepumpt.

Insgesamt wurden demzufolge etwa 13,51 l/s abgepumpt. Im Plan werden an anderer Stelle etwas mehr, nämlich 14,6 l/s bzw. 460.000 m³ jährlich gepumptes Grubenwasser angegeben. Rechnet man noch die etwa 5 l/s hinzu, die aus dem Altbergbau auf die III. Sohle fließen und auf dem TBSt abgeleitet werden, dann ergibt sich eine Gesamtmenge an Grubenwasser von nicht mehr als 18,51 l/s in der meisten Zeit des Jahres während der letzten Betriebsjahre der Grube Cínovec.

Nach der Flutung der Grube Cínovec II quillt das Grubenwasser dieses Grubenfeldes am Tiefpunkt des Tiefen Bünau Stollns am Schacht Cínovec I auf. Grubenwasser fließt zusätzlich in der Grube Cínovec I (Flözlagerstätte) von oben her dem Tiefen Bünau Stolln zu und wird mit dem aus dem Flutungsfeld aufsteigenden Grubenwasser über mehrere Stollntrakte zum Grenzdamm abgeleitet. Sohlsschwellen verhindern nach wie vor weitgehend ein Absteigen der Grubenwässer der Flözgrube in den Flutungsraum.

Versucht man nun die Menge des gegenwärtig aus der gefluteten Grube Cínovec II aufquellenden Grubenwassers zu ermitteln, dann kann man sich auf die Abflussmengen am Grenzdamm (Grubenwassermesspunkt W 02) stützen. Von den ehemals etwa 18,5 l/s Grubenwasser fließen nach der Grubenflutung nur noch 11-13 l/s Grubenwasser aus der Grube Cínovec ab. Da sich der Zufluss von etwa 5 l/s aus dem Altbergbau zur III. Sohle in dieser Zeit nicht verändert hat, kann nur der Zufluss aus der Grube Cínovec II mit der Flutung geringer geworden sein. Diese Grubenwassermenge sank von ca. 11,1 l/s auf 6 bis 8 l/s. Das ist verständlich, weil ein Teil des früher abgepumpten Grubenwassers nach der Flutung im mittleren Grundwasserumlauf bleibt.

In der Schließungsplanung der Grube Cínovec [Proněk et al. (1990)] finden sich nur die o. g. Angaben zu Wassermengen der Wasserhaltung, jedoch keine Flutungszeiten und keine Prognose zu den Wassermengen nach der Flutung. Offensichtlich rechneten die Betriebsingenieure wie selbstverständlich mit unveränderten Wassermengen nach der Flutung, denn ein Schreiben von Zinnerz Altenberg an den Rat des Bezirkes Dresden vom 04.04.1990 kündigt im Auftrag des tschechischen Partnerbetriebes 400.000 m³ Grubenwasser/Jahr (12,7 l/s) mit Spitzen von 2.000 m³/Tag (23,1 l/s) an [Görl (1990)]. Die Abflussspitzen liegen nach den Beobachtungen im VODAMIN-Projekt jedoch viel höher.

Das bisherige Maximum wurde am 03.06.2013 (Starkregenspitze) mit 209 l/s für die gesamte Grube gemessen, wobei 100 l/s aus dem der Grube Cínovec mit dem Grenz Schacht Grubenfeld der Grube Zinnwald auf den Tiefen Bünau Stolln am Grenzdamm (Grubenbereich 1) zufließen. Solche kurzen Spitzen hatten während der Betriebszeit der Grube Cínovec wegen der Stauräume keine Bedeutung und sind daher nie systematisch beobachtet worden. Der 1990 prognostizierte durchschnittliche Abfluss wird in etwa erreicht.

Für den begrenzten Kluftwasserabfluss aus der Grube Cínovec jih nach der Grubenflutung in Richtung Seegrundstörung/pásmo Jezerního dolu gibt es eine wichtige Beobachtung:

- Die in der Seegrundstörung/pásmo Jezerního dolu stehende Bohrung Cn-35 (753,8/222,0 m NN) führte nach der Grubenflutung 01/97 bis zur Abdichtung der Bohrung artesisches Wasser [Zmítko (1997)].

3.5.2 GRUBE ZINNWALD ÜBERSICHT ZUR GRUBENENTWÄSSERUNG

Die Grube Zinnwald wird einfach und übersichtlich durch zwei Hauptstolln entwässert. Die Funktionen des Tiefen Bünau Stollns und des Tiefen Hilfe Gottes Stollns und deren Verzweigungen sind im Wasserstammbaum Anlage 5 übersichtlich dargestellt und werden im Kapitel 5.4 ausführlich erläutert. Die Entwicklung der Stolln ist nach Bergbauperioden und Stollnentwicklungsphasen in den Kapiteln 3.2 und 3.4 kurz beschrieben.

3.5.3 GRUBE ZINNWALD STÖRUNGSZONEN UND WASSERDURCHLÄSSIGER ALTBERGBAU

Das Gelände steigt vom Mundloch des Tiefen Bünau Stollns (750 m NN) über der Lagerstätte auf 817 m NN (Grenzübergang) bis ca. 835 m NN (Neuschachtbereich) entlang der Grenze an. Im Südbereich der tagesnah aufgeschlossenen Lagerstätte werden im Scheitel des Granites 840 m NN beim Schacht Cínovec I erreicht. Während das Gelände vom Scheitel zur Ostflanke der Lagerstätte leicht zum Petzold potok / Petzoldbach bis auf 815 m NN abfällt, steigt es zur Westflanke hin an und erreicht dort bis zu 855 m NN, also ca. 100 m über dem Niveau des Tiefen Bünau Stollns.

Über der gesamten tagesnah bebauten Lagerstätte, die etwa der Granitausbisslinie mit wenigen Ausweitungen in den Quarzporphyr entspricht, hat sich ein unregelmäßiger Absenkungstrichter im oberen Kluftwasserleiter gebildet. Hypodermisches Grundwasser wird so auf seinem Weg von den westlichen Kammhochlagen zum Petzold Potok /Petzoldbach (Grube Cínovec) bzw. zum Georgenfelder Bach (Grube Zinnwald) mit hoher Wahrscheinlichkeit irgendwann auf Altbergbau (verfüllte Schächte, Bohrungen, tagesnahe Abbaue) oder dorthin geöffnete Klüfte treffen und in die Grube abfließen. Die tagesnahe Verwahrung der Grube Zinnwald - bis zum alten böhmischen Grubenfeld Himmelfahrt unter dem Grenzübergang - mit rolligem Spülversatz und umfließbaren Betonplomben an den Schächten änderte daran nichts. Das führt zu einer Vielzahl von Zuflussspunkten in die Grube, die das Grubenwasser speisen. Durch diesen tagesnahen Altbergbau fließt die größte Wassermenge in die Grube. Die meisten führen nur wenig Grubenwasser, sodass erst deren Vielzahl die Wassermengen zusammenfließen lässt, die auf den Stolln abzuleiten sind. Einige Zuflussspunkte jedoch können sehr stark anschwellen. In der Grube Zinnwald sind diese Zuflussspunkte auf die Stolln weitgehend erkundet und klassifiziert. In der Grube Cínovec sind die Zuflussspunkte weitgehend erkundet, zu deren Mengenschwankungen ist nur wenig bekannt.

Der Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stolln mundlochseitig vom Albert Schacht verläuft fast nur auf Störungen, die stellenweise hypodermisches Grundwasser und Kluftwasser führen, das an den Grubenwasserbeobachtungspunkten W 52 bis W61 (Anlagen 1, 5) in den Stolln fließen kann. Außerdem hat sich ein kleiner Absenkungstrichter in der Grube Gnade Gottes (Troster Schacht) gebildet (W 62 bis W 66) und der nicht befahrbare Westflügel des Tiefen Hilfe Gottes Stolln leitet bei der Station 0+215 (W 67) stets eine stark fließende Grubenwassermenge ein.

Westlich der Grube Zinnwald unter dem linken Hang des Georgenfelder Baches verläuft der Tiefe Hoffnung Gottes Stolln, der viel Kluftwasser des Quarzporphyrs in der Talmulde des Georgenfelder Baches einfängt und zum Mundloch (W 97) ableitet.

Für die Grube Zinnwald gibt es eine Reihe gut bekannter Zuflüsse für Oberflächenwasser, hypodermisches Grundwasser und Kluftwasser über den Altbergbau:

- Oberflächenwasserüberlauf vom Feuerlöschteich in den Gabriele Schacht. Der Ablauf vom Feuerlöschteich hinter dem Zinnwalder Vereinigtfelder Huthaus am Reichtroster Schacht wird zum Gabriele Schacht geleitet und dort fließt das Wasser über ein Rohr durch die Schachtplombe (W 99) in die Grube. Der Wasserweg ist weitgehend aufgeklärt und stückweise kontrollierbar.
- Offene Klüfte leiten Wasser ins tagesnahe Flöz 6 am Neuschacht. Bei Tauwetter und Starkregen schwillt sofort das Grubenwasser auf dem Flöz 6 am Neuschacht von Norden her sehr stark an und bildet an Sohlschwellen Schaumteppiche. Das Wasser kommt aus dem teilweise befahrbaren Nordfeld, das am Neuschacht bei ca. 32 m unter Tage angefahren ist und nach Nord ansteigend bis ca. 23 m unter Tage abgebaut ist. Wegen dem Bergeversatz im Flöz 6 sind die Zuflüsspunkte im Gebirge nicht mehr erreichbar. Das Grubenwasser vom Flöz 6 Nord wird auf seinem Wasserweg im Oberen Büнау Stolln durch Zuflüsse verstärkt und gelangt in einem neuen Ablaufrohr im Neuschacht bis auf den Tiefen Büнау Stolln. Dort ist ein Messpunkt eingerichtet (W 16). Das Grubenwasser diente zwischen 1901 und 1970 der Wasserversorgung von Zinnwald. Als Ursache für diesen starken tagesnahen Zufluss kommen in erster Linie offene Klüfte im Quarzporphyr in Frage.
- Indirekte Zuflüsse von Oberflächenwasser in die Grube Zinnwald auf den tagesnah nur mit Spülsand verwahrten Flöz- und Gangabbauen sowie den Morgengängen an der Westflanke. Die Westflanke der Lagerstätte wird durch mehrere tektonische Störungen (Morgengänge) begrenzt. Diese Morgengänge waren an mehreren Stellen auch vererzt und wurden abgebaut. Die Morgengänge sind stellenweise ideale Abstiegsbahnen für hypodermisches Grundwasser und Kluftwasser. Starke Zuflüsse sind auf dem Daniel Morgengang zur Westflanke der Reichtroster Weitung (W 22) bekannt. Im Flöz 9 West ist beim Obervereinigtfelder Schacht ebenfalls der Daniel Morgengang bebaut und wasserführend. Nach den Beobachtungen am Pegel 2 (W 51) und Druckdamm 1 (W 47b) gelangt viel Wasser in den Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord zwischen Niedervereinigtfelder Schacht und der Grundstrecke Flöz 3 West, dass im Frisch Hoffnung und Hermann Morgengang rasch bis zum Tiefen Hilfe Gottes Stolln hinabfließt. Die bereits im 16. Jahrhundert umfassend erschürften und stellenweise auch abgebauten Tagesausbisse der Flöze 1 bis 6 wurden soweit bekannt im Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord mit Spülsand verwahrt und leiten nach wie vor hypodermisches Grundwasser in die Grube ab. Vor allem von den Flözen 2, 3, 4 und 6 (W 73 bis W 87) drücken bei Tauwetter und Starkregen große Mengen Grubenwasser auf die Filterfenster, -rohre und Notüberläufe entlang des Haupttraktes vom Tiefen Büнау Stolln.

- Umläufigkeiten oder Druckentlastungen entlang von Schächten und Schachtverwahrungen (Zentralteil und Westflanke der Grube Zinnwald). Die Lagerstätte Zinnwald ist wegen der tagesnahen Vererzungen durch eine Vielzahl von Haspelschächten bis zum Niveau Oberen Büнау Stolln (ca. 785 - 790 m NN) und weiter hinunter durch Gesenke von einigen dieser Schächte bis zum Tiefen Büнау Stolln (750 - 753 m NN) erschlossen worden. Die vielen Altschächte der Grube Zinnwald und alle neuen Untersuchungsschächte sind bis auf drei Ausnahmen durch Betonplomben und Versatzberge oder Spülsand verwahrt worden. Die Versatzsäulen sind wasserwegsam und dienen als Abstiegsbahnen für Oberflächen- und Grundwasser. Betonplomben werden dabei auf den Kluftsystemen umflossen. Auch die drei offenen Schächte (Neuschacht, Rainsteinschacht, Albert Schacht) führen etwas Kluftwasser ab.
- Kluftwasserzutritte in den Kontrollpegel 2 (W 51). Die 2007 hergestellte, unverrohrte 190 mm-Bohrung an der Westflanke reicht bis in einen Morgengangabbau kurz über dem verspülten Tiefen Hilfe Gottes Stolln und wird zur Kontrolle des Wasserstandes im Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord Unterabschnitt I weiterhin benutzt. Mit der Bohrung sind wasserführende Klüfte angeschnitten worden, die nicht abgedichtet worden sind, sodass bei Tauwetter oder Starkregen im Bohrloch hörbar Kluftwasser in den Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord Unterabschnitt I fließt.

3.5.4 VERSICKERUNGSFLÄCHEN ÜBER DER GRUBE ZINNWALD

Über der Grube Zinnwald bilden Störungszonen und wasserdurchlässig verwahrter Altbergbau zwei gut abgrenzbare Versickerungsflächen aus, die für die montanhydrologischen Verhältnisse immer im Blick zu halten sind. Die Erkenntnisse beruhen auf umfangreichen Beobachtungen im VODAMIN-Projekt und werden daraus in aktualisierter Form übernommen [Martin & Sennewald (2014)].

Bei den Kontrollen der Kanalisation über der Lagerstätte in Zinnwald nach dem Starkregen im Juni 2013 fiel auf, dass Oberflächenwasser über der Lagerstätte im Gelände versickert, sodass dieser Aspekt mit untersucht wurde. Es können zwei Versickerungsflächen für Oberflächenwasser über der Grube Zinnwald ausgehalten werden (Abbildung 13):

- Versickerungsfläche A im Ausbissbereich der Flöze 5 und 6
- Versickerungsfläche B im Ausbissbereich der Flöze 2, 3 und 4

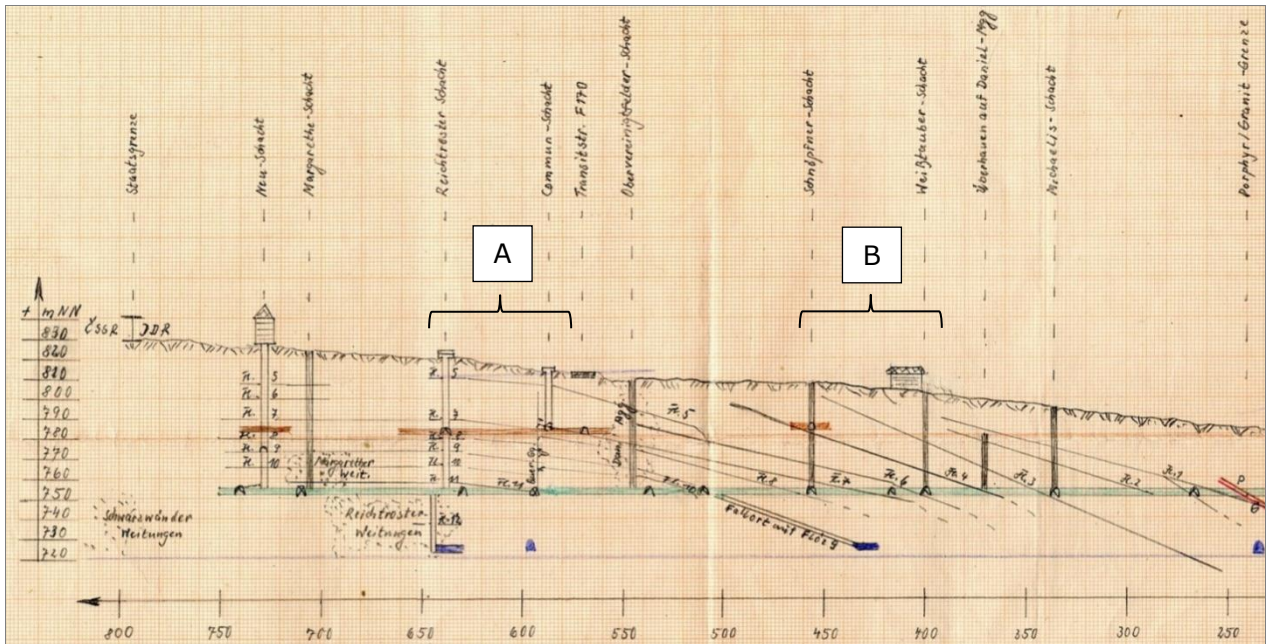


Abbildung 13: Längsschnitt Mundloch TBSt bis Neuschacht [Lange (1987)] mit den Versickerungsflächen A, B

3.5.4.1 VERSICKERUNGSFLÄCHE A IM AUSBISSBEREICH DER FLÖZE 5, 6

Die Versickerungsfläche A liegt im Bereich alter kleiner Tagebaue mit dem als Siedlungsmülldeponie genutzten Sandgrubenrestloch 2 am Lerche Schacht und zahlreicher flacher Schächte, die dem Abbau von Flöz 5 (Tageflöz) und Flöz 6 (Oberes Flöz) zu Beginn des Bergbaus dienten. Die Flöze sind durch Morgengänge (Brandklüfter, Felix, Greiszecher, Bucher) vertikal versetzt. Die Morgengänge wurden bei Erzführung selbst in Abbau genommen. Ein Teil der Fläche war im ersten Weltkrieg zur Haldenkuttung auf Wolframit bis auf den nackten Fels offen (Abbildung 14) und ist jetzt teilweise mit Siedlungsabfall verfüllt, mit Bergen und Wäschsand bedeckt, sodass Oberflächenwässer hier sofort versickern.



Abbildung 14: Zentrum der Versickerungsfläche A im Innenbogen der Straße S174, Blick von Ost zum Huthaus Vereinigt Zwitterfeld mit Glockenturm, Foto: Schulz 1927 [Barsch & Sennewald (2016)]

Es wird nur der Teil des Oberflächenwassers geordnet abgeleitet, der in die Schmutzwasserkanalisation der Gebäude gelangt. Diese Kanalisation ist erneuert worden und damit dicht. Unklar ist, wohin die Dachentwässerungen der Häuser eingebunden ist, die zwischen der Straße S174 und auch jenseits unmittelbar an der Staatsgrenze stehen.

Die Grubenwassergüte an den zugehörigen Zulaufpunkten der Flöze 6 bis 8 am Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns in der Grube zeigt zudem, dass es keinen Einfluss von Fäkalien gibt. Der Ostteil entwässert in Richtung Rainsteinschacht, in dem bei Starkregen das Grubenwasser aus den Flözen 7 und 9 im Schacht herabfließt. Die Zugänge zu den Flözen 5 und 6 sind im Rainsteinschacht mit Betondämmen der Spülversatzfelder abgedichtet.

Das auf der gesamten Versickerungsfläche A versickernde Oberflächenwasser bewirkt sehr wahrscheinlich vor allem bei Starkregen und Tauwetter den rasch und stark anschwellenden Zulauf von Grubenwasser zum Flöz 4 und vor allem zum Flöz 6 sowie zu den Abläufen der Brandklüfter Weitungen im Tiefen Büнау Stolln. Das Grubenwasser vom Flöz 6 war zur Probenahme (29.05.2013) am Zulauf auf den Tiefen Büнау Stolln deutlich mit Chlorid, Natrium und Kalium angereichert. Führt man diese Erscheinung auf den Tausalzeinfluss zurück, dann wird klar, dass Oberflächenwasser aus dem Bereich der S174 und der grenznahen tschechischen Straße auf der Versickerungsfläche A in die Grube versickert. Die höchsten Konzentrationen aus Tausalzeinflüssen wurden im oben liegenden Flöz 6 bestimmt, in den darunter liegenden Flözen 7 und 8 nahmen die Konzentrationen dieser Stoffe merklich ab.

Erkenntnisse:

- Aus der Versickerungsfläche A gelangt Oberflächenwasser hauptsächlich über das Flöz 6 und die Brandklüfter Weitungen in die Grube. Die dadurch entstehende Teilmenge des Grubenwassers führt an den Zuflusspunkt des Flözes 6 Ost (W 73, W 74) auf den Tiefen Büнау Stolln bei Starkregen bzw. Tauwetter sofort und stark zum Rückstau am neuen Filterfenster, weil der Spülsand an diesem Punkt bei weitem nicht in dem Maße entwässern kann, wie das Wasser zufließt. Eine Verbesserung ist nach Spülsandentnahme eingetreten und wird weiter beobachtet. Die Streckendämme sind für größeren Rückstau nicht ausgelegt. Die frühere diffuse Fugenentwässerung an dieser Stelle funktionierte nicht besser, weil zusätzlich Spülsand in den Tiefen Büнау Stolln austrat. Die Fugen wurden bei der Stollnsanierung 2010 und 2011 abgedichtet.
- Die bis Mitte der 1970er Jahre vorhandene Versickerung in die Grube war eine ideale Lösung zur Entwässerung besonders bei Tauwetter und Starkregen. Mit dem Einbau des nichtbindigen Spülversatzes durch die Bergsicherungsarbeiten, ergibt sich das geschilderte technische Problem in der Grube, sodass künftig auf eine Verminderung der Versickerung auf der Versickerungsfläche A hingearbeitet werden muss. Zugleich ist eine Zusatzmaßnahme an den Filterfenstern notwendig, um mehr Wasser an diesem Zulaufpunkt abzuleiten.
- Es wird daher angeraten, dass bei allen Baumaßnahmen darauf geachtet wird, dass die Versickerungsfläche A geordnet entwässert und nicht noch zusätzlich mit Oberflächenwasser belastet wird.

3.5.4.2 VERSICKERUNGSFLÄCHE B IM AUSBISSBEREICH DER FLÖZE 2, 3, 4

Die Versickerungsfläche B liegt im Bereich zahlreicher flacher Schächte, die dem Abbau von Flöz 2, 3 und Flöz 4 (Michaeliser Flöze) folgen. Die bebauten Flözbahnen reichen von den Grundstrecken im Tiefen Büнау Stolln bis über den Oberen Büнау Stolln (782 m NN) hinaus. Die dazugehörigen Grubenfelder wurden bis zum Oberen Büнау Stolln bereits in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts erschlossen. Die Tagesoberfläche steigt vom BSD Schacht E von 799 m NN flach bis 807 m NN am BSD Schacht C an.

Die Flöze sind durch Morgengänge (Neuschacht, Daniel, Obervereinigtfelder) vertikal versetzt. Die Morgengänge wurden bei Erzführung selbst in Abbau genommen. Fast die gesamte Fläche war im ersten Weltkrieg mit der Wäschesandhalde bedeckt. Lediglich ein Streifen westlich von Geisingstraße/Goetheweg war 1918 noch frei davon (Abbildung 15). Wegen der Wäschesandrete kann gegenwärtig das Oberflächenwasser hier sofort versickern.



Abbildung 15: Versickerungsfläche B unter und neben der später wieder abgetragenen Wäschanlage bis zum Goetheweg, links Gasthaus Sächsischer Reiter, rechts Direktorenvilla der Stahlwerk Becker AG (heute Geisingstraße 4, dahinter verläuft der Goetheweg), dazwischen Baracken des Kriegsgefangenenlagers, Foto 1918 [Stahlwerk Becker AG (1918)]

Gegenwärtig wird Oberflächenwasser aus drei Zuflüssen zusätzlich auf diese Fläche geleitet:

- Die Hauptmenge wird aus der Straßentwässerung 1 unterhalb vom Straßeneinlauf Nr. 19 frei auf die Wiese unterhalb der S174 abgeschlagen. Dieser Strang beginnt im Keller der Fleischerei mit Dränagen, eingebunden ist auch der Wendepunkt vor der Kaufhalle.
- Der Weggraben, der vom Obervereinigtfelder Schacht kommt, gießt auf die Wiese aus.
- Aus dem Bereich Sächsischer Reiter kommt Wasser aus einem nassen Wiesenstück mit alter Kanalisation.
- Es gibt alte Kanalisationen zwischen dem Gasthof Sächsischer Reiter und der Schlosserei, die aus der Zeit des 1. Weltkrieges stammen, als entlang dem Fuß der Wäschanlage ein Barackenlager für Kriegsgefangene stand, die im Bergbau arbeiten mussten.

Zwischen diesen Zuflüssen und dem Goetheweg versickert sehr viel Wasser im Untergrund. Das nicht versickernde Oberflächenwasser fließt auf der oberen, nassen Wiese breit, gelangt in einer natürlichen Rinne auf die Wiese am Schnöpfner Schacht, wird dort leicht angestaut und läuft dann östlich am Haus in einer weiteren natürlichen Rinne zum Weg nach den Garagen, wo es sich verteilt. Nur ein Teil wird vom Straßeneinlauf am Goetheweg erfasst, der andere Teil fließt ins Gelände auf die Bitumendecke oder versickert.

Bis 2011 ist Oberflächenwasser der Wiese am Schnöpfner Schacht über zwei Bohrungen in die Grube geflossen. Da die Bohrung 1 für die Kabel der Stromzuleitung zum Tiefen Bünau Stolln benutzt wurde, war dieser Zustand bekannt und wurde bei Starkregen Anfang August 2010 über Tage dokumentiert. Am Ende der Baumaßnahmen wurden beide Bohrungen so gesichert, dass kein Oberflächenwasser mehr eindringen kann. Allerdings gibt es bei der Bohrung 2 weiterhin Kluftgrundwasserzuflüsse.

Die Flöze 1 und 2 sind im Bereich der Dynamobaracke mit mehreren Schächten (Sand, Dynamo 1 und 2, Weißtauber) und Bohrungen tagesnah durchteuft worden und am BSD Schacht R (Alter Richard) aufgeschlossen.

Das bebaute Flöz 3 ist auf dem Niveau Oberen Bünau Stolln (ca. 782 m NN) durch Grundstrecken zwischen dem BSD Schacht S und dem BSD Schacht E (Alter Emil) mit ansteigenden Abbauen bekannt. Die Flözabbaue nähern sich der Oberfläche an den BSD Schächten G (Alter Gerhard) und H (alte Helga) (um 790 m NN) und streichen bis zur Höhe Schnöpfner Schacht aus. Die Grundstrecken des Flözes 3 sind im Tiefen Bünau Stolln weit nach Südost und Nordwest aufgeschlossen und steigend bis zum Oberen Bünau Stolln und darüber hinaus bebaut. Kluftgrundwasser wird so in den Flözabbauen aufgefangen und verfällt als Grubenwasser durch und auf dem Spülversatz auf die Grundstrecken ab. Die Zuflusspunkte zum Haupttrakt des Tiefen Bünau Stolln sind die Grubenwasserbeobachtungspunkte W 77 bis W 87.

Abbaue des Flözes 4 sind unmittelbar südlich des Schnöpfner Schachtes mit dem Niveau 789,4 m NN bekannt.

Das auf der gesamten Versickerungsfläche B versickernde Oberflächenwasser lässt vor allem bei Starkregen und Tauwetter den Zulauf von Grubenwasser in den Flözen 2, 3 und 4 (W 76 bis W 87) im Tiefen Bünau Stolln rasch und stark anschwellen. Das Grubenwasser der Flöze 3 und 4 war zur Probenahme (29.05.2013) am Zulauf auf den Tiefen Bünau Stolln deutlich mit Chlorid, Natrium und Kalium angereichert. Führt man diese Erscheinung auf den Tausalzeinfluss zurück, dann wird klar, dass Oberflächenwasser aus dem Bereich der S174 und des Goetheweges auf der Versickerungsfläche B in beide Flöze in die Grube versickert. Die Konzentrationen aus Tausalzeinflüssen unterschieden sich zwischen den Flözen 3 und 4 nur wenig. Deutlich geringer ist die Konzentration im Zulauf aus dem Flöz 2 West auf den Tiefen Bünau Stolln, weil dafür nur Kluftwässer vom Bereich des Segen Gottes Schacht über den Weißtauber bis zum Michaelis Schacht in Frage kommen, die stärker von West her drücken und dadurch kein Tausalz aufnehmen konnten.

Inwieweit bereits Oberflächenwasser bei der alten Schule im Bereich der BSD Schächte X, C und dem hier durchstreichenden Neuschacht Morgengang in die Grube zum Flöz 6 gelangt, ist unklar. Ein nunmehr bekannter Abfluss von Grubenwasser auf der Flözbahn Flöz 6 nach Nord und sehr wahrscheinlich weiter in das Flöz 4 absteigend wurde bei der Teufe an der Katholischen Kirche Schadstelle 12/023/55/0124 Geisingstraße 2016 entdeckt [Pfützte (2016)].

Erkenntnisse:

- Bereits 1981 wurde erkannt, dass in den Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord verfallendes Oberflächenwasser ein Problem für die Versatzdämme ist. Daraufhin wurden Beobachtungen angestellt und der Gemeinde Zinnwald-Georgenfeld erstmalig Maßnahmen vorgeschlagen [Kaufmann (1981); Olberg (1981); Rose 1981)].
- Auf der Versickerungsfläche B gelangt Oberflächenwasser hauptsächlich über die Flöze 1 bis 3 in die Grube. Die dadurch entstehende Teilmenge des Grubenwassers führt an allen Zuflusspunkten auf den Tiefen Bünau Stollns bei Starkregen bzw. Tauwetter sofort und stark zum Rückstau an den neuen Filterfenstern, weil der Spülsand an diesem Punkt bei weitem nicht in dem Maße entwässern kann, wie das Wasser zufließt. An den Flözen 2 und 3 gibt es noch funktionierende Notüberläufe

aus sandfreien Streckenfirsten. Der Damm am Flöz 4 ist für hohe Wasserdrücke ausgelegt und die Fugen sind saniert. Die frühere diffuse Fugentwässerung an diesen Stellen funktionierte nicht besser, weil zusätzlich Spülsand in den Tiefen Bünau Stolln austrat, der auf kurz oder lang den Stolln versetzt hätte und zugleich hätten sich die verspülten tagesnahen Grubenbaue dadurch sukzessive entleert. Die Fugen wurden bei der Stollnsanierung 2010 und 2011 abgedichtet.

- Die bis Mitte der 1970er Jahre auch hier vorhandene Versickerung in die Grube war eine ideale Lösung zur Entwässerung besonders bei Tauwetter und Starkregen. Mit dem Einbau des nichtbindigen Spülversatzes durch die Bergsicherungsarbeiten, ergibt sich das geschilderte technische Problem in der Grube, sodass künftig auf eine Verminderung der Versickerung auf der Versickerungsfläche B hingearbeitet werden muss.

3.5.5 VERHÄLTNISSE DER ABFLUSSMENGEN VON GRUBE UND VORFLUTER

Das Relief ist durch eine breite Kammhochfläche und anschließende steile Kerbtaleinschnitte geprägt. Besonders bei sommerlichen Gewitterregen oder südlichen Tiefdruckwetterlagen und bei Tauwetter kommt es zu Hochwasserwellen in den Fließgewässern, die bereits in den Quellmulden der Kammhochfläche wirksam werden. Nach Einstellung des Bergbau- und Aufbereitungsbetriebes der Rudné Doly Příbram, závod Cínovec im November 1990 fließen die Grubenwässer der Grube Cínovec auf dem Tiefen Bünau Stolln fast vollständig zur Grube Zinnwald ab. Nur ein unbedeutender Teil fließt als Kluftgrundwasser aus der Grube Cínovec II zum Erzgebirgsnordabfall in die Bystřice / Flössbach. In der Grube Zinnwald springen bei vorheriger Trockenwetterphase nach einsetzendem Dauerregen in wenigen Stunden die Wassermengen an einzelnen Zulaufpunkten an. Die wichtigsten Zulaufpunkte zeigen nach spätestens 2 Tagen eine deutliche Zunahme der Wassermengen. Die Welle aus der Grube Cínovec erreicht auf dem Tiefen Bünau Stolln den Grenzdamm bereits nach 1 - 2 Tagen.

Die Gruben Zinnwald-Cínovec entwässern ab Oktober 2011 vom Tiefen Bünau Stolln über einen Verfallpunkt zum Tiefen Hilfe Gottes Stolln und weiter zu dessen Mundloch am Heerwasser. Nur auf dem Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns unterhalb vom Schnöpfner Schacht wird das Grubenwasser wie bisher zum Mundloch des Tiefen Bünau Stollns geleitet. Diese beiden Stolln und der Tiefe Hoffnung Gottes Stolln leiten die größten Stollnwassermengen in die Fließgewässer ein. Der Tiefe Hoffnung Gottes Stolln gehört zum Grubenfeld von Hoffnung Gottes mit dem Gutten Schacht, das westlich und hydraulisch von der Grube Zinnwald abgetrennt liegt. Aus dem Tiefen Hoffnung Gottes Stolln fließt ständig viel Grubenwasser ab, das vom Kluftgrundwasser gespeist wird.

Die Anteile des Grubenwassers am Durchfluss des Vorfluters konnten für typische Wetterlagen im Untersuchungszeitraum im VODAMIN-Projekt [Martin & Sennewald (2014)] bestimmt werden (Tabelle 24).

Tabelle 24: Starker Tauwetterabfluss 05./06.01.2013 Tauwetter Typ 2 (schnell)

Stollnwasserzulauf	Menge	Gesamtzulauf im Vorfluter
Tiefer Bünau Stolln	max. 27,27 l/s	Heerwasser ca. 1.546,6 l/s
Tiefer Hilfe Gottes Stolln	max. 194,51 l/s	
Tiefer Hoffnung Gottes Stolln	max. 20,00 l/s	

Der Gesamtzufluss an bergbaubeeinflussten Stollnwässern aus der Grube Zinnwald-Cínovec mit den Gruben Hoffnung Gottes und Gnade Gottes von insgesamt 241,8 l/s macht im Heerwasser beim Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns mit dem dortigen Gesamtdurchfluss von berechnet 1.546,6 l/s einen Anteil von 15,6 % aus. Betrachtet man nur den Anteil der Grube Zinnwald-Cínovec beträgt der Grubenwasseranteil im Heerwasser beim Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns 14,3 %.

Prüft man das relativ stark nachlaufende Grubenwasser in der Zeit nach der Abflussspitze im Vorfluter entsteht folgendes Bild (Tabelle 25).

Tabelle 25: Abfallende Tendenz im Vorfluter bei Tauwetter 06.01.2013

Stollnwasserzulauf	Menge	Durchfluss im Vorfluter
Tiefer Büнау Stolln	max. 27,27 l/s	Heerwasser ca. 1.185,8 l/s
Tiefer Hilfe Gottes Stolln	max. 153,19 l/s	
Tiefer Hoffnung Gottes Stolln	max. 20,00 l/s	

Der Gesamtzufluss an bergbaubeeinflussten Stollnwässern aus der Grube Zinnwald-Cínovec mit den Gruben Hoffnung Gottes und Gnade Gottes von insgesamt 200,5 l/s macht im Heerwasser beim Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns mit dem dortigen Gesamtdurchfluss von berechnet 1.185,8 l/s einen Anteil von 16,9 % aus. Betrachtet man nur den Anteil der Grube Zinnwald-Cínovec beträgt der Grubenwasseranteil im Heerwasser beim Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns 15,2 %. Der Anteil des Grubenwassers steigt also noch etwas an, wenn die Welle aus der Grube auf die bereits zurückgehenden Durchflüsse im Vorfluter trifft.

Bei anhaltender Trockenheit speisen alle drei Stolln die Vorfluter (Tabelle 26).

Tabelle 26: Ende der anhaltenden Trockenheit am 24.10.2012

Stollnwasserzulauf	Menge	Durchfluss im Vorfluter
Tiefer Büнау Stolln	min. 0,32 l/s	Heerwasser ca. 38,1 l/s
Tiefer Hilfe Gottes Stolln	min. 12,91 l/s	
Tiefer Hoffnung Gottes Stolln	min. 3,7 l/s	

Der Gesamtzufluss an bergbaubeeinflussten Stollnwässern aus der Grube Zinnwald-Cínovec mit den Gruben Hoffnung Gottes und Gnade Gottes von insgesamt 17,1 l/s macht im Heerwasser beim Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns mit dem dortigen Gesamtdurchfluss von berechnet 38,1 l/s einen Anteil von 45 % aus. Betrachtet man nur den Anteil der Grube Zinnwald-Cínovec beträgt der Grubenwasseranteil im Heerwasser beim Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns 34,8 %.

Tabelle 27: Resttauwetter 15.03.2013

Stollnwasserzulauf	Menge	Durchfluss im Vorfluter
Tiefer Büнау Stolln	min. 5,68 l/s	Heerwasser 365,8 l/s
Tiefer Hilfe Gottes Stolln	min. 65,07 l/s	
Tiefer Hoffnung Gottes Stolln	min. 7,78 l/s	

Der Gesamtzufluss bei Resttauwetter an bergbaubeeinflussten Stollnwässern aus der Grube Zinnwald-Cínovec mit den Gruben Hoffnung Gottes und Gnade Gottes von insgesamt 78,5 l/s macht im Heerwasser beim Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns mit dem dortigen Gesamtdurchfluss von berechnet 365,8 l/s einen Anteil von 21,5 % aus (Tabelle 27). Betrachtet man nur den Anteil der Grube Zinnwald-Cínovec, beträgt der Grubenwasseranteil im Heerwasser beim Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns 19,3 %.

Erkenntnisse:

- Bei Abflussspitzen infolge Tauwetter oder Starkregen folgt die Abflussspitze der Grube stets der Abflussspitze im Vorfluter. Der Gesamtabfluss aus der Grube verstärkt die Abflussspitze im Vorfluter demzufolge nicht.
- Beim Tauwetter vom Typ 1 (langgezogen) vergehen mehrere Tage vom Beginn des Tauwetters bis zur Abflussspitze. Beim Frühjahrstauwetter 2012 waren das 7 bis 8 Tage für den Vorfluter und weitere 1 bis 2 Tage für die Grube.
- Beim Tauwetter vom Typ 2 (schnell), wie es das Neujahrstauwetter 2013 war, erreicht der Vorfluter bereits nach max. 2 Tagen die Abflussspitze, und die Grube folgt im Abstand von ca. 10 Stunden.
- Der Anteil des Grubenwassers am Durchfluss im Vorfluter schwankt stark. Dementsprechend schwankt auch der Einfluss des Grubenwassers auf die Frachtanteile im Vorfluter stark.
- Nach anhaltender Trockenheit steigt der Anteil des Grubenwassers am Durchfluss im Vorfluter beim Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns auf bis zu 45 % (24.10.2012) an, wobei 35 % auf die Grube Zinnwald/Cínovec entfallen. Der stetige Zufluss aus dem Kluftwasserleiter in der Grube führt in Trockenzeiten zu einem deutlichen Anstieg des Frachtanteiles von Grubenwasser im Vorfluter. Die Wasserbeschaffenheit wird bei Trockenheit stark vom Stollnwasser bestimmt.
- Tauwetter Typ 2 (schnell): Der Anteil vom Grubenwasser der Grube Zinnwald-Cínovec erreicht bei der Abflussspitze im Heerwasser nur etwa 14,3 %, mit dem Tiefen Hoffnung Gottes Stolln nur 15,6 %. Das heißt die Frachtanteile des stark angeschwollenen Grubenwassers bewirken weniger im Vorfluter als bei Trockenheit. Diese Beobachtung gilt für ein 2-3 jähriges Hochwasser. Bei stärkeren Hochwassern als HQ2 bis 5 sinkt der Anteil des Grubenwassers weiter ab, weil der Oberflächenwasserabfluss infolge begrenzter Versickerungsmöglichkeit des Bodens stark ansteigt, das Grubenwasser aber stets zeitlich verzögert ansteigt.
- Beim Tauwetter Typ 1 (langgezogen): Es wurden im März 2012 Anteile vom Grubenwasser der Grube Zinnwald-Cínovec im Heerwasser von 19 %, mit dem Tiefen Hoffnung Gottes Stolln von 21 % erreicht.
- Bei Regenwetter stellen sich wahrscheinlich Verhältnisse wie beim Tauwetter ein. 2012 gab es dafür keine ausreichende Datengrundlage, weil gerade in der Regenphase (Juni/Juli) Bauarbeiten den natürlichen Grubenwasserabfluss gestört haben.
- Tagelanger Starkregen fiel Ende Mai bis Anfang Juni 2013. In der entscheidenden dritten Regenstaffel traf der Regen auf bereits völlig durchnässten Boden. Die Zuflusspunkte in der Grube sprangen sehr rasch an, vergleichbar mit einem Tauwetter Typ 2 (schnelles). Die Abflussspitze in der Grube folgte der ersten Spitze des Vorfluters knapp einen Tag später (und war mit 209 l/s hoch). Die Abflussspitze im Vorfluter hielt infolge der fortdauernden Niederschläge über 24 Stunden an, sodass in diesem Starkregenfall die Abflussspitze der Grube noch in das Ende der breiten Abflussspitze des Vorfluters fiel. Dieses Zusammenfallen der Abflussspitzen von Grube und

Vorfluter ist typisch für anhaltende Starkregen, bei denen es im Vorfluter zu einer sehr breiten Abflussspitze kommt, wenn der Regen anhält.

- Im Winter treten Extremsituationen bezüglich der Grubenwasseranteile auf, wenn – wie am 12.01.2012 gemessen – Tauwetter auf eine hohe Schneedecke trifft, die zwar zu einer deutlich erhöhten Durchflussmenge im Vorfluter führt, aber der Kluftwasserleiter und die verfüllten Schächte noch unter einer dichten Schneedecke liegen, sodass die Grubenwassermenge nur durch einige Oberflächenwasserzutritte ansteigt. In diesem Falle betrug der Anteil des Grubenwassers der Grube Zinnwald/Cínovec beim Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns im Heerwasser nur 9,4 %.

Für die Betrachtung des Einflusses von Grubenwasser auf die Vorfluter nach Menge oder Qualität ist wegen der starken Schwankungen sowohl der Grubenwassermengen als auch der Durchflussmengen im Vorfluter und deren unterschiedlichen Ganglinien im Einzugsgebiet des Heerwassers die jeweilige Wetterlage immer genau zu erfassen und zu klassifizieren, wenn man Erkenntnisse gewinnen und vergleichen will.

3.6 KENNTNISLÜCKEN ZUR ENTWICKLUNG DER MONTANHYDROLOGISCHEN SITUATION

Die grundsätzliche montanhydrologische Situation in der Verbundgrube Zinnwald/Cínovec und deren Einfluss auf die Vorflut sind gut aufgeklärt, so dass dafür nur wenige Kenntnislücken bestehen.

- Es fehlen mindestens noch zwei Grubenwasserbilanzen für Zeiten mit anhaltendem Regenwetter bis max. 20 mm/Tag.
- Es fehlt ein Abflusspegel für das gesamte Einzugsgebiet des Heerwassers, um den Durchfluss im Heerwasser beim Tiefen Hilfe Gottes Stolln genauer berechnen zu können.
- Der Zustand der Fließwege und die Zuflusspunkte in der Grube Cínovec sind für den Sektor zwischen dem Hauptquerschlag P III/5 und dem Südwestquerschlag P III/40 nicht bekannt, da dieser Grubenbereich bisher nicht befahren wurde. Das Grubenwasser kommt hier generell aus den Flözen 1 bis 4 auf die Tiefe Bünau Stollnsohle herunter und fließt weiter in den Flutungsbereich. In den eingesehenen Berichten sind dazu keine Daten vorhanden.

Die Grubenwasserbeobachtungspunkte sind nach wie vor gut erreichbar für Probennahmen, so dass für spezielle Fachfragen Kenntnisse gewonnen werden können.

4 MESSPROGRAMM

Das Messprogramm wurde hinsichtlich des allgemeinen Parameter- und Elementspektrums nach Abstimmung mit dem Auftraggeber festgelegt. Zusätzlich wurden 20 Beprobungen auf Radon im Grubenwasser als notwendige Ergänzung zum VODAMIN-Projekt und 3 Proben auf Tritium wegen der Suche nach aufsteigendem Tiefenwasser festgelegt.

Hinsichtlich der Probenahmepunkte mit Vor-Ort-Parametermessungen wurden zunächst alle bekannten Zuflusspunkte zu den Stolln im Grubenriss und im Wasserstammbaum erfasst. Das sind die Zuflusspunkte Cí 01 bis Cí 42 in der Grube Cínovec und die Zuflusspunkte W 01 bis W 97, W 99 bis W 102 in der Grube Zinnwald. Danach wurden jene Zuflusspunkte markiert, die bereits im VODAMIN-Projekt beprobt wurden. Auf dieser Grundlage konnten Grubenbereiche für Grubenbereiche die zu beprobenden Zuflüsse begründet festgelegt werden. Auswahlkriterien für die Aufnahme ins Probenahmeprogramm waren:

- Alle Grubenwasserbeobachtungspunkte in den Haupttrakten des Grubenwasserablaufes wie beim VODAMIN-Projekt, um die Frachten berechnen zu können.
- Mehrere kleinere Zuflüsse auf die Haupttrakte konnten daraufhin als Ursache für Frachten ausgeschlossen werden und wurden nicht beprobt. Das betrifft vor allem Punkte auf dem THGSt außerhalb der Lagerstätte.
- Es blieben eine größere Anzahl von Zuflusspunkten übrig, wo bisher keine oder nur Vor-Ort-Parameter vorlagen. Diese Grubenwasserbeobachtungspunkte wurden komplett beprobt, um jene davon herauszufiltern, die einen entscheidenden Beitrag zu den Frachten bringen. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Grube Cínovec, die 2/3 der Grubenwassermenge liefert.

Im Bereich der Grube Zinnwald/Cínovec wurden insgesamt 118 Grubenwasserbeobachtungspunkte bei bestimmten Wetterlagen beprobt. Davon liegen 40 Probenahmepunkte in der Grube Cínovec. Die Messpunkte wurden den Grubenbereichen zugeordnet. Eine Übersicht dieser Grubenbereiche findet sich in Abbildung 16.

In der Tabelle 28 sind Grubenwasserzuflusspunkte in den Grube Zinnwald/Cínovec mit Umständen aufgelistet, die nach den o. g. Kriterien nicht beprobt werden mussten. Bei einigen dieser Punkte liegen zudem Ergebnisse aus dem VODAMIN-Projekt vor und im Vita-Min-Projekt sind einige Beobachtungen zu Wassermengen und Vor-Ort-Parametern angefallen.

In der Tabelle 29 sind die beprobten Grubenwasserbeobachtungspunkte mit den Wetterlagen und weiteren Daten aufgelistet.

Tabelle 28: Zusätzliche Messpunkte ohne Beprobung (nur Abflussverhältnisse und Vor-Ort-Parameter, M - Menge ausgelitert, M* - Menge geschätzt, Gv - Parameter vor Ort, G - alle Parameter) im Vergleich zu den Messungen im VODAMIN-Projekt [Martin & Sennewald (2014)]

Messpunkt	Lage, (...) Bezeichnung bei VODAMIN	Herkunft des Grubenwassers/Umstand	VODAMIN	Vita-Min
Cí 02	GW 62 Standwasser am Damm im Querschlag Südwest P III/40	abgestandenes Flözwasser Flöz 2 / ohne Einfluss auf Grubenwasserablauf	M*, 1x Gv	nicht maßgebend
Cí 12	GW 27 Strecke P III/5 Tauchblende und Ziegdamm	Grubenwasser vom Schacht Cínovec I (GW 28) kaum vermischt mit Wasser vom Nordwestquerschlag PS III/1 / Cí 11 ist maßgebend für den Zufluss	M*, 1x G, Gv	



Messpunkt	Lage, (...) Bezeichnung bei VODAMIN	Herkunft des Grubenwassers/Umstand	VODAMIN	Vita-Min
W 04	TBSt Überlauf Bohrkammer 4/1954	Flözwasser aus Spülversatzfeld / trocken, Überlauf zur Zeit bei W 05	nein	wie W 05
W 12	TBSt Grundstrecke Flöz 11 Abzweig 2	Oberflächenwasser Feuerlöschteich (W 99) mit Flözwasser Flöze 7 und 9 / Wasserqualität wie W 27	M	wie W 27
W 21	Reichtroster Weitung Wasserstand	Wasserstandsschwankungen Reichtroster Weitung / ohne Belang für Vita-Min-Projekt	Wasserstand	Wasserstand
W 23	Reichtroster Gesenk I, Wasserstand im blauen Rohr	Wasserstandsschwankungen im Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord (Spülversatzfeld Zinnwald Nord) / ohne Belang für Vita-Min-Projekt		
W 24	TBSt Westquerschlag + Kübelort	Kluftwasser aus dem Quarzporphyr des Westquerschlages/nur tropfender Zulauf	nein	TBSt unbedeutend
W 25	TBSt Firste Abbau Daniel Mgg	Flözwasser Flöz 11 / stets trocken	nein	
W 26	TBSt Grundstr. Flöz 11, gesamt	Gesamtmenge W 27 und W 28 / W 27, W 28 einzeln beprobt	nein	
W 30	TBSt Georgenfelder Querschlag, Überhauen in Flöz 6	Kluftwasser Quarzporphyr unter der Georgenfelder Bachmulde / tropfendes Kluftwasser, Qualität wie bei W 29	nein	wie W 29
W 42	THGSt Querschlag I gesicherter Morgengang (GW 46)	tiefes Kluftgrundwasser (Morgengang) im Greisen ohne Einfluss Spritzbeton / tropfend keine Probe möglich	M*, 1x Gv	unbedeutend zwischen W 101 und W 102, wird bei W 102 mit erfasst
W 43	THGSt Richtstrecke Süd, versetzter Südosttrakt (GW 47)	tiefes Kluftgrundwasser aus Morgengang und Klüften an der Grenze Quarzporphyr und Granit, Einfluss durch Versatz / tropfend keine Probe möglich	M*, 1x Gv	
W 44	THGSt Flöz 4 Westende (GW 48)	tiefes Kluftgrundwasser aus un bebaut anstehendem Flöz ohne Einfluss von Spritzbeton / tropfend keine Probe möglich	M*, 1x Gv	
W 45	THGSt Morgengang im Flöz 4 Westende (GW 49)	tiefes Kluftgrundwasser aus Morgengang im Flöz ohne Einfluss von Spritzbeton / tropfend keine Probe möglich	M*, 1x Gv	
W 46	THGSt Richtstrecke Süd Kluft im Greisen 22 m bergwärts vom Querschlag II (GW 50)	tiefes Kluftgrundwasser im Greisen / tropfend keine Probe möglich	M*, 1x Gv	
W 49	THGSt Steinbrecherrollenschnauze (GW 52)	Kluftgrundwasser aus Klüften im Quarzporphyr durch Rollenversatz (Spülsand) beeinflusst / nur tropfend keine Probe möglich	M*, 1x Gv	
W 51	Kontrollpegel 2	Wasserstand im Spülversatzfeld Zinnwald Nord / ohne Belang für VITAMIN-Projekt	nein	Wasserstand
W 52	THGSt Station 0+883	Kluftwasser aus nicht vererztem, selten Baryt, Fluorit führenden Frisch Hoffnung Morgengang (tektonische Störung), durch Spitzbeton beeinflusst / geringe Zuläufe werden von W 71 mit erfasst	nein	Zuflüsse tagesnahes Abbauwasser, Kluftwasser auf den THGSt außerhalb der Zinnwalder Lagerstätte zwischen W 102 und W 71 (Mundloch)
W 53	THGSt Station 0+862		nein	
W 54	THGSt Station 0+855		nein	
W 55	THGSt Station 0+695		nein	
W 56	THGSt Station 0+683		nein	
W 57	THGSt Station 0+627		nein	
W 58	THGSt Station 0+618+621		nein	
W 59	THGSt Station 0+510 bis 514		nein	
W 60	THGSt Station 0+504		nein	
W 61	THGSt Station 0+488 bis 494		nein	
W 62a	THGSt Station 0+480		nein	
W 62b	THGSt Station 0+481		nein	
W 63	THGSt Station 0+436		nein	
W 64	THGSt Station 0+416	nein		
W 65	THGSt Station 0+397	nein		
W 66	THGSt Station 0+356	nein		



Messpunkt	Lage, (...) Bezeichnung bei VODAMIN	Herkunft des Grubenwassers/Umstand	VODAMIN	Vita-Min
W 69	THGSt Station 0+137	Überhauen zum Kunst Ditrach Stolln durch Spritzbeton beeinflusst / tagesnah, unbedeutend wird von W 71 mit erfasst	nein	
W 74	TBSt Flöz 6 Ost blaues Sohlrohr	von der Versickerungsfläche A mit Abfluss durch die mit Spülsand verfüllten Abbaufelder der Flöze im Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord / wie W 73, W 74	M	wie W 73
W 75	TBSt Flöz 6 Ost Dammfuge		nein	
W 77	TBSt Flöz 3 West Filterrohr bergseitig (GW 43)	von der Versickerungsfläche B mit Abfluss durch die mit Spülsand verfüllten Abbaue der Flöze im Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord, Zutritt von etwas Kluftgrundwasser aus dem Zinnwalder Granit / trocken oder tropfend, Ost insgesamt wie W 81, W 83, West wie W 78	M, 1x Gv	wie W 81, W 83 bzw. W 78
W 78	TBSt Flöz 3 West Filterfenster 2 (GW 15)		M, 1x G	
W 82	TBSt Flöz 3 Ost kleines Filterfenster		M	
W 84	TBSt Flöz 3 Ost Filterrohr oben (GW 13)		M, 1x G	
W 85	TBSt Flöz 3 Ost Filterfenster (GW 39)		M, 1x Gv	
W 86	TBSt Flöz 3 Ost altes Sohlrohr mit Filter (GW 41)		M, 1x Gv	
W 91	TBSt Kopf Steinbrecherrolle	Tagesnahes Kluftgrundwasser Quarzporphyr / ähnlich wie am Albert Schacht W 90	nein	wie W 90
W 92	TBSt Abzweig Querschlag		nein	
W 94	TBSt bergseitig vom Wetterkanal, Stat. 31 bis 36,5		nein	
W 95	TBSt unterm Zechenhaus Stat. 8 bis 16		nein	
W 98	Kiesleiter Stollnwasser (GW 20)	hypodermisches Grundwasser aus Wiesen, Streusiedlung, mit Stollnwasser des tagesnahen Stollns im Quarzporphyr / trocken	M, 1x G	trocken
W 99	Ablauf in Gabriele Schacht (GW 54)	Kiesleiter Stolln und Oberflächenwasser nach vorheriger Speicherung im Feuerlöschteich (GW 55) / maßgebend ist W 27 in der Grube	M, je 1x Gv	besser W 27

Es war geplant, alle Probenahmetage in der Grube Zinnwald/Cínovec und zu den in der Umgebung liegenden Gruben hinsichtlich der Wetterlagen so zu legen, dass Abflusszustände in der Grube bei Trockenheit, bei und unmittelbar nach Tauwetter oder Starkregen vermieden werden. Das heißt es sollte bei Wetterlagen mit nassem Regenwetter oder ganz am Ende von Tauwettern beprobt und gemessen werden, weil dabei alle Zuflusspunkte aktiv sind, jedoch nicht zu stark durch Oberflächenwasser verdünnt werden, wie es bei Tauwetter bzw. Starkregen der Fall ist. Im Vita-Min-Projekt verhinderten die in den Jahren 2018 und 2019 anhaltenden Trockenwetterlagen eine zügige Probenahme in der Grube Zinnwald/Cínovec. Diese Umstände haben auch die Probenahme an allen Stolln in der Umgegend verzögert. Es musste in drei Phasen bis in den März 2020 hinein beprobt werden, um alle Proben bei typischen leicht erhöhten Grubenwassermengen zu nehmen. In der Anlage 6 sind die Probenahmetage den Wetterlagen im Wetterdiagramm zugeordnet. Daraus lässt sich die nachfolgende Tabelle mit den Probenahmepunkten zusammenstellen. Die Lage der Punkte ist im Riss der Anlage 1 und im Grubenwasserstammbaum der Anlage 5 eingetragen. Alle Mess- und Analysenergebnisse sind in der Anlage 8 verzeichnet.

Tabelle 29: Probenahmetage, Wetterlagen und Probenahmepunkte Cí – Grube Cínovec, W – Grube Zinnwald

Probenahme- tag	Wetterlage	Probenahmepunkte nach Grubenbereichen
16.04.2019	trocken, nach schwachem Tauwetter bis 23.03.2019	Grubenbereich 3 – W 18, W 19, W 27 bis W 29, W 31 bis W 38; Grubenbereich 6 – W 72 bis W 74, W 79, W 80, W 88, W 93
02.05.2019	Regenwetter seit 26.04.2019	Grubenbereich 1 – W 02; Grubenbereich – 2 W 03, W 05 bis W11, W 13, W 14, W 39a, W 100; Grubenbereich 3 – W 16, W 17, W 39b; Grubenbereich 6 – W 76, W 83, W 89,
15.05.2019	Regenwetter seit 26.04.2019	Grubenbereich 4 – W 40, W 41, W 47b, W 48, W 50, W 101; Grubenbereich 5 – W 67, W 68, W 70, W 71
26.06.2019	Trockenheit seit 20.06.2019, davor Regenschauer	Grubenbereich 1 – Cí 29 bis Cí 38
10.07.2019	Trockenheit seit 20.06.2019, davor Regenschauer	Grubenbereich 1 – Cí 01, Cí 03 bis Cí 11
15.10.2019	Regenwetter seit 25.09.2019, seit 08.10. wieder trocken mit sehr wenig Regen	Grubenbereich 1 – Cí 13 bis Cí 21
05.11.2019	trocken seit 08.10.2019 mit sehr wenig Regen	Grubenbereich 1 – W 01, Cí 22 bis Cí 28, Cí 39 bis Cí 41
26.11.2019	wenig Regen seit 10.11.2019	Grubenbereich 1 – W 01 (Rn), W 02 (Rn), Cí 23 (Rn), Cí 28 (Rn); Grubenbereich 2 – W 39a (Rn); Grubenbereich 3 – W 15, W 22, W 39b (Rn)
02.03.2020	schwaches Tauwetter und ab und zu ganz leichter Schneeregen	Grubenbereich 5 – W 71 (Rn); Grubenbereich 6 – W 81, W 87, W 90, W 96 (Rn) und weitere Zeitpunkte der OBF 08380 aus dem amtlichen Messprogramm

Die montanhydrologischen Grubenbereiche der Grube Zinnwald/Cínovec sind im Wasserstammbaum den Fließwegen den Grubenwassers entsprechend genau abgrenzt (Anlage 5) und in der nachfolgenden Abbildung übersichtsmäßig eingetragen. Im Grubenbereich 1 wird das gesamte geflutete Grubenfeld der unter dem TBSt-Niveau aufgeschlossenen Greisenlagerstätte Cínovec-jih mit dargestellt. Dieses Flutungswasser quillt am Schacht Cínovec I auf, tritt dort in den Haupttrakt des TBSt über und fließt mit den Grubenwässern der Flözlagerstätte (Grubenbereich I – offen) ab. Im Grubenbereich 3 werden alle Grubenwässer aus der Westflanke der Lagerstätte abgeleitet, während dem Grubenbereich 2 alle Grubenwässer aus dem Zentrum der Grube Zinnwald zufließen. Der Grubenwasserablauf auf dem THGSt wird am Albert Schacht in den Grubenbereich 4, der innerhalb des Zinnwalder Granits liegt und in den Grubenbereich 5, der im Nebengestein (Quarzporphyr) verläuft, getrennt. Der TBSt nimmt in seinem Haupttrakt zwischen Mundloch und Schnöpfner Schacht im Grubenbereich 6 die Grubenwässer der Flöze 1 bis 6 und Kluftwässer aus dem Quarzporphyr auf.

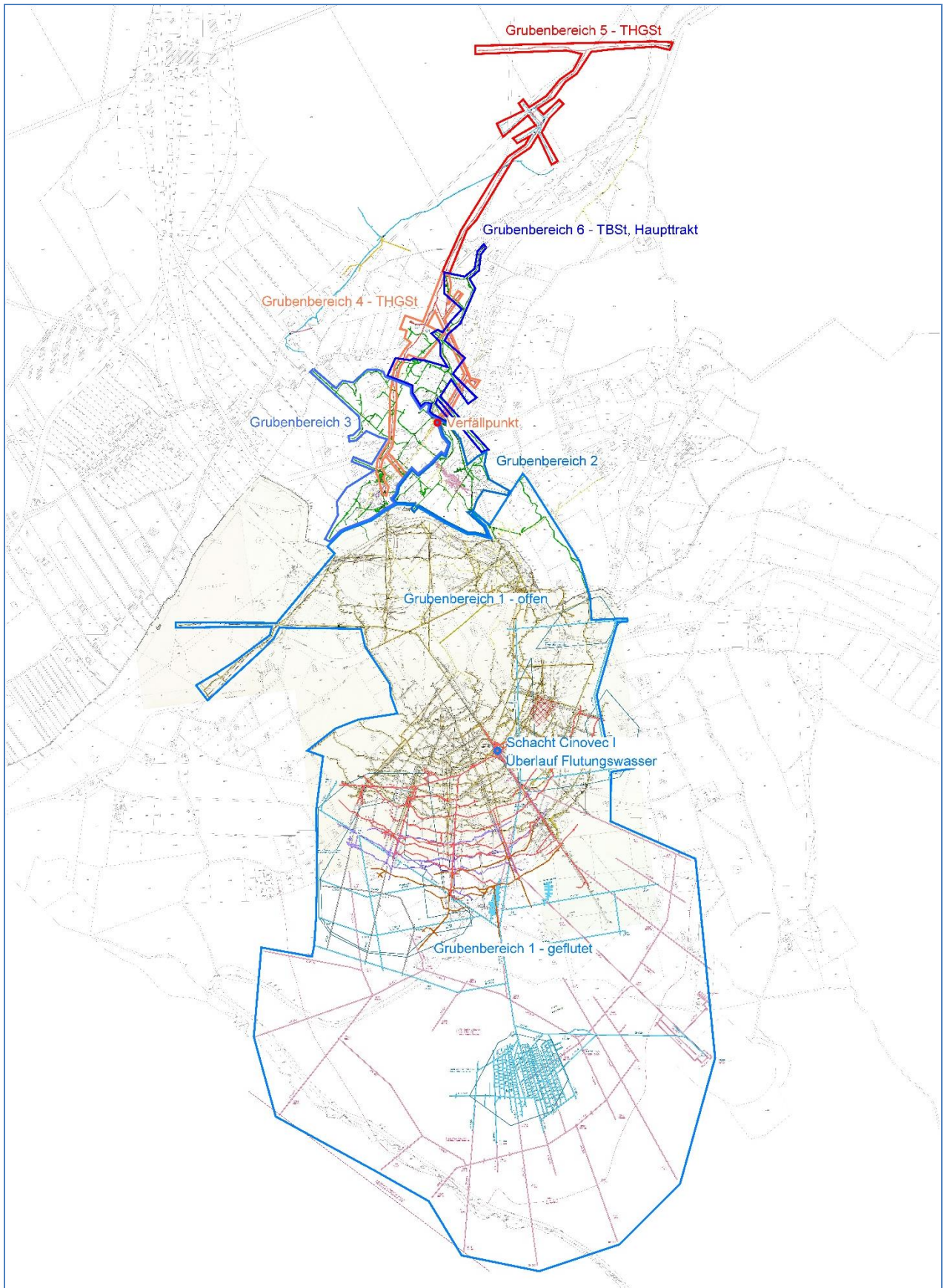


Abbildung 16: Montanhydrologische Grubenbereiche der Grube Zinnwald/Cínovec

4.1 ALTBERGBAUSTOLLN IN DER UMGEBUNG

In der weiteren Umgebung der Lagerstätte Zinnwald/Cínovec wurde das Grubenwasser der großen Zinnlagerstätte Altenberg einschließlich der Roten Zeche an den Grubenwasserbeobachtungspunkten AB 1 bis AB 5, RZ 1 beprobt sowie die Daten der amtlichen Messpunkte Entwässerungsstolln Bielatalstolln der Grube Altenberg OBF 08350 und Zwitterstocks Tiefer Erbstolln der Grube Rote Zeche und der Gruben auf Neufang OBF 08440 einbezogen.

Außerdem sind Stollnwasserproben von 20 Stollngruben der Umgebung zu Vergleichszwecken genommen und untersucht worden. Die Stollndatenblätter liegen in der Anlage 7, die Mess- und Analysenergebnisse sind in der Anlage 8 verzeichnet. Für die Grube Sadisdorf konnte nur der Stollnwasserabfluss beprobt werden. Es war vorgesehen, wichtige Zuflüsse in der Grube Sadisdorf ähnlich wie in Altenberg für Vergleichszwecke zu beproben. Das scheiterte trotz Amtshilfe durch das Sächsische Oberbergamt Freiberg am jetzigen privatwirtschaftlichen Inhaber der Erkundungsrechte und leider nicht klar gesicherten amtlichen Zugangsrechten.

Tabelle 30: Probenahmetage, Wetterlagen und Probenahmepunkte Stolln der Umgebung

Probenahmetag	Wetterlage	Probenahmepunkte
08.03.2019	seit 16.02.2019	Rote Zeche RZ 1
22.03.2019	schwaches Tauwetter	Grube Altenberg Ab 1, Ab 2, Ab 3, Ab 4, Ab 5
15.05.2019	Regenwetter seit 26.04.2019	W 97 THoffnGSt in Georgenfelder Bach und weitere Zeitpunkte des OBF 08381 aus dem amtlichen Messprogramm
02.03.2020	schwaches Tauwetter und ab und zu ganz leichter Schneeregen	THB Tiefer Hiob Stolln, Bärenstein, Sachsenhöhe, Müglitz VTH Vereinigter Tiefer Hilfsstolln, Geising, Rotes Wasser SJE Tiefer St. Johannes Stolln, Fürstenau, Kadnerhöhe/Zeidelweide, Zeidelweidenwasser AST Aron Stolln, Altenberg, Raupennestbusch, Walkteiche PDS Fortuna Erbstolln, Altenberg, Kahleberg, Neugraben W 97 THoffnGSt nur Radonprobe
16.03.2020	schwaches Tauwetter bis 11.03.2020, danach ab und zu ganz leichter Regen	CHS Christi Himmelfahrt Erbstolln, Geising, Hoher Busch, Rotes Wasser NSG Tiefer Stolln Neubeschert Segen Gottes Fundgrube, Lauenstein, Küchenhau, Rotes Wasser KLS Unbenannter Stolln, Lauenstein, Bärenwald, Rotes Wasser ASH Alter Stolln (Himmelfahrt Erbstolln), Löwenhain, Hirschberg, Löwenbach SGS Tiefer Segen Gottes Stolln, Löwenhain, Hutberg, Fürstenauer Bach KGS Kugel Stolln, Altenberg, Geisingberg, Kugelwasser JCS Jacob Stolln, Altenberg, Heidehübel, Quellmulde mit Abfluss zur Kleinen Biela TNH Tiefer Neue Hoffnung Stolln, Bärenstein, Hegelshöhe Große Biela MDS Magdalena Stolln, Seyde, Pöbeltal SSF Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Schönfeld, Schönfelder Bach ZFS Zinnfang Erbstolln, Niederpöbel, Saubach TKS Tiefer Kupfergrübner Stolln, Niederpöbel, Saubach
Mittelwerte weiterer Messstellen		Zwitterstocks Tiefer Erbstolln (Grube Rote Zeche, Gruben auf Neufang) OBF 08440 ins Rote Wasser Neuer Bielatalstolln (Entwässerungsstolln Grube Altenberg) OBF 08350 in die kleine Biela aus dem BfUL- Messprogramm

4.2 PARAMETER UND ELEMENTE

Das Messprogramm umfasste die in Tabelle 31 aufgeführten Parameter und Elemente. Die Analytik erfolgte seitens Eurofins Umwelt Ost GmbH. Die Lage der Probenahmepunkte in der Grube Zinnwald/Cínovec ist im Grubenriss der Anlage 1 dargestellt. Die Probenahmepunkte der Grube Altenberg sind in der Anlage 2 eingetragen. Die Lage der 20 Stollnwasserproben der Umgebung ist auf den Kartenausschnitten der Anlage 7 enthalten.

Tabelle 31: Parameter- bzw. Elementspektrum des Messprogramms

Vor-Ort-Parameter	Allgemeines Grundprogramm	nur gelöst	gelöst und gesamt
Sauerstoffsättigung	pH-Wert	Calcium	Arsen
el. Leitfähigkeit	Chlorid	Kalium	Barium
pH (Feld)	Nitrat	Lithium	Bor
Lufttemperatur	Sulfat	Natrium	Blei
Wassertemperatur	Ammonium	Nickel	Cadmium
Redoxpotenzial	ortho-Phosphat	Mangan	Eisen
Eh	DOC		Kobalt
Farbe	TOC		Kupfer
Geruch	abfiltrierbare Stoffe (Membranfilter)		Nickel
Trübung	Fluorid		Molybdän
			Quecksilber
			Uran
			Zink
			Zinn
Tritium			
Radon-222			

5 AUSWERTUNG

5.1 STATISTISCHE DATENAUSWERTUNG

Die erhobenen Messwerte je Messstelle sowie die berechneten statistischen Kenngrößen zusammengefasst je Grubenbereich sind in den Anlagen 8.1 und 8.2 aufgeführt. Die wesentlichen Analysenwerte wurden entsprechend den Grubenbereichen in den nachfolgend gelisteten Abbildungen dargestellt:

- Abbildung 17: Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ und F^-
- Abbildung 18: As, Pb, Cd, Zn, Cu (gesamt)
- Abbildung 19: Ba, Be, Ni, Tl, U (gesamt).

Die daraus ersichtlichen wesentlichen Erkenntnisse sind in Tabelle 32 zusammengestellt.

Tabelle 32: Auswertung gemessener Elementkonzentrationen

Anionen	
Chlorid	<ul style="list-style-type: none"> - sehr inhomogene Verteilung - höhere Gehalte im Teilrevier Zinnwald (Grubenbereiche 2 und 3) - korrespondiert mit Abstrombereich und stärkerem Siedlungs- und Straßeneinfluss (Tausalze?) - bei starkem Oberflächenwassereinfluss ohne Siedlung sehr geringe Gehalte um 3 mg/l (entspricht Niederschlagskonzentration)
Nitrat	<ul style="list-style-type: none"> - allgemein niedrige Konzentrationen, meist um 8 mg/l - wenige Ausreißer > 20 mg/l - korrespondiert mit geringem Umfang von Ackerbau - im Teilrevier Cínovec (Grubenbereich 1) etwas höher als in Zinnwald (Grubenbereiche 2 - 4)
Sulfat	<ul style="list-style-type: none"> - überwiegend homogene Verteilung um 20 mg/l - extreme Ausreißer bis 530 mg/l, wahrscheinlich Einfluss sulfatreicher Versatzmaterialien
Ammonium	<ul style="list-style-type: none"> - die meisten Werte unter der Bestimmungsgrenze (BG) - 2 Ausreißer in CZ, wahrscheinlich Siedlungseinfluss
Fluorid	<ul style="list-style-type: none"> - überwiegend homogene Verteilung um 3 mg/l - erhöhte Werte in Grubenbereich Cínovec bis 10 mg/l, gekoppelt an vererzte Bereiche mit stärkerer Fluoritführung
Metalle (gesamt)	
Arsen	<ul style="list-style-type: none"> - meist um 10 µg/l - Gehalte im Bereich Cínovec sind höher als in Zinnwald, widerspiegelt die stärkere Sulfidmineralisation, vor allem im südwestlichen Grubenbereich - einige Ausreißer >50 µg/l in stärker sulfidmineralisierten Bereichen - hohe Gehalte auch in Tiefem Kupfergrübnen Stolln (150 µg/l)

Metalle (gesamt)

Blei	<ul style="list-style-type: none"> - relativ inhomogen - meist um 5 µg/l, häufig unter der BG - in Cínovec höhere Gehalte als in Zinnwald - Gehalte im Bereich Cínovec sind höher als in Zinnwald, widerspiegelt die stärkere Sulfidmineralisation - einige Ausreißer >10 µg/l in stärker sulfidmineralisierten Bereichen
Cadmium	<ul style="list-style-type: none"> - wenige Werte unter der BG - meist um 5 µg/l und damit weit über der UQN - in Cínovec höhere Gehalte als in Zinnwald (stärkere Sulfidmineralisation) vor allem im südwestlichen Grubenbereich - damit gewisse Tendenz zur Verdünnung von Süd nach Nord - verschiedene Ausreißer bis 40 µg/l, offenbar in stärker Zinkblende führenden Bereichen - erhöhte Gehalte auch in Grube Altenberg und Magdalena Stolln
Zink	<ul style="list-style-type: none"> - Verläufe nahezu identisch mit Cadmium (gleiche Quelle: Verwitterung der Zinkblende) - meist um 200 µg/l - in Cínovec etwas höhere Gehalte als in Zinnwald (stärkere Sulfidmineralisation), damit gewisse Tendenz zur Verdünnung von Süd nach Nord - einige Ausreißer bis 3,2 mg/l, offenbar in stärker Zinkblende führenden Bereichen
Kupfer	<ul style="list-style-type: none"> - relativ homogener Verlauf - meist < 10 µg/l - Ausreißer bis ca. 0,8 mg/l - in Grube Altenberg Extremwerte bis 7,2 mg/l (stark Kupfer vererzter Bereich)
Barium	<ul style="list-style-type: none"> - im Bereich Zinnwald (Grubenbereich 3,4 und 6) höchste Gehalte bis 4,8 mg/l - in Cínovec geringe Gehalte um 0,2 mg/l - offenbar im Bereich Zinnwald intensivere jüngere Mineralisationen mit stärkerer Baryt-Führung
Beryllium	<ul style="list-style-type: none"> - in Cínovec (Grubenbereich 1) deutlich höhere Gehalte als in Zinnwald (bis 80 µg/l) - hohe Gehalte auch in Grube Altenberg bis 60 µg/l
Nickel	<ul style="list-style-type: none"> - sehr homogene Verteilung - meist um 2 µg/l - damit unter der UQN - wenige erhöhte Werte >P90 - relativ geringe Umweltrelevanz
Thallium	<ul style="list-style-type: none"> - relativ homogene Verteilung - meist um 0,3 µg/l - damit nur wenig über der UQN - einige Ausreißer > 1µg/l



- Ursachen derzeit nicht erkennbar

Uran

- relativ inhomogen verteilt
- deutliche Anomalie in GB 2 (bis 0,67 mg/l) entsprechend der Ostflanke der Lagerstätte
- erhöhte Gehalte auch in Grube Altenberg

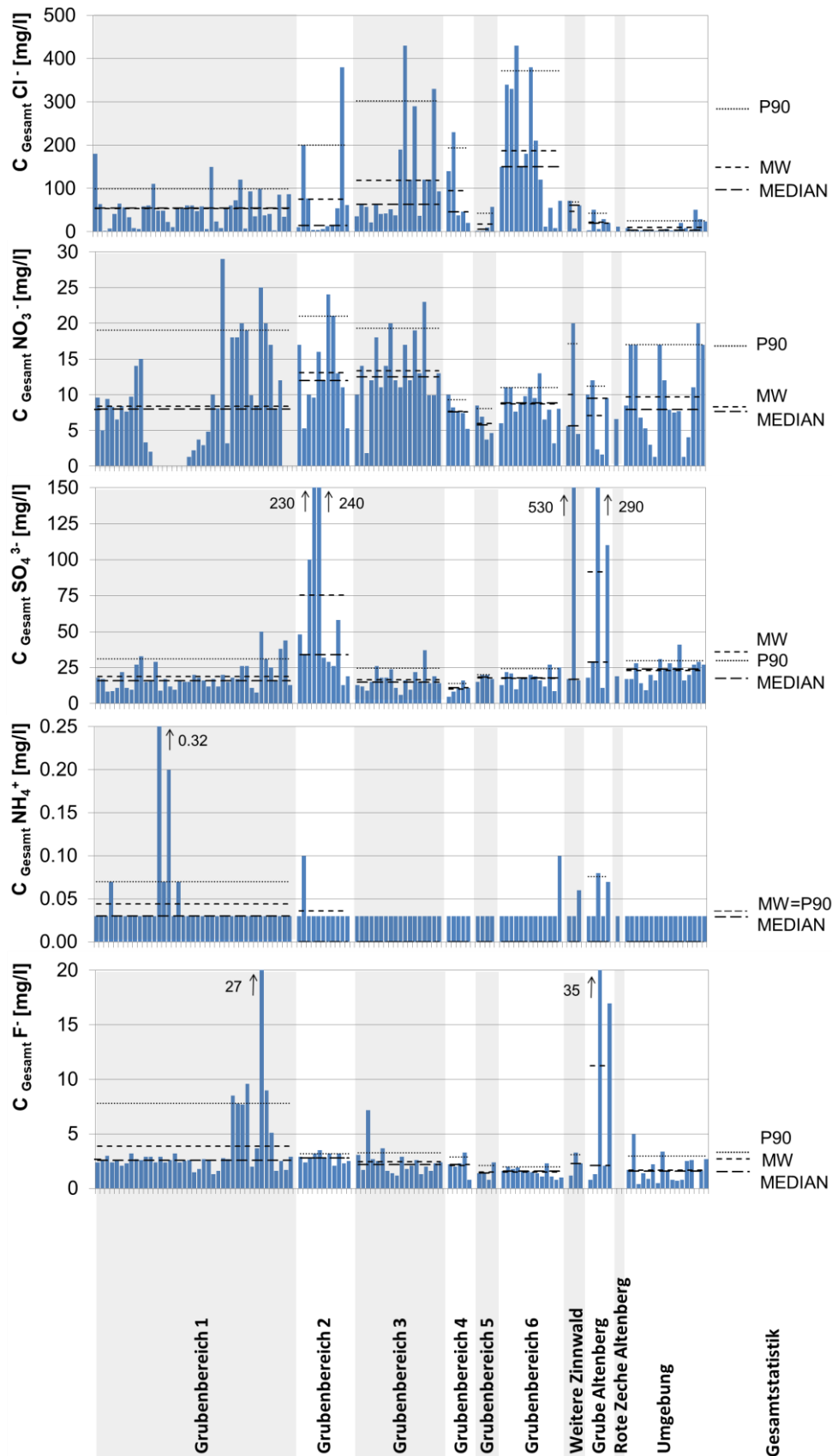


Abbildung 17: Gemessene Gesamtkonzentrationen für Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ und F^-

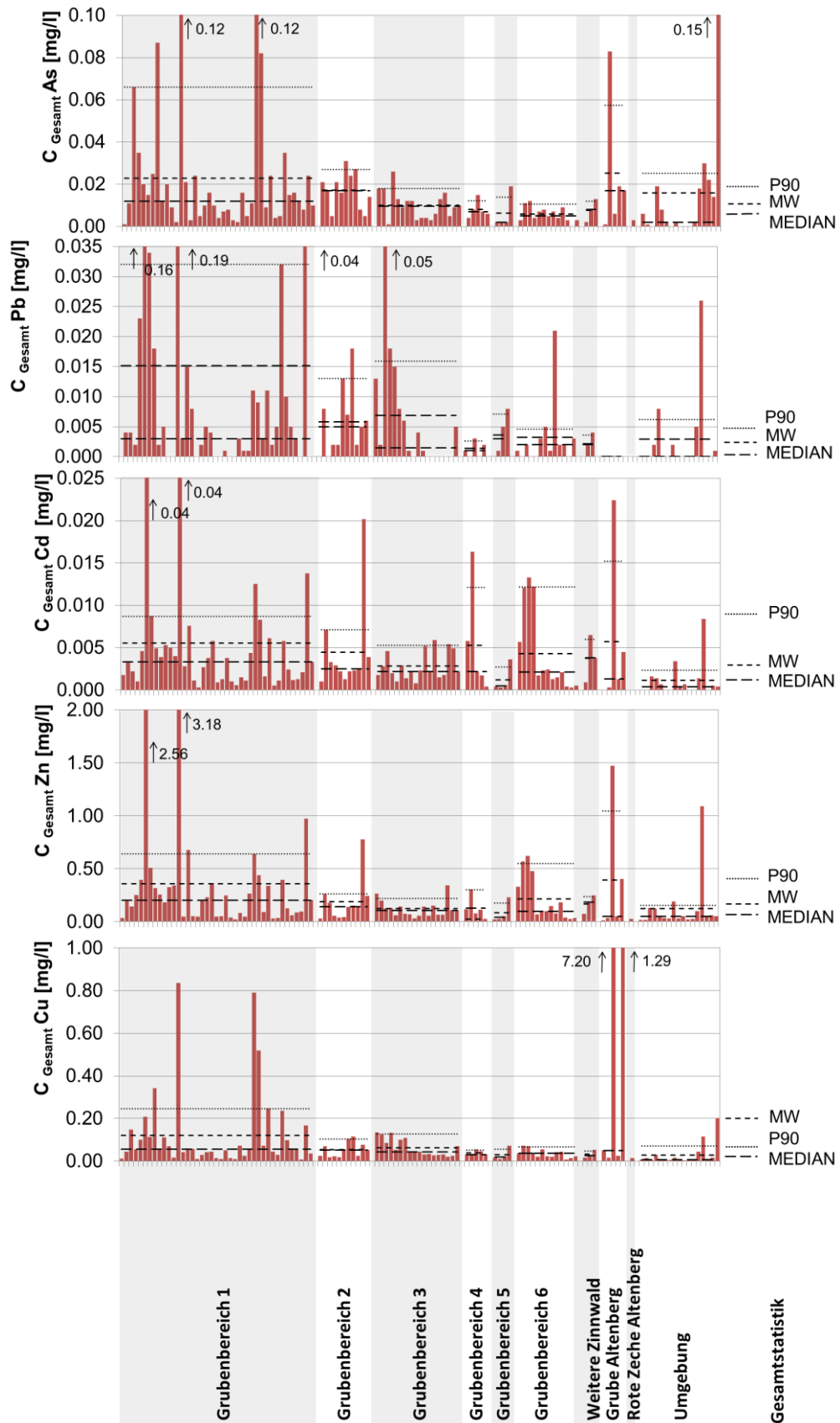


Abbildung 18: Gemessene Gesamtkonzentrationen der Metalle As, Pb, Cd, Zn, Cu

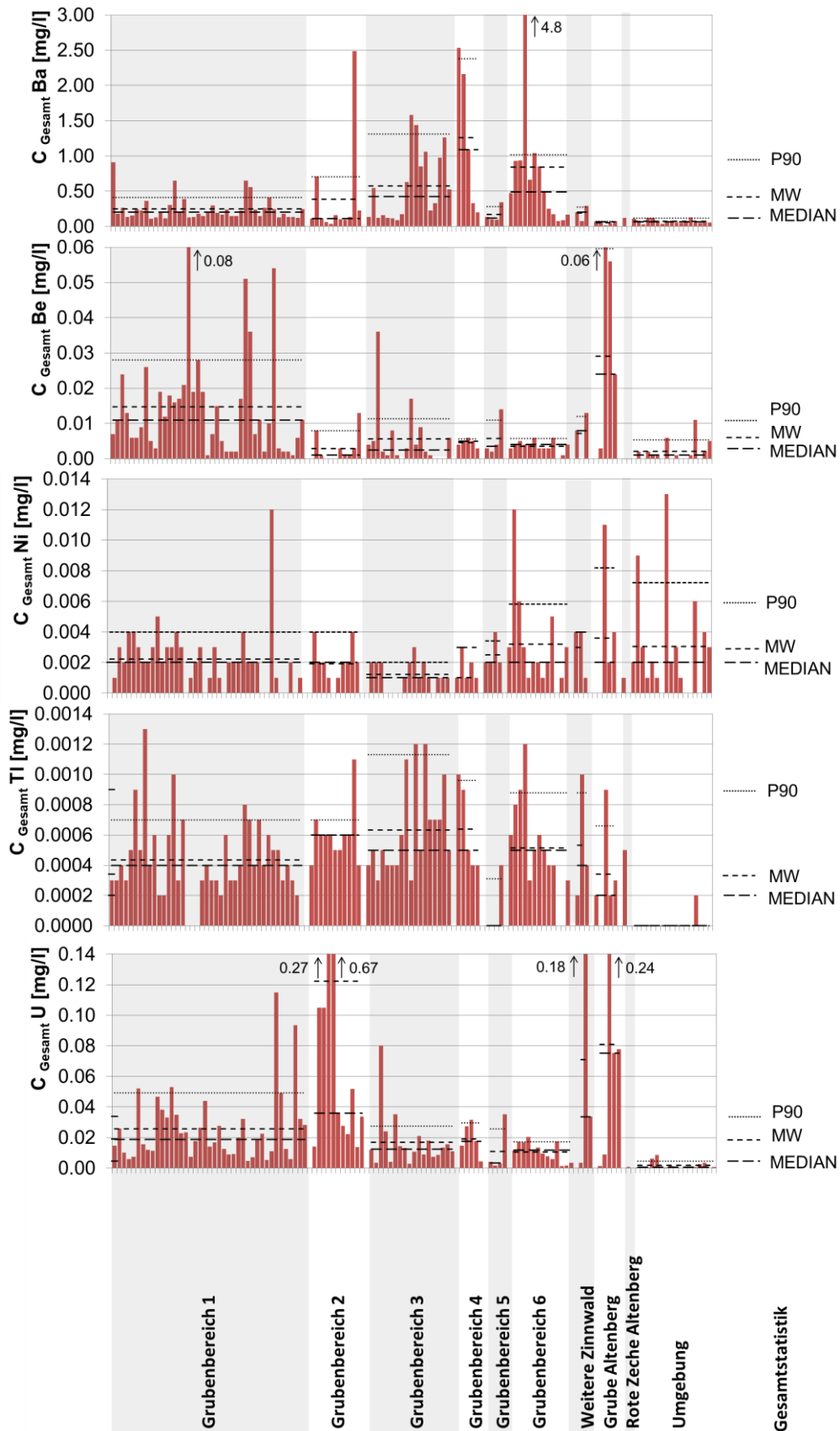


Abbildung 19: Gemessene Gesamtkonzentrationen der Metalle Ba, Be, Ni, Ti, U

5.2 SCHADSTOFFKONZENTRATIONEN UND SCHADSTOFFFRACHTEN

Zur Verdeutlichung des Flächenbezuges der Schadstoffkonzentrationen wurden folgende besonders bedeutende Parameter in Form von Fließschemata dargestellt (Abbildung 20, Abbildung 21, Abbildung 22, Abbildung 23, Abbildung 24, Abbildung 25):

As	Indikator für Sn-W-Lagerstätten
Be	typisches Element hochthermalen Mineralisationen, wie in Sn-W-Lagerstätten
Cd	typisches Element der Sulfidphase von Sn-W-Lagerstätten, besonders umweltrelevant (prioritärer gefährlicher Stoff)
Zn	typisches Element der Sulfidphase von Sn-W-Lagerstätten
Chlorid	Indikator für Siedlungseinfluss (Streusalz, Abwässer)
Sulfat	Indikator für aschehaltigen Versatz in der Grube

Dabei wurde eine Klasseneinteilung der Konzentrationen vorgenommen.

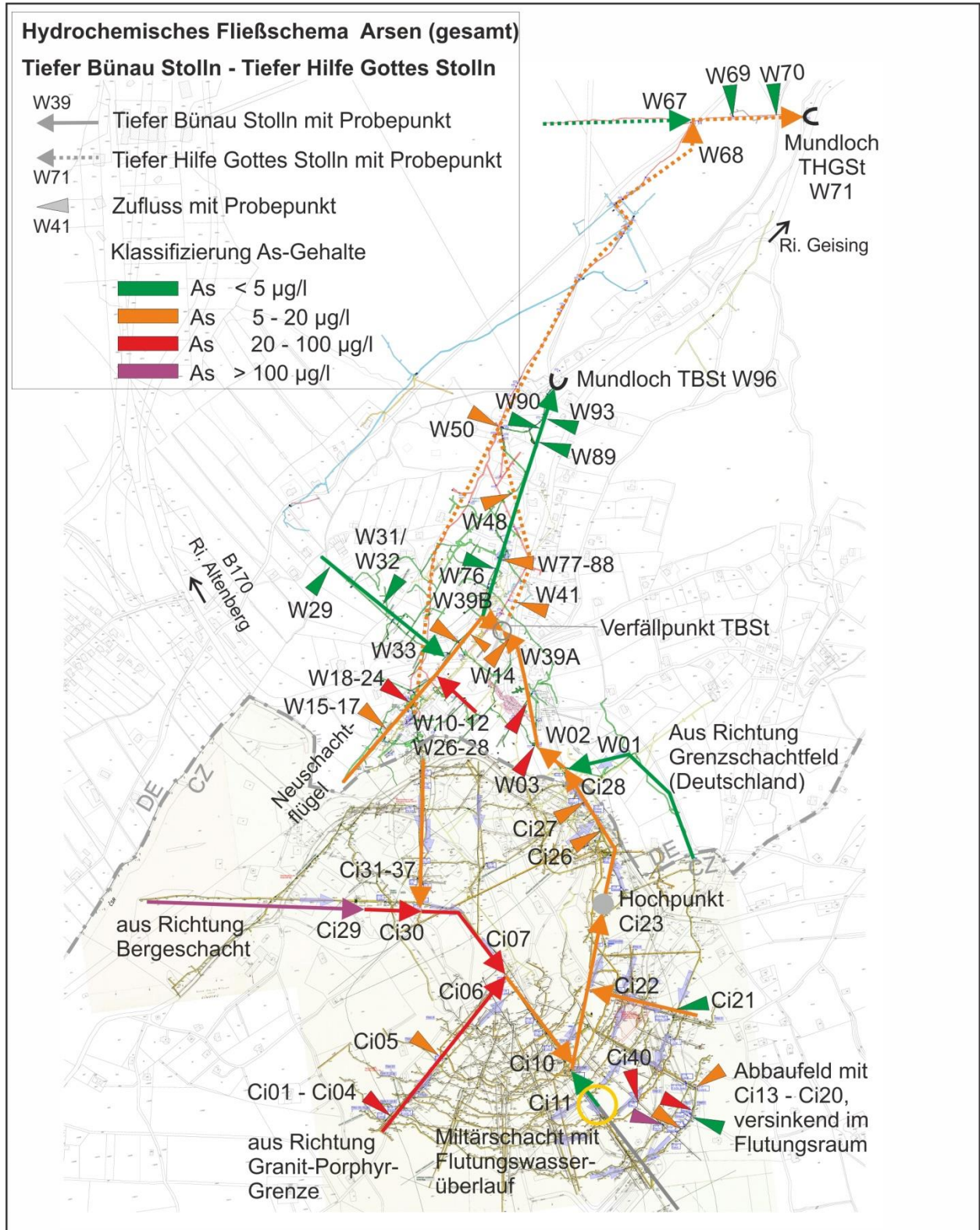


Abbildung 20: Hydrochemisches Fließschema Arsen (gesamt) für den Tiefer Bünau Stolln und den Tiefer Hilfe Gottes Stolln

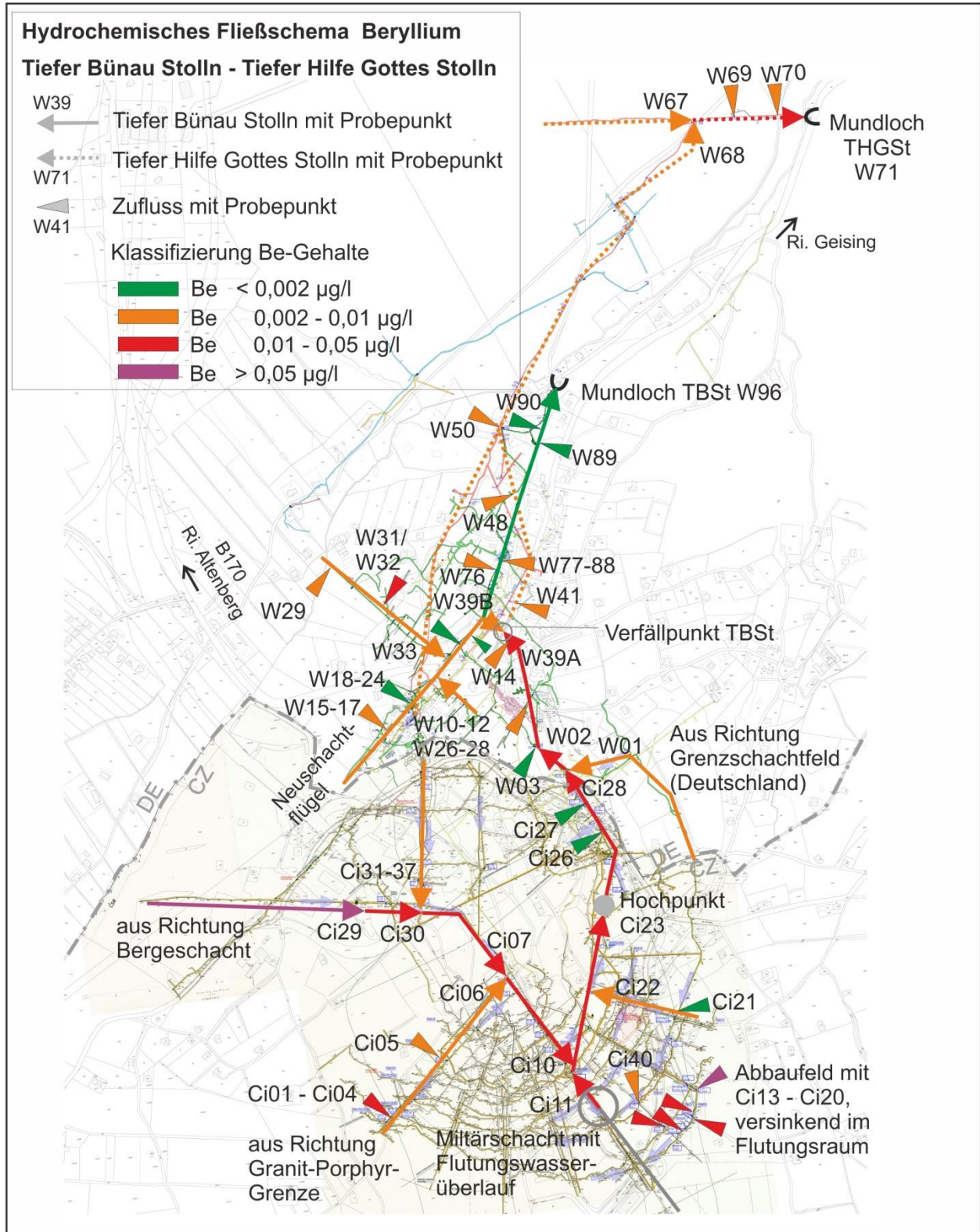


Abbildung 21: Hydrochemisches Fließschema Beryllium (gesamt) für den Tiefer Büнау Stolln und den Tiefer Hilfe Gottes Stolln

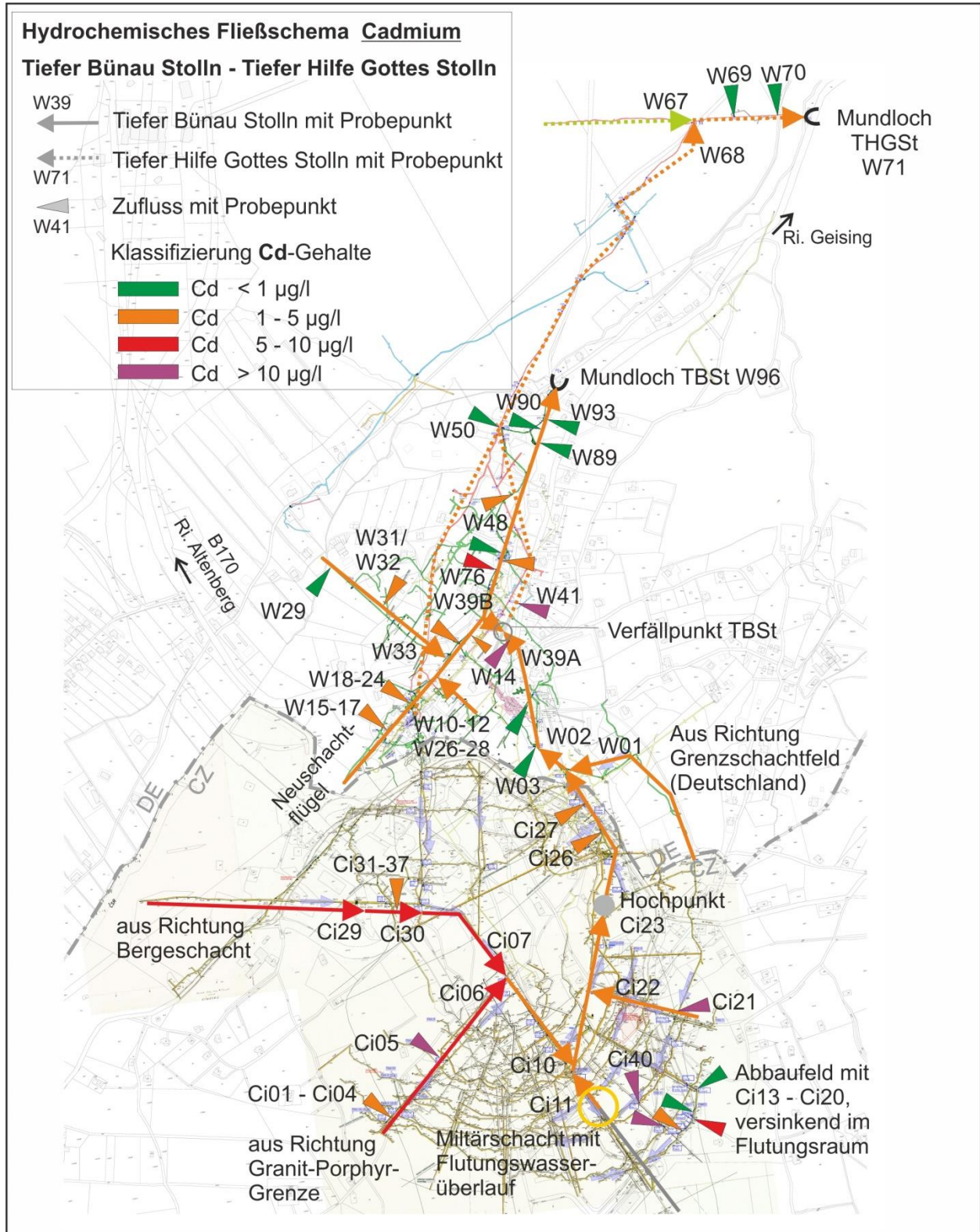


Abbildung 22: Hydrochemisches Fließschema Cadmium (gesamt) für den Tiefere Büнау Stolln und den Tiefere Hilfe Gottes Stolln

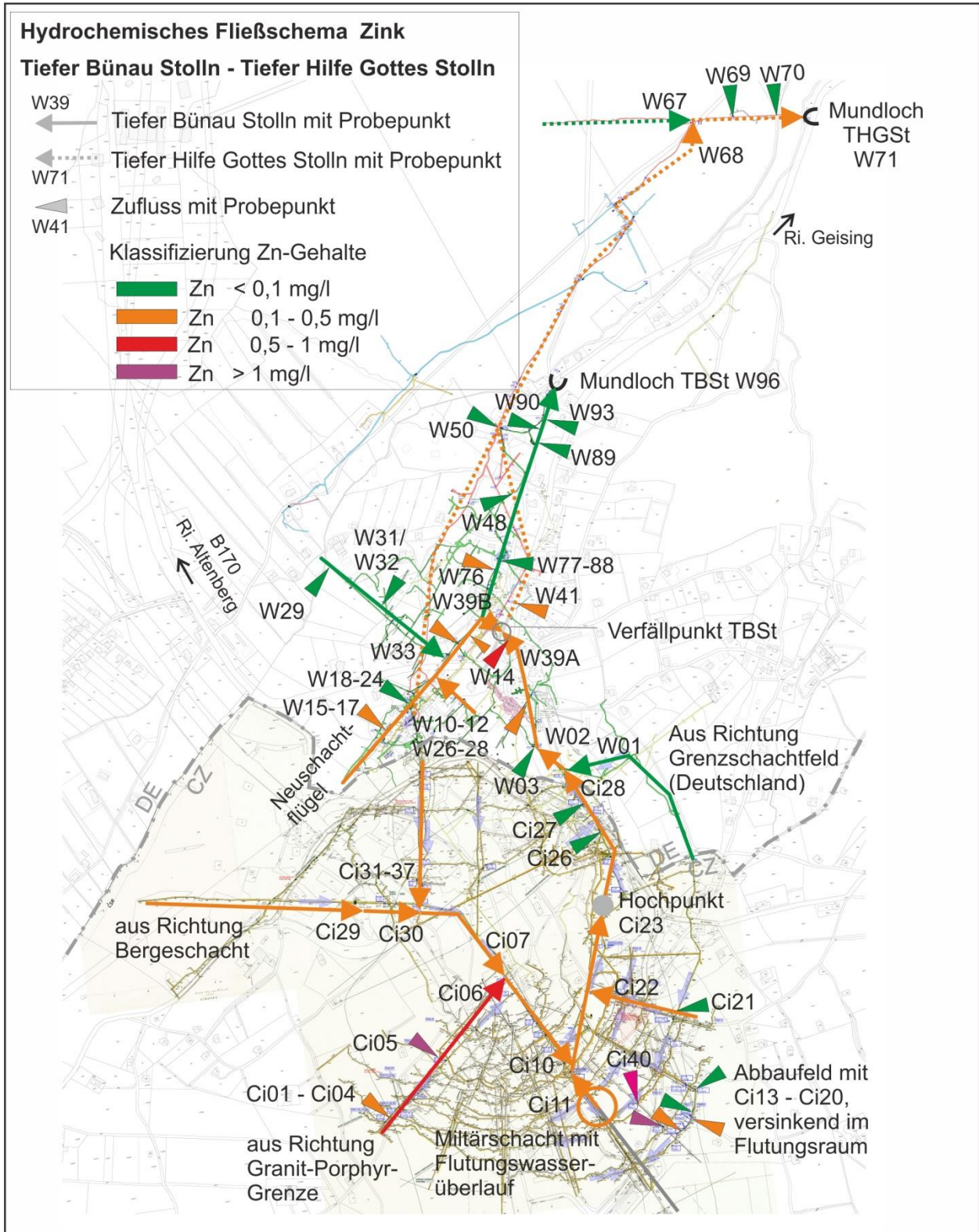


Abbildung 23: Hydrochemisches Fließschema Zink (gesamt) für den Tiefer Bünau Stolln und den Tiefer Hilfe Gottes Stolln

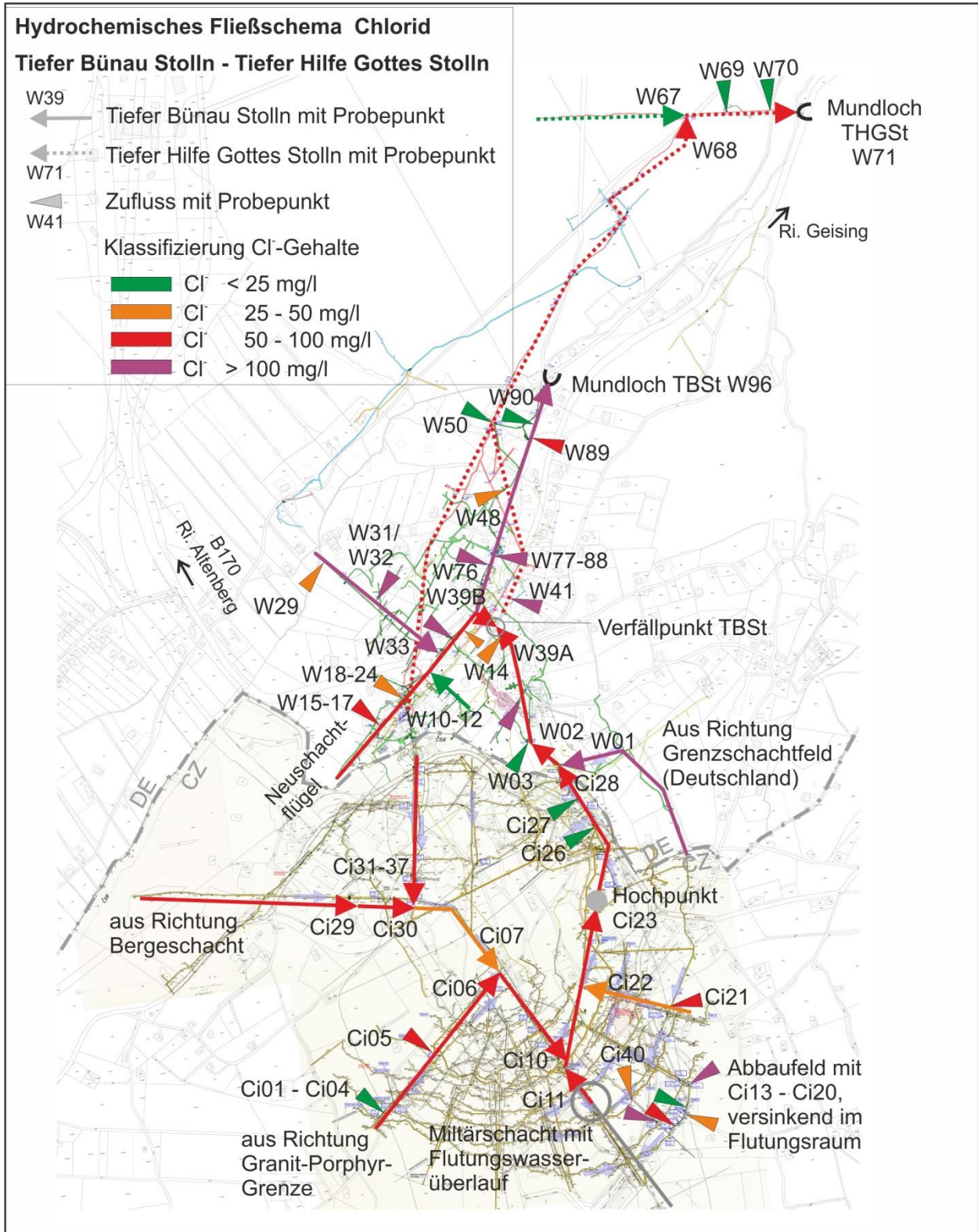


Abbildung 24: Hydrochemisches Fließschema Chlorid für den Tiefere Büнау Stolln und den Tiefere Hilfe Gottes Stolln

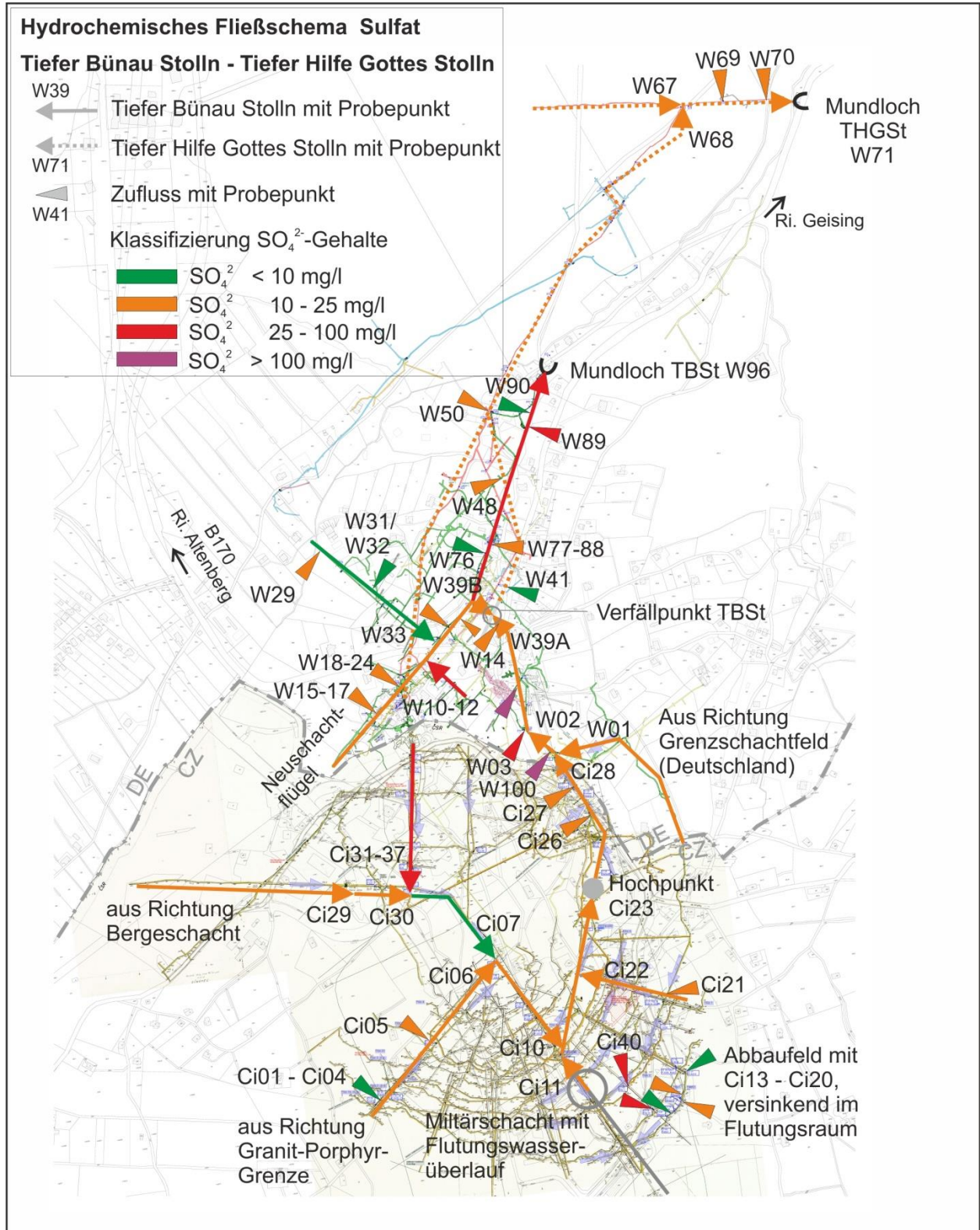


Abbildung 25: Hydrochemisches Fließschema Sulfat für den Tiefer Bünau Stolln und den Tiefer Hilfe Gottes Stolln

5.3 TRITIUM- UND RADONUNTERSUCHUNGEN

Die Tritiumuntersuchungen hatten zum Ziel, orientierende Aussagen zum Alter der Tiefenwässer und damit zur Dauer hydraulischer Vorgänge zu gewinnen. Für „junges Grundwasser“ gibt es keine einheitliche Definition, meist wird eine Grenze von 30 Jahren angesetzt. Das Grundwasser lässt sich nicht exakt datieren, da immer Mischungen verschieden alter Wässer vorliegen, die mit einfachen Untersuchungen nicht aufgelöst werden können.

Im Rahmen dieser Studie wurden drei Wässer beprobt, die mit Wässern größerer Tiefe in Verbindung stehen könnten.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 33 aufgeführt.

- Probe W 41 ist ein Kluftwasser der Tiefe Hilfe Gottes Stolln-Sohle mit erhöhter Wassertemperatur und höherer Mineralisation [Martin & Sennewald (2014)].
- Ci 11 ist das aufsteigende Flutungswasser der tschechischen Grube Cínovec mit Verbindung zu den Tiefbauten
- Ci 42 stellt ein Wasser aus einem lokalen Tiefbau ohne Verbindung zum Haupt-Flutungsraum Grube Cínovec dar.

Tabelle 33: Ergebnisse der Tritium-Untersuchungen.

PN-Stelle	Datum	Beschreibung	Tritium	
			Bq/l	Tritiumeinheiten
W 41	15.05.2019	Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Querschlag I Kluftwasser (VODAMIN-GW 8)	0,64	5,4
Ci 11	10.07.2019	Flutungswasser Schacht Cínovec I TBSt (VODAMIN-GW 28)	0,58	4,9
Ci 42	05.11.2019	Standwasser Fallort DM IV/015 von Strecke S III/015	0,57	4,8

Die Werte liegen für alle drei Proben bei ca. 5 Tritiumeinheiten. Dies liegt im Bereich von sehr jungen Wässern. Es kann daher geschlussfolgert werden, daß höchstens kleine Anteile von älteren Tiefenwässern enthalten sind. Die sehr ähnlichen Werte der drei Proben zeigen darüber hinaus, dass die beprobten Wässer ähnlicher Genese sind.

Außerdem wurden 20 Proben verschiedener Wässer entnommen und auf ihre Radonkonzentration untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 34 dargestellt.

Tabelle 34: Ergebnisse der Radon-Untersuchungen im Grubenwasser

Nr.	PN-Stelle	Beschreibung	Radon Bq/l
Tschechischer Grubenbereich			
Ci 10 (10.07.2019)	Querschlag Nordwest P III/31 unteres Ende (VODAMIN-GW 56)	Mischwasser vom Querschlag Südwest, Rasterstreckenfeld und Strecken bis zur Westflanke	34
Ci 11 (10.07.2019)	Flutungswasser Schacht Cínovec I TBSt (VODAMIN-GW 28)	im Schacht aufsteigendes Grubenwasser der gefluteten Grube Cínovec	21
Ci 23 (05.11.2019)	Strecke PS III/2 (Haupttrakt TBSt) Hochpunkt bei Markscheidepunkt. 823 (VODAMIN-GW 32)	gesamtes Mischwasser der Grube Cínovec am Hochpunkt des Tiefen Bünau Stolln	25
Ci 28 (05.11.2019)	Haupttrakt TBSt bergseitig vom Damm 4.1 (VODAMIN-GW 30)	gesamtes Mischwasser der Grube Cínovec auf dem Tiefen Bünau Stolln an der Staatsgrenze	26
Deutscher Grubenbereich			
W 01 (26.11.2019)	Tiefer Bünau Stolln Grenzschaftfeld am Damm 4.1 (VODAMIN-GW 21)	Flözwasser Flöz 6 und von oberen Flözen im Quarzporphyr mit Bergeversatz und teilweiser Spülsandverwahrung	22
W 02 (26.11.2019)	Ablauf Grube Cínovec Tiefer Bünau Stolln am Grenzdamm, Messwehr, Breite 500 mm (VODAMIN-GW 4)	Mischwasser der Grube Cínovec und dem Grenzschaftflügel der Grube Zinnwald (Grubenbereich 1)	26
W 39A (26.11.2019)	Tiefer Bünau Stolln Verfallpunkt W 39a Grenzschaftflügel gesamt am Messwehr, Breite 500 mm	Mischwasser Grubenbereiche 1 und 2	17,3
W 39B (26.11.2019)	Tiefer Bünau Stolln Verfallpunkt W 39b Neuschaftflügel gesamt am Messwehr Breite 300 mm	Mischwasser Neuschaftflügel	6,5
Stollnwässer Zinnwald			
W 97 (02.03.2020)	Mundloch Tiefer Bünau Stolln, Zufluss in Georgenfelder Bach (VODAMIN-MP 4, LfULG OBF 08380)	gemischtes Grubenwasser Grubenbereiche 6a und 6b, hauptsächlich Wasser aus Spülversatz mit starken Oberflächenwassereinfluss	25
W 71 (02.03.2020)	Mundloch Tiefe Hilfe Gottes Stolln, Zufluss in Heerwasser (VODAMIN-MP 8, LfULG OBF 08391), Messwehr Breite 675 mm	gemischtes Grubenwasser Grubenbereiche 1 bis 5, Gruben Cínovec/Zinnwald	9,8
W 97 (02.03.2020)	Mundloch Tiefe Hoffnung Gottes Stolln, Zufluss in Georgenfelder Bach (VODA-	Stollnwasser aus separatem Grubenfeld Hoffnung Gottes im Quarzporphyr, teilweise unter Siedlungs-	29

Nr.	PN-Stelle	Beschreibung	Radon Bq/l
	MIN-MP 5, LfULG OBF 08381	flächen	
Stollnwässer Umgebung			
TKS (16.03.2020)	Tiefer Kupfergrübner Stolln, Niederpöbel, Zufluss in Saubach	Grubenwasser aus der Kupfergrube Sadisdorf mit Zinn-, Wolfram-, Molybdänerzen und sulfidischen Erzen	1,6
THB (02.03.2020)	Tiefer Hiob Stolln, Bärenstein, Sachsenhöhe, Zufluss in Müglitz	Grubenwasser aus dem Zinnbergbau der östlichen Sachsenhöhe	8,8
SGS (16.03.2020)	Tiefer Segen Gottes Stolln, Löwenhain, Hutberg, Zufluss in Fürstenauer Bach	Grubenwasser der tagesnahen Gangabbau des Zinnbergbaus auf dem Hutberg mit Kluftgrundwasser	12,4
SJE (02.03.2020)	Tiefer St. Johannes Stolln, Fürstenu, Kadnerhöhe/Zeidelweide, Zufluss in Zeidelweidenwasser	Grubenwasser und Kluftgrundwasser aus dem Zinnbergbau von St. Johannes Fundgrube	27
VTH (02.03.2020)	Vereinigter Tiefer Hilfsstolln, Geising, Zufluss in Rotes Wasser	Kluftgrundwasser aus dem linken Talhang des Roten Wassers, wenig aus dem Zinnbergbau auf dem Johannes Morgengang im Hohen Busch	28
TNH (16.03.2020)	Tiefer Neue Hoffnung Stolln, Bärenstein, Hegelshöhe, Zufluss in Große Biela	Grubenwasser und Kluftgrundwasser des tiefsten Stollns auf Zinnstein und Kupfererz in der Hegelshöhe	38
MDS (16.03.2020)	Magdalena Stolln, Seyde, Pöbeltal, Zufluss in Pöbelbach	Grubenwasser von zwei Gängen mit tagesnahen Bergbau auf a) sulfidische Erze und b) Zinnstein, Kluftgrundwasseranteil	107
PDS (02.03.2020)	Fortuna Erbstolln, Altenberg, Kahleberg, Zufluss in Neugraben	Grubenwasser und Kluftgrundwasser aus dem Zinnbergbau der Paradies Fundgrube	180
AST (02.03.2020)	Aron Stolln, Altenberg, Raupennestbusch, Zufluss in Walkteiche	Grubenwasser mit viel Kluftwasser aus dem Hang, kleine Stollngrube auf Zinnstein	291

Die Ergebnisse stimmen insgesamt mit den Altdaten der Jahre 2005-2007 (Abschnitt 2.8.3) überein:

- Die Untertage-Proben im tschechischen und deutschen Grubenbereich zeigen geringe Rn-Gehalte. Dies korrespondiert mit den relativ feuchten Witterungsbedingungen mit entsprechender Verdünnung und schnellem Abflussgeschehen.
- Die Proben W 39A und B weisen noch geringere Gehalte auf. Es handelt sich um Mischwässer nach längerem Fließweg, auf dem die Rn-Konzentration verdünnt bzw. ausgetrieben wird.
- Die Gehalte in den Zinnwalder Stollnwässern sind ebenfalls gering.
- In den Stollnwässern der Umgebung zeigt sich ein differenzierteres Bild.
- In den Hauptentwässerungsstolln zeigen sich geringe Gehalte infolge Vermischung mit Tageswässern und relativ schnellem Abfluss.

- In den Stolln MDS, PDS und AST mit kleinem Grubenfeld und hohem Anteil von Kluftwässern zeigen sich infolge des intensiven Wasser-Gesteins-Kontaktes erhöhte Rn-Gehalte bis 291 Bq/l.

5.4 FORTSCHREIBUNG DES WASSERSTAMMBAUMS

5.4.1 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN, AUSWERTUNGSMETHODIK

1. **Fließwege Zinnwald:** Der Wasserstammbaum der Grube Zinnwald und das Gewässerschema wurden hinsichtlich der Lage der Grubenwasserbeobachtungspunkte und des Verlaufes der Fließwege bei den Befahrungen zur Stollnkontrolle (2018) und zur Probenahme (2019/2020) geprüft und überarbeitet (Anlagen 4, 5).
2. **Fließwege Cínovec:** Der Verlauf der Fließwege wurde auch in der Grube Cínovec präzisiert. Das gelang durch Befahrungsbeobachtungen und den bereits vorhandenen Unterlagen aus tschechischen Archiven.
3. **Grubenwasserbeobachtungspunkte:** Die Grubenwasserbeobachtungspunkte W 01 bis W 97, W 99 bis W 102 (Zuflusspunkte) in der Grube Zinnwald wurden dabei vor allem auf den Haupttrakten des Tiefen Hilfe Gottes Stollns und des Tiefen Büнау Stollns nach den Prinzipien der Vollständigkeit und genaueren Lage erfasst und im Grubenriss (Anlage 1) sowie im Wasserstammbaum (Anlage 5) dargestellt. In der Grube Cínovec erfolgte eine generelle Neuerfassung der Grubenwasserbeobachtungspunkte Cí 01 bis Cí 42
4. **Fotos:** Alle Grubenwasserbeobachtungspunkte bei denen eine Probe genommen wurde, sind fotografisch dokumentiert. Die Fotos geben auch ein Bild von der zulaufenden Wassermenge. In der Anlage 9 sind Fotos der Messpunkte digital abgelegt, wobei auch Messpunkte mit älteren Bildern erfasst sind, an denen zum Zeitpunkt der Probenahme kein Foto gemacht wurde.
5. **Nummerierung:** Die neue Nummerierung der Grubenwasserbeobachtungspunkte in den Gruben Zinnwald/Cínovec, die entweder Beobachtungs-, Probenahme- oder Messpunkte (Menge bzw. Vor-Ort-Parameter) sind, wurde 2018/19 festgeschrieben.
6. **Darstellung der Nummerierung:** Im Grubenriss (Anlage 1) und im Wasserstammbaum (Anlage 5) sind nur noch die neuen Nummern der Grubenwasserbeobachtungspunkte verzeichnet, die auch in die Berichte an das Oberbergamt zur Stollnkontrolle [Hofmann & Schmidt (2018)] und in die Bergschadenkundliche Analyse [Dietrich et al. (2019)] eingeflossen sind.
7. **Ergebnistabellen:** Die Ergebnisse zum Wasserstammbaum sind in Tabellenform übersichtlich und damit einheitlich zusammenfasst:
 - Struktur und Längen der Stollntrakte zur Grubenwasserableitung - Tabelle 35 bis Tabelle 38.
 - Zusätzliche Übersichten zur Entwässerung der Grube Cínovec - Tabelle 19 bis Tabelle 23.
 - Listen der Grubenwasserbeobachtungspunkte mit Bezeichnung, Lage, Wassermenge zur Probenahme, Herkunft des Grubenwassers - Tabelle 39, Tabelle 40,

Tabelle 42, Tabelle 44, Tabelle 46, Tabelle 48. In diesen Tabellen je Grubenbereich werden neben den neuen Nummern der Grubenwasserbeobachtungspunkte auch die alten Nummern aus dem VODAMIN Bericht zur sicheren Einbindung der bis 2013 ermittelten Daten mit aufgeführt. Diese Tabellen enthalten auch die Art der Probenahmen bei VODAMIN und Vita-Min je Grubenwasserbeobachtungspunkt.

- Listen zum Verhalten (Reaktionszeit) genauer untersuchter Grubenwasserbeobachtungspunkte bei einsetzendem Starkregen oder Tauwetter, sowie den dort ermittelten Maxima und Minima der Grubenwassermenge bis einschließlich des extrem trockenen Jahrs 2018 (Tabelle 39, Tabelle 41, Tabelle 43, Tabelle 45, Tabelle 47, Tabelle 49)

8. **Wassermengen:** In den Übersichtstabellen zum Wasserstammbaum (Tabelle 39 - Tabelle 49) ist sowohl in der Spalte für VODAMIN als auch in der Spalte für Vita-Min vermerkt, ob es Daten gibt und ob diese ausgelitert wurden, was mit dem Buchstaben M ausgedrückt wird oder ob die Wassermenge geschätzt wurde, was mit dem Symbol M* ausgedrückt wird. Die ausgeliterten oder geschätzten Wassermengen der Probenahmen 2019/2020 sind in den neuen Ergebnistabellen der chemischen Analysen abgelegt.

9. **Beschreibung:** Die verbale Beschreibung und Auswertung des Grubenwasserstammbaumes erfolgen streng nach den Grubenbereichen. Die Beschreibung der einzelnen Stollintrakte folgt weitgehend den Erkenntnissen der Bergschadenkundlichen Analyse [Dietrich et al. (2019)] nun jedoch auf die Grubenbereiche zugeschnitten. Die bergschadenkundliche Auswertung wird dabei weglassen. Dafür konzentriert sich die Auswertung auf den Grubenwasseranfall und weitere Umstände in der Lagerstätte sowie der Verbindung zum Oberflächenwasser.

5.4.2 ZWECK DES GRUBENWASSERSTAMMBAUMES

Der Grubenwasserstammbaum der Gruben Zinnwald/Cínovec ist eine am Grubenriss orientierte schematische Übersicht zur gegenwärtigen Stollnwasserhaltung auf dem Tiefen Bünau Stolln und auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln sowie damit verbundenen Fließwegen auf den oberhalb davon verlaufenden Flözbahnen und dem Oberen Bünau Stolln. Er stellt den seit 2005 gewonnen Erkenntnisstand aus Befahrungen unter Einbeziehung von Archivalien der Gruben Zinnwald/Cínovec dar. Die neuen Erkenntnisse in der Grube Zinnwald/Cínovec beziehen sich auf den ungestörten Zustand ab 2011 also 20 Jahre nach Schließung der Grube Cínovec und dem Ende der flächendeckenden Bergsicherungsarbeiten in der Grube Zinnwald (1997).

Das Grubenwassersystem wird nach 6 Grubenbereichen getrennt betrachtet. Ein Grubenbereich umfasst jeweils mehrere Gruppen von abgrenzbaren Fließwegen zu einem klar abgegrenzten Stollntrakt der Grubenwasserableitung. Auf den Stollntrakten liegen deshalb die Schnittpunkte zwischen den Grubenbereichen. Der Grubenwasserstammbaum wurde zuletzt im März 2020 nach den letzten Probenahmen aktualisiert.

Der Grubenwasserstammbaum dient in dieser ausführlichen Form als Grundlage für das Verständnis der montanhydrologischen Situation einschließlich der hydrochemischen Frachten und zur Ableitung geeigneter Maßnahmen zur Beherrschung und Verbesserung der Grubenwasserableitung aus der Grube Zinnwald/Cínovec. Zugleich können Auswirkungen auf

die Grubenwasserableitung durch Eingriffe eines künftigen Bergbaubetriebes gut bestimmt werden. Für jeden der nummerierten Grubenwasserbeobachtungspunkte kann durch die seit Jahren durchgeführte komplexe Erkundung und Archivarbeit eine Aussage zur Herkunft des Grubenwassers am Zuflusspunkt getroffen werden.

5.4.3 GRUBEN ZINNWALD/CÍNOVEC HAUPTTRAKT DER GRUBENWASSERABLEITUNG

Dem Grubenwasserlauf folgend gibt es einen einzigen Haupttrakt der Stollnwasserhaltung (Tabelle 35) auf dem Tiefen Büнау Stolln mit Ablauf in den Tiefen Hilfe Gottes Stolln bis zum Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns am Heerwasser. Dieser Haupttrakt beginnt im Grubenbereich 1 - Grube Cínovec, durchquert den Grubenbereich 2 bis zum Verfallpunkt und bildet danach die Grubenbereiche 4 und 5 auf dem THGSt.

Tabelle 35: Übersicht zum Haupttrakt der Stollnwasserhaltung nach der Rekonstruktion

Haupttrakt der Stollnwasserhaltung	Haupttrakt, Abschnittslängen [m]	Haupttrakt, rekonstruierte Abschnitte [m]	Neuauffahrungen [m]
Der Haupttrakt ist 3.151 m lang, wovon 1.298 m in der Grube Cínovec und 1.853 m in der Grube Zinnwald verlaufen. In der Grube Zinnwald wurde der Haupttrakt auf 1.783 m rekonstruiert und 70 m neu aufgefahren. Davon entfallen 436 m auf den TBSt, 82 m auf die Verfallstrecke zum THGSt und 1.265 m auf dem THGSt.			
vom Nordende Rasterstrecke Ch III/2 bis TBSt Schacht Cínovec I	690		
vom TBSt Schacht Cínovec I bis TBSt Grenzgitter	608		
vom TBSt Grenzgitter bis TBSt Grenzdamm	101	101	
vom TBSt Grenzdamm bis TBSt Verfallpunkt	335	335	
vom Verfallpunkt bis Fuß Steigort	21	21	21
Versturz auf Fallort I Flöz 9	3	3	
Ablauf auf dem Fallort I Flöz 9 bis THGSt Querschlag I	58	58	
auf THGSt Querschlag I bis THGSt Richtstrecke Süd	114	114	
auf THGSt Richtstrecke Süd bis THGSt Querschlag II	153	153	
auf THGSt Querschlag II bis THGSt Umfahrung	16	16	
auf THGSt Umfahrung bis THGSt Albert Schacht	111	41	70
vom THGSt Albert Schacht bis THGSt Troster Schacht	525	525	
vom THGSt Troster Schacht bis THGSt Mundloch	416	416	
Gesamtlänge	3.151	1.783	91
davon Grube Cínovec	1.298		
davon Grube Zinnwald	1.853		

5.4.4 GRUBE ZINNWALD - STOLLNNEBENTRAKTE

Die kontrollierbaren und die unzugänglichen Stollnnebenetrakte des Tiefen Büнау Stollns und die unzugänglichen Nebenetrakte des Tiefen Hilfe Gottes Stolln entwässern letztlich alle in den Haupttrakt der Grubenwasserableitung.

Tabelle 36: Übersicht der kontrollierbaren Nebentrakte auf dem Tiefen Büнау Stolln in der Grube Zinnwald nach der Rekonstruktion

Kontrollierbare Nebentrakte des Tiefen Büнау Stolln		
Auf dem Niveau Tiefer Büнау Stolln sind in der Grube Zinnwald 2.983 m Nebentrakte zum Haupttrakt der Stollnwasserhaltung vorhanden und können kontrolliert werden. Davon sind 353 m rekonstruiert worden.	Nebentrakte [m]	rekonstruierte Stollntrassen [m]
Grundstrecke Flöz 10 Nord, Süd am Neuschacht	105	
Südwestquerschlag am Neuschacht	78	
Südwestflügel am Neuschacht	64	
vom Neuschacht Unterwerksbau Flöz 10 bis zum Verfallpunkt	400	18
Stollnstrecke Südost mit Neuschacht Morgengang Südwest/Nordost	129	
Grundstrecke Flöz 11 West	33	33
Georgenfelder Querschlag	316	
Grundstrecke Flöz 9 Nord vom Georgenfelder Querschlag	54	
Grundstrecke Flöz 9 Südwest vom Georgenfelder Querschlag	69	
Tiefer Büнау Stolln Frisch Hoffnung Morgengang vom Georgenfelder Querschlag	81	
Tiefer Büнау Stolln Obervereinigtfelder Morgengang vom Georgenfelder Querschlag	40	
Grundstrecke Flöz 10	117	
Grundstrecke Flöz 9 bis zum Flöz 8 Brandklüfter Morgengang	192	
Fallort II Flöz 9	14	4
Grenzschaftfeld Grundstrecke Flöz 6 West	141	
Grenzschaftfeld Grundstrecke Flöz 6 Südost bis Steigort D III/29	251	
Grenzschaftfeld Grenzschaftquerschlag	133	
Brandklüfter Morgengang Nord vom halbhohen Ziegeldamm bis zum Damm 3.7 (Teilversatz)	42	
Felix Morgengang Süd vom Grenzüberhauen bis zum halbhohen Ziegeldamm	65	
Felix Morgengang Süd vom Querschlag bis zum halbhohen Ziegeldamm	26	26
Grundstrecke Flöz 11 Ost	63	63
Bucher Morgengang vom Gabriele Gesenk bis zur Grundstrecke Flöz 11	78	2
Abzweig 2 von der Rolle bis zur Grundstrecke Flöz 11	16	2
Abzweig 1 vom Zulauf bis zur Grundstrecke Flöz 11	35	
neuer Grenzschaftflügel vom Rainstein Schacht bis zum alten Grenzschaftflügel	236	
Grundstrecke Flöz 8 im alten Grenzschaftflügel	49	49
Querschlag zum Albert Schacht	56	56
Verbindungsstrecke zum Albert Schacht	100	100
Gesamtlänge	2.983	353

Alle anderen Nebentrakte des Tiefen Büнау Stollns in der Grube Zinnwald sind nicht befahrbar und können nicht kontrolliert werden. Das betrifft alle Grundstrecken auf den Flözen 1 bis 7 und auf dem Flöz 8 West sowie dortige Verbindungsstrecken. Dafür wurde keine Tabelle erstellt. Die Strecken sind im Grubenriss mit den Grubenwasserbeobachtungspunkten an den Verdämmungen dargestellt.

Tabelle 37: Übersicht der unzugänglichen Nebentrakte auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln

Unzugängliche Trakte Tiefer Hilfe Gottes Stolln	
92 m Strecken sind durch das Standwasser der Reichtroster Weitung bis zum Fußdamm geflutet. Dahinter stehen 280 m Strecken bis zur Fußplombe Niedervereinigtfelder Schacht voll Wasser, das aus dem Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord kommt. Danach sind 391 m Strecken mit Spülversatz und Wasser des Sanierungsabschnittes 14 Zinnwald Nord bis zu den Druckdämmen 1 und 2 gefüllt. Weitere 468 m Strecken sind auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln mit Versatz verfüllt oder unzugänglich verbrochen.	Trakte [m]
Haupttrakt vom Reichtroster Gesenk I bis zum Fußdamm	24
Flügel vom Reichtroster Gesenk II bis zum Haupttrakt	68
Haupttrakt vom Fußdamm bis Felix Querschlag	41
Felix Querschlag	72
Haupttrakt vom Felix Querschlag bis Niedervereinigtfelder Schacht	167
Haupttrakt Niedervereinigtfelder Schacht bis Kontrollpegel 2	174
Haupttrakt von Kontrollpegel 2 bis Abweig Grundstrecke Flöz 3	19
Grundstrecke Flöz 3	40
Haupttrakt von Grundstrecke Flöz 3 bis Abweig Richtstrecke Süd	60
Richtstrecke Süd vom Haupttrakt bis Druckdamm 2	42
Haupttrakt zwischen Abweig Richtstrecke Süd und Druckdamm 1	56
Querschlag III hinter dem Versatzdamm	25
Richtstrecke Süd hinter dem Versatzdamm	38
Querschlag II hinter dem Versatzdamm	60
Stollnflügel Troster Morgengang in Gnade Gottes Fundgrube am Langegassenweg	36
Stollnflügel Querschlag in Gnade Gottes Fundgrube am Langegassenweg	19
Stollnflügel Roter Morgengang in Gnade Gottes Fundgrube am Langegassenweg	59
Stollnflügel nach Gnade Gottes Tagesschacht in Gnade Gottes Fundgrube am Langegassenweg	14
Westflügel	281
Gesamtlänge	1.295

Es gibt noch einen völlig selbständigen Haupttrakt zur Grubenwasserableitung vom Schnöpfner Schacht bis zum Mundloch des Tiefen Büнау Stolln.

Tabelle 38: Übersicht des nach der Rekonstruktion noch eigenständigen Haupttraktes vom Tiefen Büнау Stolln

Haupttrakt Tiefer Büнау Stolln ab Schnöpfner Schacht (bei W 37)	
Der nach der Rekonstruktion der Stollnwasserhaltung verbleibende, eigenständige Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns beginnt am Schnöpfner Schacht, der bei W 37 liegt, und entwässert die Grundstrecken der Flöze 1 bis 7 und das Gebirge bis zum Mundloch des Tiefen Büнау Stollns	Haupttrakt [m]
Schnöpfner Schacht - Mundloch	498
Mundloch - Georgenfelder Bach	49
Gesamtlänge [m]	547

5.4.5 GRUBENBEREICH 1 - GRUBE CÍNOVEC MIT DEM GRENZ SCHACHT GRUBENFELD DER GRUBE ZINNWALD

Den beiden tabellarischen Auswertungen folgt der Erläuterungstext.

Tabelle 39: Übersicht zum Wasserstammbaum und zu Probenahmen im Grubenbereich 1

(....) – Probennummer bei VODAMIN, M – Grubenwassermenge ausgelitert, M* – geschätzt, G – Probe und Vor-Ort-Werte, Gv – nur Vor-Ort-Werte; Rn – Radonprobe, Tr – Tritiumprobe

Nr.	Proben VODA- MIN	Vita- Min	Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwas- sers
Grubenbereich 1 - Grube Cínovec mit dem Grenz Schacht Grubenfeld der Grube Zinnwald auf den Tiefen Bünau Stolln bis zum Grenzdamm				
Cí 01	nein	M*, 1x G	aus Steigort D III/10 ins Flöz 1b zur Grundstrecke S III/10 am Querschlag Südwest P III/40, Wasser aus Erkundung im Quarzporphyr	Flözwasser Flöz 1b
Cí 02 (GW 62)	M*, 1x Gv	-	Standwasser am Damm im Querschlag Südwest P III/40	abgestandenes Flözwasser Flöz 2
Cí 03 (GW 60)	M*, 1x Gv	M*, 1x G	aus Steigort D III/20 (westliches Steigort) vom Flöz 2 zum Querschlag Südwest P III/40	Flözwasser offene Abbaue Flöz 2, Hauptablauf
Cí 04 (GW 61)	M*, 1x Gv	M*, 1x G	aus Steigort D III/21 (östliches Steigort) vom Flöz 2 zum Querschlag Südwest P III/41	Flözwasser offene Abbaue Flöz 2
Cí 05 (GW 59)	M, 1x Gv	M, 1x G	Querschlag Südwest P III/40, Rolle aus Flöz 4b	Flözwasser offene Abbaue im Flöz 4b
Cí 06 (GW 58)	M*, 1x Gv	M*, 1x G	SW Querschlag P III/40 Punkt 3121 vor dem Einlauf in den Querschlag Nordwest P III/31	Flözwasser Querschlag Südwest P III/40, hauptsächlich aus dem Flöz 2, wenig aus den Flözen 3 und 4
Cí 07 (GW 57)	M*, 1x Gv	M*, 1x G	Querschlag Nordwest P III/31 beim Punkt 3898 nördlich vom Abzweig des Querschlages Südwest P III/40	Mischwasser, Rasterstreckenfeld (hauptsächlich CH III/2, wenig aus CH III/3) sowie fließend aus den Strecken bis zur Westflanke
Cí 08	nein	M*, 1x G	Doppelrolle auf Querschlag Nordwest P III/31	Flözwasser aus Flöz 4b Steigort D III/45 Strecke S II/45a
Cí 09	nein	M*, 1x G	Rolle auf Querschlag Nordwest P III/31	Flözwasser aus Flöz 4 Strecke S II/45
Cí 10 (GW 56)	M*, 1x Gv, 1x G	M*, 1x G	Querschlag Nordwest P III/31 unteres Ende (PS III/1)	Mischwasser vom Querschlag Südwest Strecke P III/40, Rasterstreckenfeld (hauptsächlich CH III/2, wenig aus CH III/3) sowie fließend aus den Strecken bis zur Westflanke
Cí 11 (GW 28)	M*, 1x G, 1x Gv	M*, 1x G, 1x Tr	Schacht Cínovec I Tiefer Bünau Stolln	im Schacht aufsteigendes Grubenwasser der gefluteten Grube Cínovec, von der Oberfläche des Wasserspiegels

Nr.	Proben VODA- MIN		Vita- Min	Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwas- sers
Cí 12 (GW 27)	M*, 1x G, 1x Gv	-		Strecke P III/5 Tauchblende und Ziegeldamm	Grubenwasser vom Schacht Cínovec I (Cí 11) kaum vermischt mit Wasser vom Nordwestquerschlag PS III/1
Cí 13 (GW 72)	M*, 1x G	M*, 1x G		Steigort D II/15, Zulauf zur Rolle nach TBSt Strecke S III/15	Flözwasser Flöz 1 mit Resten der sulfidischen Erze im unteren Abbaufeld
Cí 14 (GW 26)	M*, 1x G	M*, 1x G		Strecke S III/015, dicht bergseitig von Markscheiderpunkt 1408 im Flöz 01	Kluftgrundwasser mit Stalagmiten aus rostbraunem Sinter über unbebautem Flöz 01 an der Grenze Quarzporphyr/Granit
Cí 15 (GW 24)	M*, 1x G	M*, 1x G		Strecke S III/015, Steigort bei Markscheiderpunkt 1409 im Flöz 01	Flözwasser aus Bergbau 1943/46 und 1956 mit Bergeversatz nahe der Grenze Quarzporphyr/Granit
Cí 16 (GW 37)	M*, 1x Gv	M*, 1x G		Strecke S III/015, Steigort bei Markscheiderpunkt 1410 an der Abbaugrenze zugleich Grenze Granit/Quarzporphyr	Flözwasser Flöz 01 und Kluftwasser aus dem im Hangenden anstehenden Quarzporphyr
Cí 17 (GW 36)	M*, 1x Gv	M*, 1x G		Strecke P III/36 mit S III 015	wenig Tropfwasser aus dem Quarzporphyr aus nördlichstem Streckenstück bis Messpunkt 1411a
Cí 18 (GW 35)	M*, 1x Gv	M*, 1x G		Rolle auf den Querschlag P III/36	aus dem Flöz 1 Steigort DIII/15 (auch als D IV/16 bezeichnet), fließt mit in das Wasser von Ci 19
Cí 19 (GW 34)	M*, 1x Gv	M*, 1x G		zwischen zwei Sohlschwellen auf dem Querschlag P III/36 mit Ablauf in die S III/16	Anstau zwischen zwei Sohlschwellen in der Str P III/36. Das Wasser kommt von tropfenden Punkten aus der von Nord kommenden Strecke S III/16 und vom Zufluss Ci 18. Das Wasser fließt nach Süden auf der Flözstrecke des Flözes 1 S III/16 ab.
Cí 20 (GW 33/ GW 71)	M*, 1x G, 1x Gv	M*, 1x G		Fallort U III/26 im Flöz 2 von Strecke S III/26	vom Stollnwasser des Tiefer Bünau Stollns unbeeinflusstes Wasser der gefluteten Tiefbaue an der nordöstlichen Baugrenze
Cí 21 (GW 25)	M*, 1x G	M*, 1x G		Strecke S III/26 / P III/27 Rolle K 105	Kluftgrundwasser aus dem Abbau Flöz 1 nahe der Grenze Quarzporphyr/Granit am Fuß der Halde Cínovec I mit dem dort verrohrten Petzold potok
Cí 22 (GW 38)	M*, 1x Gv	M*, 1x G		Strecke P III/27 mit S III/37	hauptsächlich das Wasser aus Rolle K 105 (GW 25) mit etwas Wasser aus der Grundstrecke Flöz 3 (S III/37 und SIII/36) sowie PS III/27 Grundstrecke Flöz 2 Nord
Cí 23 (GW 32)	M*, 1x Gv	M*, 1x G, 1x Gv, 1x Rn		Strecke PS III/2 (Haupttrakt TBSt) Hochpunkt bei Markscheiderpunkt 823	Gesamtes Mischwasser der Grube Cínovec am Hochpunkt des Tiefen Bünau Stollns
Cí 24 (GW 31)	M*, 1x Gv	M*, 1x G		Flözkluft Weststoß der Strecke PS III/3 (Haupttrakt Tiefer Bünau Stolln) 10 m nördlich vom Abzweig der Strecke P III/39	Kluftwasser aus flözparalleler Kluft im kaolinisierten Granit, wahrscheinlich Wasser aus altem, offenem Flözbergbau

Nr.	Proben VODA- MIN		Vita- Min	Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwas- sers
Cí 25 (GW 29)	M*, 1x G	M*, 1x G		Strecke PS III/3 Rolle am Ab- zweig zur Quarzglocke beim Petri Schacht	Flözwasser aus offenem Altberg- bau der II. Sohle und höher
Cí 26 (GW 23)	M*, 1x G	1x G		Strecke CH III/91 (Margarethe Querschlag)	Flözwasser Altbergbau und Mar- garethe Morgengang
Cí 27 (GW 22)	M, 1x G	1x G		Strecke P III/92 Damm F Bier- maul Gesenk	Flözwasser Biermaul Gesenk aus Altbergbau mit Bergeversatz und tagesnahe Spülversatz
Cí 28 (GW 30)	M*, 1x Gv	1x G, 1x Gv, 1x Rn		Haupttrakt Tiefer Bünau Stolln am Grenzgitter	gesamtes Mischwasser der Grube Cínovec Tiefer Bünau Stolln an der Staatsgrenze
Cí 29 (GW 70)	M*, 1x G, 1x Gv	M*, 1x G		Sohrohrauslauf im Ziegeldamm der Strecke P III/Z mundlochsei- tig vom Hlušínová jáma / Berg- schacht	Mischwasser aus West: Strecke S III/82 mit den Abbauen des ver- tikální porucha (vertikaler Mor- gengang) und Hlušínová jáma (Bergeschacht)
Cí 30 (GW 69)	M*, 2x Gv, 1x G	M*, 1x G		Westquerschlag P III/Z nach Einmündung CH III/2	Mischwasser aus West: Strecke S III/82 mit Morgengangabbau, und Hlušínová jáma (Berge- schacht), gesammelt auf PS III/Z, mit dem Zulauf aus Stre- cke CH III/2
Cí 31 (GW 73)	M*, 1x G	M*, 1x G		Strecke CH III/2 Gesamtabfluss zur Strecke P III/Z	Mischwasser, hauptsächlich von Cí 37 und Cí 33
Cí 32 (GW 68)	M*, 3x Gv	M*, 1x G		Rolle K 23 in Strecke CH III/2	Aus kurzen Flözerkundungsstre- cken einer Zwischensohle, die über der III. Sohle und unter der II. Sohle aufgefahren ist.
Cí 33 (GW 67)	M*, 2x Gv, 1x G	M*, 1x G		Rolle K 24 in Strecke PS III/72 nahe der Einmündung in Strecke CH III/2	Flözwasser, kommt auf der II. Sohle von Nord auf Strecke CH II/2 aus den Flözabbauen an deren nördlichem Ende mit Ver- bindungen zum Altbergbau auf oberen Sohlen
Cí 34 (GW 66)	M*, 1x Gv, 1x G	M*, 1x G		Einmündung Strecke PS III/8 von West in Strecke CH III/2	Kluftwasser aus Morgengang an Südwestecke der Streckenein- mündung nicht weit unter der Gesteinsgrenze Quarz- porphyr/Granit
Cí 35 (GW 65)	M*, 2x Gv, 1x G	M*, 1x G		Einmündung Strecke PS III/6 von West in Strecke CH III/2	Kluftwasser an mehreren Stellen beiderseits der Gesteinsgrenze Quarzporphyr / Granit zuzitend
Cí 36 (GW 64)	M*, 2x Gv, 1x G	M*, 1x G		Bohrloch 50 mm aus West ge- neigt, Strecke CH II/2 zur Stre- ckenausweitung CH III/2	Flözwasser Strecke CH II/2 zur Streckenausweitung CH III/2 von Abbaufeld II. Sohle und weiter oben liegender Altbergbau
Cí 37 (GW 63)	M*, 2x Gv, 1x G	M*, 1x G		Rolle K 21 am Kopf der der Stre- cke CH III/2	Flözwasser offener Abbaue II. Sohle und weiter oben liegender Altbergbau
Cí 38	nein	M*, 1x G		Strecke PIII/92, Bohrung Cn 47	Wasser der Bohrung
Cí 39	nein	M*, 1x G		Strecke PS III/3 Großes Gesenk	Flanschrohrauslauf Betonstein- plombe, Wasser vom verspülten Oberen Bünau Stolln
Cí 40	nein	M*, 1x G		Steigort D III/15 2. Sohle	Rohrauslauf aus dem Flöz 1

Nr.	Proben VODA- MIN	Vita- Min	Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwas- sers
CÍ 41	nein	M*, 1x G	Steigort Strecke S III/015 bei Markscheiderpunkt 1046 im Flöz 01	Steigortwasser aus Sulfidzone
CÍ 42	nein	M*, 1x Tr	Fallort DM IV/015 von Strecke S III/015	Flutungswasser
W 01 (GW 21)	M*, 1x G, 1x Gv	M*, 1x G, 1x Rn	Tiefer Bünau Stolln Grenz- schachtfeld am Druckdamm 4.1	Flözwasser Flöz 6 und oberen Flözen im Quarzporphyr mit Ber- geversatz und nur teilweiser Spülsandverwahrung

In der Grube Cínovec gibt es im Niveau des Tiefen Bünau Stollns einen großen eingestauten Sedimentationsraum südlich des Stollnhochpunktes (754,9 m NN), in den auch die Grubenwässer aus dem gefluteten Grubenfeld im Schacht Cínovec I aufsteigen und dort in den Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns eintreten.

Die einzelnen Wasserzuflüsse im Grubenbereich 1 sind nach Menge, Reaktionszeit bei Starkregen und nach Reaktionstyp bisher nicht genauer untersucht worden. Maßgebend für den Grubenbereich 1 war bisher nur der Gesamtabfluss, der am Meßwehr W 02 (siehe Grubenbereich 2) genau beobachtet wurde.

5.4.5.1 HAUPTTRAKT RASTERSTRECKEN TIEFER BÜNAU STOLLN IN DER GRUBE CÍNOVEC, CÍ 31 BIS CÍ 38

Es folgt die systematische Beschreibung der für die Wasserhaltung genutzten Stollintrakte gemäß Wasserstammbaum mit den bergschadenkundlichen Zuständen der Stollintrakte und den noch bestehenden Kontrollmöglichkeiten.

Als Beginn vom Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns in der Grube Cínovec kann man dessen höchsten Punkt (760,8 m NN) am Nordende der Rasterstrecken CH III/2 (West) und CH III/3 (Ost) nahe der Schwarzwänder Weitung ansehen. Im Falle einer Flutung der Grube Cínovec infolge Verschluss des Grenzdammes würde das Grubenwasser 7,9 m hoch über die Grenzdammsohle (752,9 m NN) bis zu diesem Punkt ansteigen und dann in die Schwarzwänder Weitung der Grube Zinnwald überlaufen. Auf beiden Rasterstrecken läuft Grubenwasser aus den Rollen von oberen Flözbahnen ab. Am Südende mündet die Rasterstrecke CH III/2 (West) in das untere Ende des Westquerschlages P III/Z und die Rasterstrecke CH III/3 (Ost) in den mundlochseitig anschließenden Nordwestquerschlag P III/S1 mit P III/31, der zum Tiefpunkt des Tiefen Bünau Stollns am Schacht Cínovec I führt.

Die Wassermenge aus den Rasterstrecken ist aus Befahrungsbeobachtungen bekannt. Es ist davon auszugehen, dass wegen der Rollen aus den oberen Sohlen die westliche Rasterstrecke CH III/2 im Tauwetterfall bzw. nach Starkregen stark fließende Abflussspitzen ableitet. Die östliche Rasterstrecke CH III/3 leitet nur leicht fließendes Grubenwasser ab.

Beobachtungspunkte für die Wasserzuflüsse auf die westliche Rasterstrecke CH III/2:

- CÍ 37 Rolle K 21 am Kopf der Strecke CH III/2
- CÍ 36 Bohrloch 50 mm aus West geneigt, Strecke CH II/2 zur Streckenausweitung CH III/2
- CÍ 35 Einmündung Strecke PS III/6 von West in Strecke CH III/2
- CÍ 34 Einmündung Strecke PS III/8 von West in Strecke CH III/2
- CÍ 33 Rolle K 24 in Strecke PS III/72 nahe der Einmündung in Strecke CH III/2
- CÍ 32 Rolle K 23 in Strecke CH III/2

- Cí 31 Strecke CH III/2 Gesamtabfluss zum Westquerschlag P III/Z

Beobachtungspunkte für die Wasserzuflüsse auf die östliche Rasterstrecke CH III/3:

- Cí 38 Bohrung Cn 47 bei Rolle K 32
- leicht fließendes Grubenwasser aus diffusen Zuflüssen.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit in beiden Rasterstrecken ist von der Schwarzwänder Weitung auf ungesicherten Fahrwegen möglich.

Das Gebirge beider Rasterstrecken ist bis auf Teilverbrüche in den querenden Morgengängen des porucha VII und des močna porucha (Störung VII, mächtige Störung) nach Beobachtungen standfest. Die Morgengänge verursachen Firsthochbrüche auf den Strecken, die langfristig zum Zuschieben der Querschnitte führen werden.

5.4.5.2 HAUPTTRAKT WESTQUERSCHLAG TIEFER BÜNAU STOLLN IN DER GRUBE CÍNOVEC, CÍ 29, CÍ 30

Der Ortsstoß des Westquerschlages P III/Z liegt weit im Westen der Lagerstätte im Quarzporphyr. In 255 m Entfernung vom Ortsstoß nimmt der Westquerschlag die Grubenwässer der Grundstrecken S III/81 und 82 des bebauten vertikální porucha/vertikaler Morgengang auf und erreicht bei 411 m Entfernung vom Ortsstoß den ebenfalls im Quarzporphyr stehenden Hlušínová jamá / Bergeschacht. In 55 m östlicher Entfernung von diesem Schacht sperrt ein Ziegeldamm mit Entwässerungsrohren den Westquerschlag ab (Cí 29). Nach weiteren 10 m werden die sickerwasserführenden Flözgrundstrecken S III/71 und S III/72 eingebunden. Erst 11 m weiter östlich davon, d. h. 487 m vom westlichen Ortsstoß entfernt, erreicht der Westquerschlag die Quarzporphyr-Granit-Grenze. In der Lagerstätte verläuft der Westquerschlag noch 128 m nach Ost, nimmt dabei die Grubenwässer der Rasterstrecke West CH III/2 (Cí 31) auf, und verläuft dann als Nordwestquerschlag PIII/S1 weiter in Richtung Schacht Cínovec I.

Die Wassermenge ist am Ziegeldamm beim Hlušínová jamá/Bergeschacht aus Befahrungsbeobachtungen bekannt (Cí 29). Es ist davon auszugehen, dass wegen der Streckenlängen, dem unzugänglichen Abbau im vertikální porucha / vertikaler Morgengang und wegen dem Hlušínová jamá / Bergeschacht im Quarzporphyr im Tauwetterfall bzw. nach Starkregen stark fließende Abflussspitzen im Westquerschlag abgeleitet werden. Während die beiden Flözgrundstrecken S III/71 und S III/72 nur Sickerwasser führen, kommt von der westlichen Rasterstrecke CH III/2 (Cí 31) bei diesen Wetterlagen ebenfalls stark fließendes Grubenwasser.

Beobachtungspunkte für die Wasserzuflüsse auf den Westquerschlag P III/Z:

- Cí 29 Sohlrohrauslauf im Ziegeldamm der Strecke P III/Z mundlochseitig vom Hlušínová jáma/Bergeschacht
- Cí 30 Westquerschlag P III/Z nach Einmündung CH III/2

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist von der westlichen Rasterstrecke CH III/2 aus bergseitig bis zum Ziegeldamm mit Entwässerungsrohr und mundlochseitig bis zum Teilverbruch mit Wasseranstau des močna porucha / mächtigen Morgenganges kurz vor der Einmündung des Westquerschlages in den Nordwestquerschlag möglich. Von der östlichen Rasterstrecke CH III/3 kann bergseitig der Abfluss durch den Teilverbruch des močna porucha / mächtigen Morgenganges kontrolliert werden.

Das Gebirge des Westquerschlages ist bis auf Teilverbrüche in den querenden Morgengängen des močna porucha (mächtiger Morgengang) nach Beobachtungen im befahrbaren Bereich standfest. Der Zustand bergseitig vom Ziegeldamm bis vor Ort ist unbekannt. Erfah-

rungsgemäß sind die querschlägig aufgefahrenen Strecken im Quarzporphyr standfest. Allerdings werden im Querungsbereich der Morgengänge (vertikální porucha und porucha VI) Teilverbrüche eingetreten sein. Die Grundstrecken S III/81 und 82 des bebauten vertikální porucha / vertikaler Morgengang sind nach dem Zusammenbruch des Holzausbaus in den Gangüberhauen und der Firstkästen dicht verbrochen, wie Kontrollen auf der von Nordwesten kommenden Ausrichtungsstrecke ergaben.

5.4.5.3 HAUPTTRAKT NORDWESTQUERSCHLAG TIEFER BÜNAU STOLLN IN DER GRUBE CÍNOVEC, CÍ 07 BIS CÍ 10

Der Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns auf dem Nordwestquerschlag (Strecken P III/S1 mit P III/31) führt zum Tiefpunkt des Tiefen Bünau Stollns (III. patro) am Schacht Cínovec I / Militärschacht. Dieser Tiefpunkt wurde deshalb aufgefahren, weil fast das gesamte Wasser der tschechischen Grube im Niveau der III. patro (deutsch: „Sohle“, hier Sohle des TBSt) hier gesammelt und mittels Pumpen für die Aufbereitung genutzt werden konnte. Der Nordwestquerschlag ist wasserwegsam und wird von den Morgengängen Margaretha porucha / Margarethe Störung und Veveři porucha / Eichhorn Störung sowie mehreren anderen Morgengängen gequert. Der Nordwestquerschlag nimmt das gesamte stark fließende Wasser des Westquerschlages auf. Zuflüsse kommen im weiteren Verlauf vom SW-Querschlag P III/40 und aus den Rollen von oberen Flözen.

Beobachtungspunkte für die Wasserzuflüsse auf den Nordwestquerschlag P III/S1 mit P III/31:

- Cí 07 Querschlag Nordwest P III/31 beim Punkt 3898 nördlich vom Abzweig des Querschlages Südwest P III/40
- Cí 08 Doppelrolle auf Querschlag Nordwest P III/31 mit Flözwater aus Flöz 4b Steigort D III/45 Strecke S II/45a
- Cí 09 Rolle auf Querschlag Nordwest P III/31 mit Flözwater aus Flöz 4 Strecke S II/45
- Cí 10 Querschlag Nordwest P III/31 unteres Ende (PS III/1)

Die ständig stark fließende Wassermenge ist im Nordwestquerschlag bergseitig des SW-Querschlages P III/40 am Teilverbruch bei der Rolle erkennbar. Die dort vom SW-Querschlag P III/40 zufließende Wassermenge ist dort auf der Sohle erkennbar. Weiter in Richtung Schacht Cínovec I ist wegen zunehmendem Anstau keine Beobachtung möglich.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist über die Rasterstrecke Ost CH III/3 von Nordwesten her bis zum Morgengangbruch und auf dem Nordwestquerschlag bis zum Morgengangbruch bergseitig des SW-Querschlages P III/40 möglich.

Das Gebirge des Nordwestquerschlages ist bis auf drei Morgengangquerungen standfest. Ein Teilverbruch mit Anstau ist am Margaretha porucha mundlochseitig der Einmündung der Rasterstrecke Ost CH III/3 vorhanden. Zwei weitere Teilverbrüche mit Anstau liegen berg- und mundlochseitig der Einmündung des SW-Querschlages P III/40 am Thomas Morgengang und an der Stollenkluft.

5.4.5.4 HAUPTTRAKT TIEFER BÜNAU STOLLN ZWISCHEN SCHACHT CÍNOVEC I UND GRENZGITTER

Am Tiefpunkt des Tiefen Bünau Stollns am Schachtes Cínovec I sammelt sich das Grubenwasser vom Haupttrakt und einigen Nebentrakten, soweit es nicht auf den anderen Nebentrakten direkt dem Haupttrakt oder dem Flutungsraum zufließt. Dem Schacht Cínovec I fließt demzufolge das gesamte Grubenwasser aus der Westflanke, von der Kuppe der Flöz-lagerstätte, der Südwestflanke und der Südflanke der Grube Cínovec zu. Außerdem quillt

Grubenwasser aus der Grube Cínovec jih im Schacht Cínovec I hoch. Bei der Befahrung am 26.11.2019 wurde aufgeklärt, dass der leicht ansteigend vom Schacht Cínovec I nach Südost aufgefahrene Hauptquerschlag PIII/5 an den Abzweigen in die Grundstrecken der Flöze 3 und 2 halbhohe Dämme besitzt, so dass dieser Hauptquerschlag zum Stauraum am Schacht Cínovec I gehört.

Die Grube Cínovec I ist seit 1991 bis zum Niveau Tiefer Bünau Stolln geflutet. Das Grubenwasser wird am Schacht Cínovec I wegen einem Stollnhochpunkt im mundlochseitigen Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns im Niveau von 754,92 m NN, angestaut. Die Stauhöhe am Füllort vom Schacht Cínovec I beträgt ca. 0,6 m.

Von Übertage wird am Schacht Cínovec I kein Oberflächenwasser in die Grube geleitet.

Der Haupttrakt der Stollnwasserhaltung im Tiefen Bünau Stolln vom Schacht Cínovec I bis zum Grenzgitter beginnt als Strecke PS III/1 und führt nach Nord auf den Strecken PS III/2 und PS III/3 bis zum Grenzgitter. Eine Tauchblende aus Ziegelmauerwerk wurde am Beginn der Strecke PS III/1 eingebaut. Sie reicht von den Firsten bis in den Staubereich hinab, ist wasserwegsam und über eine nachträgliche Öffnung durchfahrbar. Ein 1,5 m hoher Streckendamm (Damm J) wurde in der Strecke PS III/3 nördlich vom Petri Schacht eingebaut, um verfallenden Spülversatz und Spülversatzwässer von der Grube Cínovec I fern zu halten. Diesem Zwecke dienten alle weiteren halbhohe Streckendämme in den Nebentrakten des Tiefen Bünau Stollns, die mit Buchstaben bezeichnet sind. Bei den genannten Bergsicherungsarbeiten wurde auch der Fuß des Großen Gesenkes am Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns mit einer Mauer aus Betonformsteinen gesichert und das Gesenk bis zum Oberen Bünau Stolln (I. patro) verfüllt. Die Versatzarbeiten in den tagesnahen Grubenräumen beiderseits der Staatsgrenze erfolgten 1975 und 1976 und sind dokumentiert [Lange & Weigel (1977)].

Beobachtungspunkte für Gesamtabfluss auf dem Haupttrakt:

- Cí 11 Schacht Cínovec I TBSt, aufquellendes Grubenwasser, durchschnittlich 11 l/s [Martin & Sennewald (2014)]
- Cí 12 Strecke P III/5 Tauchblende und Ziegeldamm
- Cí 23 Strecke PS III/2 Haupttrakt Tiefer Bünau Stolln Hochpunkt bei Markscheiderpunkt 823
- Cí 28 Haupttrakt Tiefer Bünau Stolln Ablauf am Grenzgitter

Die Wassermenge aus der Grube Cínovec wird in Summe mit dem relativ geringen Zufluss aus dem Grenzschaftfeld der Grube Zinnwald am Wehr beim Grenzdamm gemessen.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist zwischen dem Schacht Cínovec I und dem Grenzgitter noch auf ungesicherten Strecken kontrollierbar. Das Grenzgitter ist wasserwegsam, jedoch mit Altholz verspiegelt und fahrbar.

Das Gebirge entlang vom Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns ist zwischen dem Schacht Cínovec I und dem Grenzgitter bis auf querende Morgengänge standfest.

5.4.5.5 NEBENTRAKTE TIEFER BÜNAU STOLLN IN DER GRUBE CÍNOVEC, CÍ 01 BIS CÍ 06, CÍ 13 BIS CÍ 22, CÍ 24 BIS CÍ 27, CÍ 39 BIS CÍ 42

Es sind Hauptabflusswege im Südwestfeld der Grube Cínovec auf dem Niveau Tiefer Bünau Stolln zwischen dem bruchgefährdeten Hauptquerschlag Südost P III/5 und dem standsicheren Südwestquerschlag P III/40 vorhanden. Der Zustand der zwischen beiden Querschlägen liegenden Strecken und ihre Funktion für die Grubenwasserableitung ist nicht bekannt.

Weiter im Südwesten an der Abbaugrenze fließt Grubenwasser dem Südwestquerschlag P III/40 zu. Beobachtungspunkte für die Wasserzuflüsse auf den Südwestquerschlag P III/40:

- Cí 01 Steigort D III/10 bis zur Grundstrecke S III/10 am Querschlag Südwest P III/40, Wasser aus Erkundung im Quarzporphyr Flöz 1b
- Cí 02 Standwasser am Damm im Querschlag Südwest P III/40, abgestandenes Flözwater Flöz 2
- Cí 03 Steigort D III/20 vom Flöz 2, Flözwater offene Abbaue Flöz 2, Hauptablauf
- Cí 04 Steigort D III/21 vom Flöz 2, Flözwater offene Abbaue Flöz 2
- Cí 05 Querschlag Südwest P III/40, Rolle, Flözwater offene Abbaue Flöz 4b
- Cí 06 SW Querschlag P III/40 Punkt 3121 vor dem Einlauf in den Querschlag Nordwest P III/31 Flözwater Querschlag Südwest P III/40, hauptsächlich aus dem Flöz 2, wenig aus den Flözen 3 und 4

Am Schacht Cínovec I endet der Hauptquerschlag von Südost P III/5, der vom Schacht aus gesehen die Flözbahnen 4, 3, 2, 1 und 01 durchquert und weiter in den Quarzporphyr aufgefahen ist. Diese Flözbahnen sind mit Flözgrundstrecken vorgerichtet und sowohl steigend als auch fallend auf der Süd- und Südostflanke der Flözlagerstätte bebaut. Bei der Probenahme am 26.11.2019 wurde geklärt:

- Bergwärts vom Schacht Cínovec I ist der Hauptquerschlag mit einem durchfahrbaren Damm verschlossen. Dahinter steht Grubenwasser mit Verbindung zum Flutungsraum.
- Aus den Flözgrundstrecken der Flöze 3 und 2 kann kein Wasser diesem Hauptquerschlag zufließen, weil an den Abzweigen halbhohe Dämme eingebaut sind.
- Das Flöz 1 liegt mit dem Niveau 755,30 m NN höher als der Stollnhochpunkt des Tiefen Bünau Stollns (Niveau von 754,92 m NN), sodass aus dem Hauptquerschlag P III/5 kein Wasser in das Flöz 1 überläuft.
- Von den Flözen 01 und 1 in Richtung Hauptquerschlag P III/5 fließendes Grubenwasser fließt in den Flutungsraum und kann wegen dem Damm am Schacht Cínovec I nicht auf dem Hauptquerschlag zum Schacht Cínovec I abfließen.
- Der Hauptquerschlag P III/5 ist nur an der Flözbahnquerung Flöz 1 teilweise verbrochen und auf der Strecke bis Flöz 01 weiterhin bruchgefährdet.

Beobachtungspunkte für die Wasserzuflüsse an der Ostseite zum Hauptquerschlag P III/5 und dort in den Flutungsraum:

- Cí 13 Steigort D II/15, Zulauf zur Rolle nach TBSt Strecke S III/15, Flözwater Flöz 1
- Cí 14 Strecke S III/015, dicht bergseitig von Markscheiderpunkt 1408 im Flöz 01, Kluftgrundwater mit Stalagmiten aus rostbraunem Sinter an der Grenze Quarzporphyr/Granit
- Cí 15 Strecke S III/015, Steigort bei Markscheiderpunkt 1409 im Flöz 01, Flözwater
- Cí 16 Strecke S III/015, Steigort bei Markscheiderpunkt 1410 an der Abbaugrenze zugleich Grenze Granit/Quarzporphyr, Flözwater Flöz 01 und Kluftwater
- Cí 17 Strecke P III/36 mit S III 015, wenig Tropfwater aus dem Quarzporphyr
- Cí 18 Rolle auf den Querschlag P III/36 aus dem Flöz 1 Steigort DIII/15
- Cí 19 zwischen zwei Sohlschwellen auf dem Querschlag P III/36 mit Ablauf in die S III/16, Anstau zwischen zwei Sohlschwellen in der Str P III/36. Das Water kommt von tropfenden Punkten aus der von Nord kommenden Strecke S III/16 und vom Zufluss Ci 18. Das Water fließt nach Süden auf der Flözstrecke des Flözes 1 S III/16 ab.

- Cí 40 Steigort D III/15, 2. Sohle Rohrauslauf aus dem Flöz 1, Flözwasser
- Cí 41 Steigort Strecke S III/015 bei Markscheiderpunkt 1046 im Flöz 01, Flözwasser

Beobachtungspunkte für die Flutungswasser an der Ostseite:

- Cí 20 GW 33/GW 71 Fallort U III/26 im Flöz 2 von Strecke S III/26
- Cí 42 Fallort DM IV/015 von Strecke S III/015, Flutungswasser

Auf den Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns münden zwei befahrbare Querschläge der Ostflanke (Strecken P III/27, P III/25 mit P III/36), die die Flöze 4, 3, 2 und 1 durchqueren. Diese Flözbahnen sind mit Flözgrundstrecken vorgerichtet und stellenweise sowohl steigend als auch fallend auf der Ostflanke der Flözlagerstätte bebaut. Diesen Querschlägen fließt ständig Grubenwasser aus den höher gelegenen Flözbahnen und Klüften zu. Es gelangt infolge von Sohlschwellen jedoch nur auf dem Querschlag P III/27 bis zum Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns, der hier immer noch – wegen dem Hochpunkt – ca. 20 cm hoch geflutet ist. Aus den gefluteten abgebauten Flözbahnen steigt hier kein Grubenwasser bis zum Tiefen Büнау Stolln auf, weil die Strecken hier etwas höher als der Hauptquerschlag P III/5 liegen.

Beobachtungspunkte für die Wasserzuflüsse aus dem Querschlag P III/27 zum Haupttrakt:

- Cí 21 GW 25 Strecke S III/26 / P III/27 Rolle K 105
- Cí 22 Strecke P III/27 mit S III/37

Auf den Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns mündet ein befahrbarer grenznaher Querschlag (Strecke P III/39), der bis zur Flözgrundstrecke S III/28 steigend gefahren ist. Dieser Querschlag durchquert keine bebauten Flözbahnen und führt kein Grubenwasser. Das wenige Grubenwasser sammelt sich auf der Flözgrundstrecke S III/28 und rinnt nach Nord ins Grenz Schacht Grubenfeld der Grube Zinnwald. Bei einem Verbruch des Haupttraktes vom Tiefen Büнау Stolln würde das Grubenwasser auf einem der genannten Querschläge zur Strecke S III/28 und weiter nach Nord über das Grenz Schacht Grubenfeld zum Grenzdamm abfließen können.

Zuflüsse auf den Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns kommen im nördlichen Teil aus den alten Gruben (Margarethe, Biermaul, Himmelfahrt, Wildemann, St. Georg, Gabe Gottes) zwischen dem Petri Schacht (Grube Peter und Paul) und der Staatsgrenze (Strecke CH III/91 Nord).

Beobachtungspunkte für die Wasserzuflüsse auf den Haupttrakt P III/3:

- Cí 24 Flözkluft Weststoß der Strecke PS III/3 im Haupttrakt Tiefer Büнау Stolln 10 m nördlich vom Abzweig der Strecke P III/39
- Cí 25 Strecke PS III/3 Rolle am Abzweig zur Quarzglocke beim Petri Schacht
- Cí 26 Strecke CH III/91 Margarethe Querschlag
- Cí 27 Strecke P III/92 Damm F Biermaul Gesenk vom Oberen Büнау Stolln
- Cí 39 Strecke PS III/3 Großes Gesenk vom Oberen Büнау Stolln

5.4.5.6 HAUPTTRAKT TIEFER BÜNAU STOLLN IN DER GRUBE ZINNWALD GRENZGITTER BIS GRENZDAMM, CÍ 28

Der Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns im Grenz Schacht Grubenfeld beginnt am Grenzgitter (Cí 28) und endet am Grenzdamm beim Rainstein Schacht. Bergseitig reicht der Anstau hinter dem Grenzdamm bis zur Fußplombe des Zacharias Gesenkes.

Die Wassermenge auf diesem Haupttrakt kommt überwiegend aus der Grube Cínovec und zum geringen aus dem Grenz Schacht Grubenfeld (W 01) der Grube Zinnwald. Sie wird am

Wehr beim Grenzdamm (W 02) gemessen. Der Grenzdamm hat 5 Grundablässe. Gegenwärtig fließt das Grubenwasser durch die Grenzdammöffnung frei ab.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit in diesem Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns ist vom Grenzdamm her möglich.

Das Gebirge entlang vom Haupttrakt zwischen Grenzgitter und Grenzdamm des Tiefen Büнау Stollns ist bis auf querende Morgengänge standfest.

5.4.5.7 HAUPTTRAKT TIEFER BÜNAU STOLLN GRENZDAMM

Der Grenzdamm in seiner ursprünglichen Funktion ist unmittelbar bergseitig vom Streckenkreuz des Tiefen Büнау Stollns beim Rainstein Schacht im April 1994 eingebaut worden und bis November 2011 mit geschlossener Luke und Grundablass benutzt worden. Der profilgeschlossene Grenzdamm aus Ortbeton B 35 mit Luke 80 x 80 cm und fest verschließbarem Stahldeckel mit Gummidichtung ermöglichte einen Rückstau der bedeutsamen Wasserzuflüsse aus der Grube Cínovec mit dem Grenz Schacht Grubenfeld der Grube Zinnwald. Durch den regulierbaren Grenzdammablauf konnte tagsüber die Überflutung des Besucherfahrweges im Tiefen Büнау Stolln verhindert werden. Über einen Grundablass DN 150 mm mit elektrisch bedienbaren Schieber mit einer Schaltuhr erfolgte die Regulierung der Wasserablenkung überwiegend in den Nachtstunden. Um bei einer Abflussspitze den Ablauf aus dem Dammstauraum zu erhöhen, konnte im Bedarfsfall zusätzlich ein handgesteuerter Schieber DN 150 geöffnet werden, der an einem zweiten durch den Grenzdamm geführten Flanschrohr montiert war. Um die tatsächliche Standwasserhöhe hinter dem Grenzdamm jederzeit kontrollieren zu können, ist auf einem der beiden Flanschrohre ein Rohrstützen angeschweißt, auf dem ein Manometer aufgeschraubt worden ist. Die Standwasserhöhe wurde bis zur dauerhaften Öffnung der Luke am Grenzdamm am 02.11.2011 protokolliert.

Der Grenzdamm in seiner gegenwärtigen Funktion lässt seit dem 02.11.2011 das Grubenwasser aus der Grube Cínovec mit dem Grenz Schacht Grubenfeld der Grube Zinnwald frei über die Schwelle der offenen Luke des Grenzdammes und beide Grundablässe geordnet in den dafür wieder aufgewältigten alten Grenzschaftflügel ablaufen. Dadurch ist zugleich die Überflutungsgefahr des Besucherfahrweges im Tiefen Büнау Stolln gebannt. Der Grenzdamm mit Luke ist baulich unverändert geblieben. Im Bedarfsfall kann die Luke des Grenzdammes daher wieder geschlossen werden und zusätzlich das Wasser der beiden Grundablässe mittel Handschieber ganz oder teilweise gedrosselt werden. Der Anstau hinter dem Grenzdamm ist weiterhin an einem Manometer ablesbar. Damit wären Reparaturen auf dem Haupttrakt der Wasserablenkung unterhalb vom Grenzdamm eine bestimmte Zeit lang möglich. Die am Grenzdamm ankommende Wassermenge kann mittels Wehr beim Grenzdamm (W 02) gemessen werden.

Das Gebirge am Grenzdamm ist standfest. Der Grenzdamm ist auf dem gesicherten Fahrweg zum Rainstein Schacht erreichbar.

5.4.5.8 NEBENTRAKTE TIEFER BÜNAU STOLLN IM GRENZ SCHACHT GRUBENFELD, W 01

Der Grenzschaftquerschlag (Nebentrakt) leitet das Grubenwasser des Grenz Schacht Grubenfeldes zum Haupttrakt der Stollnwasserhaltung auf dem Tiefen Büнау Stolln ab. Der Grenzschaftquerschlag beginnt im Osten an der Grundstrecke des Flözes 6 (Hansa Flöz) führt am Grenz Schacht vorbei bis zur Einmündung in den Haupttrakt (W 01) am mundlochseitigen Ende der Vertunnelung beim verplombten Zacharias Gesenk. Hier vereinigt sich das Grubenwasser der Grube Cínovec mit dem vom Grenz Schacht Grubenfeld und fließt gemeinsam bis zum Grenzdamm beim Rainstein Schacht. Grenz Schacht, Zacharias Schacht

und Zacharias Gesenk sind verwahrt und am Fuß im Tiefen Bünau Stolln mit Betondämmen gesichert. Zwischen Grenz Schacht und Zacharias Schacht ist auf dem Grenzschachtquerschlag ein profilgeschlossener Druckdamm mit Luke und Grundablass (W 01) eingebaut. Die Luke und der Grundablass sind ständig offen.

Es gibt vier Zuflusspunkte im Grenzschachtquerschlag. Der verplombte Grenz Schacht wird im Niveau Tiefer Bünau Stolln über ein Rohr (ohne Nr.) ständig entwässert, in dem das Grubenwasser durch den Betonsteindamm am Schachtfuß abgeleitet wird. Etwas bergseitig davon fließt Grubenwasser aus einer Rolle aus dem Flöz 6 (ohne Nr.) ständig dem Tiefen Bünau Stolln zu. Die beiden anderen Zuflusspunkte liegen an der Einmündung der Grundstrecken Flöz 6 Nord und Süd (ohne Nr.).

Die Grundstrecke Flöz 6 (Nebenrakt) sammelt das Grubenwasser des Grenz Schacht Grubenfeldes soweit es über die Steigorte und aus Klüften zum Tiefen Bünau Stolln fließen kann und leitet es zum Grenzschachtquerschlag ab. Die Grundstrecke Flöz 6 besteht aus einem vom Grenzschachtquerschlag nach Nordwest laufenden Flügel, der in der Bohrkammer der Bohrung Bofo 7/1939 an der Ortsbrust endet und einem nach Südost laufenden Flügel, der an der Staatsgrenze (Grenzgitter) als Flözgrundstrecke S III/28 der Grube Cínovec weitergetrieben ist und den Anschluss an die Abbaufelder der Südostflanke der Lagerstätte herstellt. Das Grenzgitter ist wasserwegsam und fahrbar. Die Zuflusspunkte zur Grundstrecke Flöz 6 sind im Wasserstammbaum eingetragen und im Tageriss erkennbar.

Die Wassermenge aus dem Grenz Schacht Grubenfeld wurde mangels geeignetem Messpunkt nicht separat gemessen, ist jedoch in der Wassermenge, die am Wehr beim Grenzdamm gemessen wurde, mit enthalten.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit im Grenz Schacht Grubenfeld ist auf dem Tiefen Bünau Stolln vom Grenzdamm her möglich. Auch vom Rainstein Schacht kann man im Flöz 7 zur Zwischensohle gelangen und im Steigort 4 zur Grundstrecke Flöz 6 (Nord) absteigen. Die Flözgrundstrecken im Tiefen Bünau Stolln und auf der Zwischensohle sind wie die Steigorte, die im alle im Quarzporphyr stehen, teilweise bruchgefährdet.

Das Gebirge im Grenzschachtquerschlag ist bis auf querende Morgengänge standfest. Das Gebirge auf der Grundstrecke Flöz 6 ist standfest. Es gibt einen Bereich mit Bruchgefahren. Die Nachbruchbereiche behindern den Grubenwasserabfluss gegenwärtig nicht.

5.4.6 GRUBENBEREICH 2 - ZENTRUM UND OSTFLANKE DER GRUBE ZINNWALD

Tabelle 40: Übersicht zum Wasserstammbaum und zu Probenahmen im Grubenbereich 2
 (...) – Probennummer bei VODAMIN, M – Grubenwassermenge ausgelitert, M* - geschätzt, G – Probe und Vor-Ort-Werte, Gv – nur Vor-Ort-Werte; Rn – Radonprobe, Tr – Tritiumprobe

Nr.	Proben, Beobachtung VODA-MIN	Proben, Beobachtung Vita-Min	Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwassers
Grubenbereich 2 - Zentrum und Ostflanke der Grube Zinnwald auf den alten und neuen Grenzschachtflügel sowie die Grundstrecke Flöz 11 Ost des Tiefen Bünau Stollns				
W 100	nein	M*, 1x G	BSD Bohrung Grenzdamm	116 am Flöz 5 (19 m) und Flöz 6 (31 m unter Gelände) an der Bohrung angeschlossen
W 02 (GW 4)	M, 9x G,	M, 1x G, 1x	Ablauf Grube Bünau Stolln am Grenzdamm	Cínovec Tiefer Mischwasser der Grube Cínovec und des Grenzschachtflügels der

Nr.	Proben, Beobachtung VODA-MIN Vita-Min		Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwassers
	1x Gv	Rn		Grube Zinnwald (Grubenbereich 1)
W 03	nein	M, 1x G	Rainstein Schacht auf Tiefen Bünau Stolln	Grubenwasser aus den Flözen 7 und 9
W 04	nein	M*	Tiefer Bünau Stolln Überlauf Bohrkammer 4/1954	Flözwasser aus nicht sicher zuordenbaren verspülten Abbau-feldern
W 05	nein	M*, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Überlauf Brandklüfter Weitungen am Morgengang	
W 06	M	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Brandklüfter Morgengang Nord	aus verwehrten Neuhoffnung Gesenk
W 07	M	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Brandklüfter Rolle	Flözwasser Flöz 9 vom Greiszecher Morgengang
W 08	M	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Brandklüfter Gesenk	Flözwasser Flöz 9
W 09	M	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Brandklüfter Morgengang Süd	Flözwasser Flöz 10
W 10	M	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Felix Morgengang Süd	Flözwasser Flöze 10 und 11
W 11	M	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Grundstrecke Flöz 11 Abzweig 3 (Bucher)	Flözwasser Flöze 9, 10 aus Bucher Rolle, Tagewasser und Flözwasser Flöz 11 aus Gabriele Schacht
W 99 (GW 54, 55)	M*, je 1x Gv	nein	Ablauf in Gabriele Schacht	Kiesleiter Stolln nach vorheriger Speicherung im Feuerlöschteich (GW 55)
W 12	M	M	Tiefer Bünau Stolln Grundstrecke Flöz 11 Abzweig 2	Oberflächenwasser Feuerlöschteich (W 99) mit Flözwasser Flöze 7 und 9, Wasserqualität wie W27
W 13	nein	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Fallort II Flöz 9	Flözwasser Flöze 8 und 9 und aus Greiszecher Rolle
W 14	nein	M*, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Grundstrecke Flöz 8	Flözwasser Flöze 6 und vom Flöz 8 (Wasserbecken auf Streckensohle)
W 39a	M	M, 1x G, 1x Gv, 1x Rn	Tiefer Bünau Stolln Verfallpunkt Wehr 500 mm Grenzschaftflügel gesamt	Mischwasser Grubenbereiche 1 und 2

Tabelle 41: Wasserzuflüsse Grubenbereich 2 nach Menge, Reaktionszeit bei Starkregen, Reaktionstyp, es werden nur die genau beobachteten Mess- und Beobachtungspunkte aufgelistet.

Messpunkt / Grubenbereich	Zuflussmenge		Reaktionszeit in Tagen	Reaktionstyp
Messphasen C 11/2011-06/2013 D 08/2018	Messphase Min., Max.	Minima in l/min Maxima in l/min		
Grubenbereich 2 Zentrum und Ostflanke der Grube Zinnwald				
Tiefer Bünau Stolln alter Grenzschaftflügel				

Messpunkt / Grubenbereich	Messphase Min., Max.	Zuflussmenge		Reaktionszeit in Tagen	Reaktionstyp
		Minima in l/min	Maxima in l/min		
Messphasen C 11/2011-06/2013 D 08/2018					1 - stark, schnell 2 - stark, verzögert 3 - schwach, schnell 4 - schwach, verzögert
W 02 - Wehr Grenzdamm 500	D, C	439,2	6.819,0	1-2	2
W 03 - Rainstein Schacht	D, C	1,0 stark rinnend	fließend	2	4
W 06 - Brandklüfter Morgengang Nord Damm	C, C D	0,2 0,5	2,5	>2	4
W 07 - Brandklüfter Rolle (Rohr)	C/D, C	0,3	49,1	1-2	2
W 08 - Brandklüfter Gesenk (Folie)	C, C D	0,2 0,1	6,3	>2	4
W 09 - Brandklüfter Morgengang Süd Damm	C, C D	1,9 4,0	193,7	1	1, D min. Menge geschätzt
o. Nr. - Försterzecher Rolle	C/D, C	0,1 tropfend	leicht rinnend	>3	4
W 10 - Felix Morgengang Süd	C/D, C	0,8	51,4	1-2	2
W 11 - Grundstrecke Flöz 11 Abzweig 3 Bucher Mgg.	C/D, C	0,0	87,8	1	1, beeinflusst vom Feuerlöschteich mit Ablauf in Gabriele Schacht (W 99)
W 12 - Grundstrecke Flöz 11 Abzweig 2, Rest bei W27 abfließend	C, C D	0,3 0,9	339,0	1	
W 13 - Fallort II Flöz 9	C/D, C	0,0	20,0	>2	4, max. Menge geschätzt
W 14 - Zulauf Flöz 8	C/D, C	0,0	20,0	>2	4, max. Menge geschätzt
W 39a - Wehr Verfallpunkt 500	C, C D	522,6 455,4	8.066,4	1-2	2
Tiefer Büнау Stolln neuer Grenzschaftflügel					
W 04 - Bohrloch 1 Bohrkammer Li 4/1954	C/D, C	0,0	56,3	2	2, zur Zeit versiegt
o. Nr. - Flanschrohr Damm Weitungen Südzugang	C/D, C	0,0	rinnend		4, zur Zeit verstopft
W 05 - Bohrung Brandklüfter Weitungen Nordzugang am Brandklüfter Morgengang	C/D, C	0,0	30,0	>3	4, max. Menge geschätzt, Punkt ist zur Zeit der Hauptzufluss

5.4.6.1 HAUPTTRAKT ALTER GRENZSCHAFTFLÜGEL - ÜBERSICHT

Als ein Haupttrakt der Stollnwasserhaltung wurde der alte Grenzschaftflügel des Tiefen Büнау Stollns 2009 und 2010 wieder aufgewältigt. Er beginnt am Grenzdamm (W 02) und endet am Verfallpunkt (W 39a) beim Schnöpfner Schacht. Es ist der im hohen, schmalen Profil aufgefahrene Stollntrakt vom Tiefen Büнау Stolln aus der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts, der von mehreren Punkten aus im standfesten Gebirge vorgetrieben wurde. Dabei folgten die Bergleute Morgengängen (Greiszecher Morgengang, Felix Morgengang, Brandklüfter Morgengang) und Klüften im Quergestein.

Der alte Grenzschaftflügel des Tiefen Büнау Stollns leitet seit November 2011 nach der kompletten Aufwältigung das Grubenwasser der Grube Cínovec mit dem Grenz Schacht Grubenfeld der Grube Zinnwald zum Verfallpunkt beim Schnöpfner Schacht. Ihm fließen

Grubenwässer aus Flözbahnen, Hauptschächten und Gesenken (Rollen) der Lagerstättenkuppel direkt und über Nebentrakte zu. Die Westflanke der Grube Zinnwald wird dagegen vom Neuschachtflügel des Tiefen Büнау Stollns (Nebentrakt) entwässert.

Vom alten Grenzschaftflügel (Haupttrakt) zweigt am Grenzdamm der neue Grenzschaftflügel nach Nordwest ab und eine kurze Strecke führt zum Rainstein Schacht. Der alte Grenzschaftflügel ist zwischen dem Rainstein Schacht und dem Brandklüfter Morgengang querschlägig auf Klüften aufgefahren. Der Haupttrakt verläuft weiter auf einem kurzen Stück nach Süd zwischen der Brandklüfter Rolle und dem Brandklüfter Gesenk, die beide auf dem Brandklüfter Morgengang abgeteuft sind. Er ist danach erneut querschlägig bis zum Felix Morgengang angelegt worden. Dem Felix Morgengang folgt der alte Grenzschaftflügel nur kurz nach Nordost um erneut querschlägig den Greiszecher Gesenkfuß zu erreichen. Dem Greiszecher Morgengang folgt der Haupttrakt ein Stück nach Nordost, um danach erneut querschlägig bis zum Flöz 8 im Niveau Tiefer Büнау Stolln zu führen, wo der neue Grenzschaftflügel seinen unteren Anfang nimmt. Auf dem Flöz 8 nach Nordwest wird auf kurzem Weg der Verfallpunkt erreicht, wo die Grubenwässer des Haupttraktes vom alten Grenzschaftflügel mit denen des Neuschachtflügels (Nebentrakt) nach der Sanierung der Stollnwasserhaltung zum Tiefen Hilfe Gottes Stolln seit 2011 hinunter abfließen. Zuvor flossen die Grubenwässer vom alten und neuen Grenzschaftflügel bis zum Schnöpfner Schacht weiter, nahmen dort die Grubenwässer des Neuschachtflügels auf und flossen auf dem Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns zu dessen Mundloch.

Auf dem alten Grenzschaftflügel gibt es folgende Zuflusspunkte von Nebentrakten der Stollnwasserhaltung:

- Brandklüfter Morgengang Nord mit Weitem Gesenk (W 06)
- Brandklüfter Morgengang Süd mit Rolle Flöz 10 und Wernerzecher Gesenk (W 09)
- Felix Morgengang Süd mit Grundstrecke Flöz 11 Ost, Felix Rolle, Querschlag Wunderlich Köpfer Schacht / Gesenk, Großzechner Gesenk unmittelbar jenseits der Staatsgrenze (W 10)
- Die Grundstrecke Flöz 11 Ost wiederum mit eigenen Zuflusspunkten auf dem Bucher Morgengang W 11 (Bucher Rolle, Flözabbau Flöz 11, Gangabbau Bucher Morgengang, Gabriele Schacht / Gesenk W 99) und am Abzweig 2 (W 12).
- Fallort II Flöz 9 (W 13)
- Grundstrecke Flöz 8 (W 14)
- Neuer Grenzschaftflügel (ohne Nr.)

Dazu kommen Zuflüsse aus den vertikalen Grubenbauen, die direkt in den Haupttrakt der Stollnwasserhaltung auf dem alten Grenzschaftflügel münden:

- Rainstein Schacht (W 03)
- Brandklüfter Rolle (W 07)
- Brandklüfter Gesenk (W 08)
- Försterzecher Gesenk (ohne Nr.)
- Greiszecher Rolle (ohne Nr.)

In der Grube Zinnwald gibt es sechs Sedimentationsstrecken im Niveau Tiefer Büнау Stolln, die dazu beitragen, dass Sedimente nicht in die Vorfluter gespült werden:

- Sedimentationsstrecke oberhalb vom Grenzdamm, der einen stetigen Teilaufstau bewirkt.
- Sedimentationsstrecke am Flöz 3 im Haupttrakt des Tiefer Bünau Stollns
- Sedimentationsstrecke in der Grundstrecke Flöz 11 Ost, einem bedeutsamen Nebentrakt des Tiefen Bünau Stollns
- Sedimentationsstrecke im alten Grenzschaftflügel zugleich Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns oberhalb einer Sohlschwelle
- Sedimentationsstrecke im alten Grenzschaftflügel oberhalb der Wehrschwelle am Verfallpunkt
- Sedimentationsstrecke im Neuschaftflügel des Tiefen Bünau Stollns oberhalb der Wehrschwelle am Verfallpunkt

Die vier zuletzt aufgeführten Sedimentationsstrecken sind bei der Stollnsanierung 2007 bis 2011 neu entstanden. Die Wassermenge kann am Grenzdamm (oberer Zuflusspunkt, W 02) und am Verfallpunkt (W 39a) mittels 500 mm Messwehren bestimmt werden. An allen wesentlichen Zuflusspunkten aus Nebentrakten kann die Wassermenge ausgelitert werden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist entlang des Haupttraktes auf gesichertem Fahrweg möglich.

Das Gebirge im alten Grenzschaftflügel ist gesichert, steht in standfestem Gebirge. Der alte Grenzschaftflügel dient mit seinen Nebentrakten als Kontrollweg. Zwischen dem Grenzdamm und dem Messwehr ist der Wehrkanal mit Gitterrosten abgedeckt. Im alten Grenzschaftflügel ist mundlochseitig bis zur Wettertür und Tauchblende beim Abzweig des neuen Grenzschaftflügels kein Tragwerk eingebaut. Von dort bis zum Verfallpunkt wurde die Wassersaige nachgerissen und wegen dem Besucherfahrweg wieder mit Tragwerk abgedeckt und Grubengleis verlegt. In den nicht aufgewältigten Nebentrakten liegt teilweise noch altes Tragwerk in den Sedimenten.

5.4.6.2 WASSERZUFLUSS AUS DEM RAINSTEIN SCHACHT, W03

Im Rainstein Schacht werden das Schachtkluftwasser und Teile des Grubenwassers der Flöze 7 und 9 zum Tiefen Bünau Stolln abgeschlaucht und in den Wehrkanal des Messwehres beim Grenzdamm eingeleitet. Der Rainstein Schacht ist als Fluchtweg des Besucherbergwerkes ausgebaut. Die Wassermenge aus dem Rainsteinschacht ist gering und in Summe am Zuflusspunkt in den alten Grenzschaftflügel visuell beobachtbar. Die Zuflusspunkte in den Flözen 7 und 9 sind ebenfalls visuell beobachtbar.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist im Rainstein Schacht auf dem gesicherten Fluchtweg möglich. Die Wasserwege in den Flözen 7 und 9 sind auf ungesicherten Fahrwegen kontrollierbar.

Das Gebirge im Rainstein Schacht ist standfest. Der Schacht ist von oben her bis zum Flöz 6 mit Beton gesichert.

5.4.6.3 HAUPTTRAKT MESSWEHR BEIM GRENZDAMM, W 02, W 100

Das Messwehr (W 02) liegt am Auslauf des neuen gemauerten Wehrkanales, der das Grubenwasser vom Grenzdamm über das Streckenkreuz bis in den alten Grenzschaftflügel leitet. Die Wassermenge am oberen Zuflusspunkt in den alten Grenzschaftflügel wird am Messwehr bestimmt. Das Messwehr ist mit Tauchblende in den Wehrkanal eingebaut. Es ist ein Rechteckwehr mit 500 mm breitem Überlauf und zugehörigem Messstab. Der Messbereich reicht bis 300 mm Überlaufhöhe. Das abgedichtete Wehrblech kann bedarfsweise aus

den Führungseisen herausgezogen werden. Eine aufgemauerte Wettertür mit Tauchblende trennt den Altbergbau im alten Grenzschaftflügel vom Besucherbergwerk ab.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist vom gesicherten Fluchtweg möglich, der beim Rainstein Schacht den mit Gitterrosten abgedeckten Wehrkanal quert. Hinter der Wettertür zum Grenzdamm ist der Zulauf aus der Bohrung 116 (W 100) auslitterbar. Das Wasser kommt aus den mit Spülsand und Beton verwahrten Flözen 5 und 6.

Das Gebirge am Messwehr besteht aus Greisen und ist standfest.

5.4.6.4 HAUPTTRAKT QUERSCHLÄGE BIS FELIX MORGENGANG

Der alte Grenzschaftflügel des Tiefen Bünau Stollns ist zwischen dem Rainstein Schacht und dem Brandklüfter Morgengang sowie zwischen Brandklüfter und Felix Morgengang querschlägig auf Klüften im standfesten Gebirge aufgefahren. Es läuft hier kein Kluftwasser zu. Auf dem Querschlag zwischen dem Brandklüfter Morgengang und dem Felix Morgengang läuft aus der Försterzecher Rolle (ohne Nr.) fast unmerklich Grubenwasser auf den alten Grenzschaftflügel des Tiefen Bünau Stollns ab. Das Försterzecher Gesenk ist im Flöz 7 mit Holz abgedeckt, darunter bis zum Flöz 10 leer. Das Gesenk durchteuft die Flöz 9 und 10. Das Grubenwasser sickert aus dem Flöz 10 zu. Das Gebirge im Försterzecher Gesenk ist standfest. Die Wassermenge auf diesen Teilen des Haupttraktes ist mit dem Zuflusspunkt Försterzecher Rolle visuell beobachtbar.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf dem gesicherten Fahrweg des alten Grenzschaftflügels möglich. Die Füllörter der Försterzecher Rolle sind in den Flözen 7, 9 und 10 auf nicht gesicherten Kontrollwegen erreichbar.

Das Gebirge auf den Querschlägen und in der Försterzecher Rolle ist standfest.

5.4.6.5 HAUPT- UND NEBENTRAKTE BRANDKLÜFTER MORGENGANG, W 06 BIS W 09

Der Haupttrakt der Stollnwasserhaltung ist auf dem Brandklüfter Morgengang nur zwischen zwei Querschlägen aufgewältigt worden. Von Nord und Süd führen Nebentrakte Grubenwasser heran. Die Wassermenge auf diesem Teil des Haupttraktes ist visuell beobachtbar.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf dem gesicherten Fahrweg des alten Grenzschaftflügels möglich.

Das Gebirge des Haupttraktes ist hier standfester Begleitgreisen des Brandklüfter Morgenganges.

Auf dem Brandklüfter Morgengang gibt es vier Zuflusspunkte von Grubenwasser:

- Brandklüfter Morgengang Nord (Nebentrakt, W 06) – Grubenwasser des verwahrten und im Tiefen Bünau Stolln mit Fußplombe aus Beton gesicherten Weiten oder Neuhoffnung Gesenkes. Das Gesenk ist im Flöz 8 Besucherstrecke und im Oberen Bünau Stolln sowie dem Flöz 5 an Grubenbaue angeschlossen, führt jedoch nur wenig Grubenwasser. Die Stollnstrecke auf dem Brandklüfter Morgengang Nord ist zwischen altem und neuem Grenzschaftflügel mit Bergen teilweise versetzt und am neuen Grenzschaftflügel ist im Morgengang der Zugang zu den Brandklüfter Weitungen mit einem Damm aus Beton verschlossen. Vom alten Grenzschaftflügel werden die Berge des Nebentraktes durch einen halbhohe Ziegeldamm mit Rohrauslauf für das Grubenwasser abgetrennt. Die sehr geringe Wassermenge ist hier messbar. Das Gebirge auf dem Stollinflügel Brandklüfter Morgengang Nord ist stand-

- fest. Das verwehrte Füllort des Weiten Gesenkes im Flöz 8 liegt am Besucherfahrweg und kann dort kontrolliert werden. Die anderen Füllörter sind nicht mehr erreichbar.
- Brandklüfter Rolle (W 07) – Grubenwasser vom Flöz 8 und vom oberen und unteren Anschluss des Flözes 9. Aus dem oberen Anschluss des Flözes 9 kommt zeitweilig das meiste Grubenwasser aus Richtung Greiszecher Morgengang und läuft in einer alten Rohrleitung zum alten Grenzschaftflügel des Tiefen Bünau Stollns ab, in die auch das Grubenwasser vom unteren Anschluss Flöz 9 eingebunden wird. Am Rohrauslauf im Tiefen Bünau Stolln ist die Wassermenge messbar. Aus dem Flöz 8 fließt nur sehr wenig Wasser diffus in der Rolle zum Tiefer Bünau Stolln. In die Brandklüfter Rolle ist zwischen dem Tiefen Bünau Stolln und dem Flöz 8 eine neue Fahrung eingebaut. Das Gebirge in der Brandklüfter Rolle ist gesichert bzw. standfest. Die Rolle ist Teil eines Kontrollweges in die Flöze 8 und 9.
 - Brandklüfter Gesenk (W 08) – Grubenwasser vom Oberer Bünau Stolln, Flöz 7 und Flöz 9 in geringer Menge. Das Brandklüfter Gesenk ist auf dem alten Grenzschaftflügel im Tiefen Bünau Stolln mit Matten, Stahlträgern, Spritzbeton abgefangen und bis zum Flöz 9 mit Bergen gefüllt, danach bis zum Oberen Bünau Stolln offen, jedoch zwischendurch im Flöz 7 durch Blockbruch aufgeweitet. Das Grubenwasser läuft im Tiefen Bünau Stolln durch Abschlachungen auf eine Folie und weiter auf den alten Grenzschaftflügel des Tiefen Bünau Stollns ab. Die relativ geringe Menge ist hier messbar. Die Füllörter auf Flöz 7 und 9 sind auf nicht gesicherten Kontrollwegen erreichbar.
 - Brandklüfter Morgengang Süd (Nebentrakt, W 09) – Grubenwasser aus dem Abbau Feld Flöz 10 und vom Schachtgesenk der Werner Zeche, das zeitweilig stark anschwillt. Der Stollnflügel führt nach Süd bis zum Schachtgesenk der Werner Zeche, ist jedoch nicht mehr fahrbar, da eine ausgelaufene Rolle vom Flöz 10 den Stollnquerschnitt ausfüllt und sich am Fuß vom Schachtgesenk der Werner Zeche Spülsand abgelagert hat. Vom alten Grenzschaftflügel des Tiefen Bünau Stollns werden die Berge im Brandklüfter Morgengang Süd durch einen halbhohe Ziegeldamm mit Filterfenster für das Grubenwasser abgetrennt. Das Grubenwasser Flöz 10 läuft in der alten Rolle zum Tiefen Bünau Stolln ab. Das Grubenwasser vom Wernerzecher Gesenk kommt von den dort angeschlossenen Abbaufeldern der Flöze 7, 9 und 10. Es läuft auf dem Stollnflügel bis zum halbhohe Ziegeldamm und dort gemeinsam mit dem Grubenwasser der alten Rolle vom Flöz 10 auf den alten Grenzschaftflügel des Tiefen Bünau Stollns ab. Die Wassermenge ist am Auslauf des Filterfensters messbar. Die Füllörter der Flöze 7, 9 und 10 des Wernerzecher Gesenkes sind auf nicht gesicherten Kontrollwegen erreichbar. Das Schachtgesenk der Werner Zeche steht im standfesten Gebirge und vom Kopf im Flöz 7 ist bis zum Flöz 10 leer, darunter bis zum Tiefen Bünau Stolln voll mit Bergen und Spülsand.

5.4.6.6 HAUPT- UND NEBENTRAKTE FELIX MORGENGANG, W 10

Auf dem Felix Morgengang Nord (Haupttrakt) ist der alte Grenzschaftflügel des Tiefen Bünau Stollns nur ein kurzes Stück ohne Kluftwasserzuläufe im standfesten Gebirge des Begleitgreisens aufgefahren.

Der Stollnflügel auf dem Felix Morgengang Süd (Nebentrakt) ist in den Jahren 1733 bis 1740 bis knapp über die Staatsgrenze hinweg bis zum Schachtgesenk der Groß Zeche aufgefahren worden. Der Stollnflügel wurde vom alten Grenzschaftflügel nach Süd bis kurz bergseitig vom Abzweig der Grundstrecke Flöz 11 Ost hinaus aufgewältigt und mit einem halbhohe Ziegeldamm mit Rohrblauf gegen die im weiteren Verlauf des Stollnflügels liegenden schlammig-sandigen Sedimente abgeschlossen. Die von Süd zusitzende geringe

Wassermenge kann am Rohrblauf des halbhothen Ziegeldammes gemessen werden (W 10). Der Stollnflügel auf dem Felix Morgengang Süd steht auf der gesamten Länge im standfesten Gebirge. Stellenweise ist offener Gangabbau auf Greisen umgegangen.

Auf dem Felix Morgengang Süd gibt es vier Zuflusspunkte von Grubenwasser:

- Schachtgesenk der Groß Zeche (ohne Nr.) – Grubenwasser von alten Grubenfeldern in der Grube Cínovec. Das Gesenk liegt mit seinem Fuß dicht jenseits der Staatsgrenze am Endpunkt des Stollnflügels Felix Morgengang Süd. Es führt abgesetzt hinauf bis ins Flöz 9 des Grubenfeldes der Groß Zeche, wobei nur wenig Grubenwasser abläuft. Der Gesenkkopf ist im Tiefen Bünau Stolln und im Flöz 9 über nicht gesicherte Kontrollwege erreichbar. Die Zwischensohle ist nicht erreichbar. Das Gebirge im Schachtgesenk ist standfest.
- Querschlag Wunderlich Köpfner Schacht / Gesenk (Nebentrakt, ohne Nr.) – Grubenwasser vom Wunderlich Köpfner Schacht. Der Wunderlich Köpfner Schacht durchteuft das Flöz 5 und ist im Flöz 6 mit Beton verplombt. Darunter ist der Schacht offen. Er ist im Flöz 9 abgesetzt und durchteuft als Wunderlich Köpfner Gesenk danach die Flöze 10 und 11. Im Wunderlich Köpfner Schacht / Gesenk läuft nur sehr wenig Grubenwasser zum Querschlag und weiter auf den Stollnflügel Felix Morgengang Süd ab. Der Wunderlich Köpfner Schacht ist im Flöz 7 nach einem Streckenbruch nicht mehr erreichbar. Auf nicht gesicherten Kontrollwegen sind die Füllörter der Flöze 9, 10 und 11 (Tiefer Bünau Stolln) erreichbar. Auf der Schachtsohle im Flöz 9 liegt eine Bergeböschung bis ans Gesenk heran. Die Schachtsohle ist ebenfalls mit einer Bergeböschung bedeckt. Der Wunderlich Köpfner Schacht und das Gesenk stehen im standfesten Gebirge.
- Felix Rolle – Grubenwasser aus Flöz 10 (ohne Nr.). Die Felix Rolle mit verrotteter Rollenschnauze und Förder- sowie Fahrturm kommt vom stark bebauten Flöz 10. Es läuft ständig nur wenig Grubenwasser aus dem Bereich des Felix Morgenganges im Flöz 10 über diese Rolle zum Nebentrakt des Felix Morgenganges Süd Tiefer Bünau Stolln ab. Das Füllort im Flöz 10 ist auf nicht gesicherten Kontrollwegen erreichbar. Der hier durchstreichende Felix Morgengang verursacht Blockbruch, darunter steht die Rolle im standfesten Gebirge.
- Grundstrecke Flöz 11 Ost (Nebentrakt, W 11, W 12) – Grubenwasser aus dem Zentrum der Lagerstätte. Die Grundstrecke Flöz 11 folgt der gut ausgebildeten und hydrothermal mineralisierten Großen Querkluft. Die gesamte Grundstrecke wurde zwischen dem Felix Morgengang im Osten und dem Neuschachtflügel im Westen als Stollnflügel im Niveau Tiefer Bünau Stolln bis Ende des 18. Jahrhunderts aufgeföhren. Der Ostteil dieses Stollnflügels beginnt an der Sohlschwelle, die zwischen dem Abzweig 1 (W 27) und 2 (W12) eingebaut ist. Die Fließrichtung auf der Grundstrecke Flöz 11 Ost wurde mittels der Sohlschwelle von früher Nordost zum Neuschachtflügel nach jetzt Südost zum Felix Morgengang Süd und damit zum alten Grenzschaftflügel des Tiefen Bünau Stollns verändert, um den Neuschachtflügel von Grubenwasser zu entlasten. Die Grundstrecke Flöz 11 Ost wurde aufgewältigt und berissen. Sie steht im standfesten Gebirge. Die Große Querkluft neigt nur im Bereich des Abzweiges 4 zum Nachbruch. Der Gesamtabfluss zum Felix Morgengang ergibt sich aus der Summe von Abzweig 2 (W 12) und Bucher Morgengang (W 11).

5.4.6.7 NEBENTRAKT GRUNDSTRECKE FLÖZ 11 OST, W 11 UND W 12

Auf der Grundstrecke Flöz 11 Ost (Nebentrakt) gibt es zwei Zuflusspunkte:

- Abzweig 2 (Nebentrakt, W 12) – Grubenwasser vom Feuerlöschteich (W99) am Zinnwalder Huthaus soweit es im Gabriele Schacht auf dem Versatzpfropfen des Schachtes ins Flöz 7 abfließt (überwiegender Anteil) und nicht durch den Versatzpfropfen bis zum Bucher Flügel des Tiefen Bünau Stollns (W 11) abstürzt (geringer Anteil). Im Flöz 7 fließt das Wasser bis zum Überhauen 1, stürzt dort ins Flöz 8 ab und fließt im Flöz 8 weiter bis zur Großen Querkluft, wo es im Versatz und Bruch bis ins Flöz 11 absteigt.
- Ebenfalls zum Abzweig 2 (W 12) gelangt Grubenwasser, das im Flöz 8 zum Kopf des Überhauens 13 fließt. Dieses Überhauen führt vom Flöz 8 zum Flöz 11 hinab und ist mit Bergen verfüllt. Am Fuß des Überhauens 13 fließt die Hauptmenge des Grubenwassers zum benachbarten Kopf des Wassergesenkes und dort abstürzend zum Neuschachtflügel des Tiefen Bünau Stollns am Schnittpunkt mit dem Neuschacht Morgengang (W 19). Ein kleinerer Teil des Grubenwassers fließt jedoch bereits am Kopf des Wassergesenkes vorbei in den Altbergbauversatz des Flözes 11. Es erscheint in der darunterliegenden Förderstrecke auf der es zum Steigort I Flöz 11 gelangt und dort weiter zum Abzweig 2 (W 12) der Grundstrecke Flöz 11 auf den Tiefen Bünau Stolln fließt. Das dem Überhauen 13 zufließende Grubenwasser stammt wiederum vom Oberen Bünau Stolln sowie dem Flöz am Kopf des Überhauen 16. Das Wasser vom Oberen Bünau Stolln wird seit 2011 fast vollständig gefasst und mittels Rohrleitung geordnet im Neuschacht zum Neuschachtflügel des Tiefen Bünau Stollns abgeleitet.
- Ein dritter Fließweg mündet in den Abzweig 2 (W 12). Das sehr stark anschwellende Grubenwasser vom Feuerlöschteich (W 99) gelangt über weitgehend aufgeklärte Wasserwegsamkeiten bis zum Wasserbecken neben der Grundstrecke Flöz 11. Von dort läuft es über den Abzweig 2 (W 12, Ziegelmauer mit Rohrablauf) zur Grundstrecke Flöz 11 Ost ab. Nur ein sehr geringer Anteil des Grubenwassers kann über den Abzweig 1 (W 27) mittels halbhoher Spritzbetondamm mit Rohrablauf gedrosselt auf die Grundstrecke Flöz 11 West zum Neuschachtflügel ablaufen. An den Rohrabläufen kann die stark schwankende Wassermenge gemessen werden. Das Grubenwasser kann von den Abzweigen 1 und 2 bis zum Fuß der steil ansteigenden Greisenabbau mit dem Flözes 11 an mehreren Stellen kontrolliert werden. Die Sohle ist verschlammt und Standwasser hat sich hinter den beiden halbhoheren Dämmen angestaut. Weiter bergwärts liegt Blockbruch in der abgebauten Greisenweitung. Der Bereich des Abzweiges 2, die Wasserwege im Flöz 7, Ü 16-Flöz und Flöz 8 sind auf meist ungesicherten Fahrwegen kontrollierbar.
- Abzweig 3 Bucher Morgengang (Nebentrakt, W 11) als Bucher Stollnflügel – Grubenwasser aus vier Zuflusspunkten. Der Abzweig 3 führt als Stollnflügel auf dem Bucher Morgengang nach Südwest bis zum Fuß des Gabriele Gesenkes nahe der Staatsgrenze. Am Abzweig 3 ist ein halbhoher Ziegeldamm mit Rohrablauf eingebaut, der die Sedimente des Bucher Stollnflügels zurückhält. Die Wassermenge kann hier gemessen werden. Der Stollnflügel ist anfangs verschlammt, danach liegen Bruchmassen auf der Sohle. Er ist in nicht gesichertem Gebirge befahrbar. Das Gebirge am Abzweig 3 ist standfest und berissen im weiteren Verlauf bis zum Gabriele Gesenk stellenweise nachbrüchig.

5.4.6.8 NEBENTRAKT BUCHER MORGENGANG, W11

Auf dem Abzweig 3 Bucher Morgengang (Nebentrakt, W 11) gibt es vier Zuflusspunkte:

- Gabriele Schacht/Gesenk (ohne Nr.) – Grubenwasser vom Feuerlöschteich (W 99) am Zinnwalder Huthaus, soweit es nicht auf dem Versatzpfropfen des Gabriele Schachtes ins Flöz 7 ablaufen kann und dadurch zum Abzweig 2 (W 12) geleitet wird. Der Gabriele Schacht ist tagesnah mit Betonplombe verwahrt, durchteuft dann das Flöz 6. Ein Rohr DN 300 leitet Überlaufwasser aus dem Feuerlöschteich durch die Plombe in den Gabriele Schacht. Der Gabriele Schacht reicht von der Plombe offen bis zur OK Versatzpfropfen im Flöz 7, ist dort leicht versetzt und führt als 1. Gesenk bis zum Flöz 11 weiter hinunter. Zwischen Flöz 7 und 9 hängt ein Versatzpfropfen im 1. Gesenk, darunter ist das 1. Gesenk bis ins Flöz 11 offen und führt von dort als 2. Gesenk mit teilweiser Bergefüllung bis zum südlichen Endpunkt des Bucher Stollnflügels vom Tiefen Büнау Stolln. Dort läuft das Wasser aus zwei Rollenschnauzen in den Bucher Stollenflügel ab. Die Wassermenge schwankt stark je nach der Überlaufmenge am Feuerlöschteich. Die Hauptmenge dieses Zulaufes läuft im Gabriele Schacht in das bebaute Flöz 7 ab, nur ein kleiner Teil läuft durch den Versatzpfropfen zum Bucher Stollnflügel des Tiefer Büнау Stolln. Die Flözanschlüsse des Gabriele Schachtes / Gesenkes in den Flözen 7, 9 und 11 sind auf ungesicherten Fahrwegen kontrollierbar.
- Gangabbau Bucher Morgengang (ohne Nr.) – Grubenwasser aus einem versetzten Abbau im Bucher Morgengang. Das Grubenwasser läuft auf der Stollnsohle in geringer Menge zu.
- Flözabbau Flöz 11 (ohne Nr.) – Grubenwasser aus dem bebauten Flöz 11. Die geneigte Sohle vom bebauten Flöz 11 schneidet die Firste des Stollnflügels, und das Grubenwasser läuft hier auf den Bucher Stollnflügel in geringer Menge ab.
- Bucher Rolle (ohne Nr.) – Grubenwasser der Bucher Rolle. Aus der Bucher Rolle läuft ständig wenig Wasser ab. Die Bucher Rolle kommt vom Flöz 9, besitzt ein Füllort im Flöz 10. Der Rollenboden mit der Rollenschnauze ist verrottet, ebenso die Abdeckung im Flöz 9. Die Bucher Rolle ist leer. Lediglich auf dem Rollenboden liegen Berge. Die Füllörter der Flöze 9 und 10 sind auf ungesicherten Fahrwegen kontrollierbar.

Das Grubenwasser des Nebentraktes Bucher Morgengang kann am Rohrdurchlass im Damm zur Grundstrecke Flöz 11 Ost ausgelitert werden (W 11).

5.4.6.9 HAUPTTRAKT BIS VERFÄLLPUNKT, NEBENTRAKT FLÖZ 8, W 13, W 14

Auf dem alten Grenzschaftflügel vereinigt sich bei der Försterzecher Rolle das Grubenwasser vom Felix Morgengang Süd (Nebentrakt) mit dem des Haupttraktes und läuft in den Felix Morgengang Nord (Haupttrakt) ab. Bis zum Verfallpunkt verläuft der wieder aufgewältigte alte Grenzschaftflügel zunächst mit relativ steilem Gefälle auf Klüften, dann im Greiszecher Morgengang und danach wieder auf Klüften im insgesamt standfesten Gebirge. Die Wassermenge auf diesem Teil des Haupttraktes ist visuell beobachtbar.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf dem gesicherten Fahrweg des alten Grenzschaftflügels möglich.

Das Gebirge des Haupttraktes ist Begleitgreisen (Felix Morgengang, Greiszecher Morgengang, Flöz 8) bzw. umgewandelter Albitgranit (Albitit, Kalifeldspatit), mit Greiseneinlagerungen, die standfestes Gebirge darstellen.

Es läuft nur wenig Grubenwasser an fünf Punkten zu:

- Greiszecher Rolle (ohne Nr.) – nässend. Die Greiszecher Rolle besteht aus dem Schacht und dem Gesenk. Der Schacht reicht bis zum Oberen Büнау Stolln, ist dort verplombt und verfüllt. Das Gesenk kommt offen vom Flöz 7, besitzt ein Füllort im Flöz 8 und 9 und ist unterhalb vom Flöz 9 bis zum Tiefen Büнау Stolln mit Spülsand und Bergen verfüllt. Oberhalb vom Flöz 7 ist der Kopf der Greiszecher Rolle mit dem Oberen Büнау Stolln verplombt. Das Grubenwasser läuft oben ins Flöz 9 ab. Nur unbedeutende Anteile gelangen in die Versatzmassen und weiter zum alten Grenzschaftflügel. Der Ablauf ins Flöz 9 liegt am Besucherfahrweg und ist dadurch kontrollierbar. Das Füllort im Flöz 7 ist auf nicht gesicherten Kontrollwegen erreichbar. Hier rinnt etwas Wasser in die Greiszecher Rolle. Die Greiszecher Rolle steht im standfesten Gebirge.
- Greiszecher Morgengang (ohne Nr.) – Kluftwasser läuft nahe der Greiszecher Rolle ständig gleichbleibend aus der Stollnfirste auf den alten Grenzschaftflügel des Tiefen Büнау Stollns ab.
- Fallort II Flöz 9 (Nebentrakt, W 13) – Grubenwasser Flöz 8 und 9 Besucherstrecke im Abbau. Am Wetterdamm aus Spritzbeton mit Abschlauchung in den Haupttrakt endet das kurze Fallort II Flöz 9. Am Kopf dieses Fallortes endet eine Wassersaige, die entlang der Besucherstrecke in den Flözen 8 und 9 mehrere Zuflusspunkte von Grubenwasser hat. Der obere Zuflusspunkt ist das kleine Filterfenster im Brandklüfter Morgengang. Felix Morgengang und Greiszecher Morgengang bringen im offenen Abbauraum etwas Kluftwasser. Auch aus der Greiszecher Rolle rinnt Wasser in diesem Fließweg. Es fließt bei Abflussspitzen relativ stark Grubenwasser zu. Die Wassermenge und die Wasserwegsamkeiten können am Kopf und Fuß des Fallortes II Flöz 9 visuell beobachtet und kontrolliert werden. Die Wasserwegsamkeiten in den Flözen 8 und 9 sind auf gesicherten Fahrwegen kontrollierbar.
- Grundstrecke Flöz 8 (Nebentrakt, W 14) – Grubenwasser aus dem bebauten Flöz 8 und 6. Die kurze Grundstrecke ist mit dem Druckdamm 3.5 verschlossen. Das Grubenwasser läuft am Südenende in den alten Grenzschaftflügel ab. Es gibt drei Zulaufpunkte, die verbrochenen Steigorte 3 und 4 im Flöz 8 sowie das Überhauen M4. Im verplombten Überhauen M 4 läuft Grubenwasser vom Flöz 6 ab. Die relativ geringe Wassermenge und die Wasserwegsamkeiten können in der Grundstrecke bis hinauf zum Fuß des Überhauens M4 visuell beobachtet und kontrolliert werden. Die Grundstrecke steht in festem Gebirge und ist fahrbar.
- Druckdamm 3.11 Flöz 8 (ohne Nr.) – Grubenwasser aus dem Morgengang und dem Brauchwasserstauraum. Der alte Grenzschaftflügel ist am Druckdamm 3.11 und gegen die auf dem Morgengang nach Nordost führende Strecke zum Flöz 7 mit einem Tunnel gesichert. In der Tunnelfirste sind zwei mit Blechplatten verschraubte Einstiege vorhanden. Durch die bergseitige Blechplatte drückte bei Abflussspitzen Grubenwasser. Bei der Kontrolle am 11.02.2009 wurde nach Abnahme der bergseitigen Blechplatte ein kleiner Durchbruch ins Flöz 8 festgestellt. Zum Flöz 7 hin war ein flächiger Betondamm erkennbar. Nach Aufwältigung des alten Grenzschaftflügels kann das Grubenwasser jetzt über die Grundstrecke Flöz 8 zum alten Grenzschaftflügel abfließen und der Zufluss an der Blechplatte ist trockengelegt. Eine Auswirkung des Rückstaus aus dem Flöz 7 wird durch den flächigen Betondamm verhindert.

5.4.6.10 NEBENTRAKT TIEFER BÜNAU STOLLN AUF DEM NEUEN GRENZSCHACHTFLÜGEL

Der neue Grenzschaftflügel (Nebentrakt) des Tiefen Büнау Stollns beginnt wie der alte Grenzschaftflügel am Streckenkreuz beim Grenzdamm / Rainstein Schacht. Er mündet am Flöz 8 kurz vor dem Verfallpunkt in den alten Grenzschaftflügel und wurde in der Periode 10 zwischen 1918 und 1920 auf Flöz 7 bis zum Brandklüfter Morgengang aufgefahen. Der Anschluss bis zum Grenzdamm wurde in der Periode 12 um 1939 im Brandklüfter Greisen aufgefahen. Das Gebirge ist standfest. Die Strecke dient als Besucherfahrweg und besitzt nur eine flache Wassersaige.

Auf dem neuen Grenzschaftflügel gibt es vier Zuflusspunkte von Grubenwasser:

- Bohrkammer Li 4/1955 (W 04) – Grubenwasser aus einer alten Strecke vom Weiten Gesenk nach Nord, deren Verlauf nördlich der Bohrkammer nicht mehr bekannt ist. Das stark anschwellende Grubenwasser tritt seit Frühjahr 2010 ungebremst oberhalb des Tiefen Büнау Stollns mit Spülsand aus dieser alten Strecke aus, die mit einem undichten Damm aus Beton verschlossen ist, und fließt in die Bohrkammer ein. Früher hat der Damm den Spülsand zurückgehalten und nur wenig Grubenwasser an den Fugen durchgelassen. Das Grubenwasser läuft gegenwärtig über zwei Entwässerungsbohrlöcher aus der Bohrkammer auf den neuen Grenzschaftflügel des Tiefen Büнау Stollns ab. Ein Bohrloch ist mit Filtergaze und Abschlauung versehen. Ein zweites Bohrloch hält aus unbekanntem Grund den Spülsand zurück, lässt aber nur sehr wenig Wasser durch. Die auslaufenden Wassermengen sind an der Abschlauung ausliterbar und visuell einschätzbar. Seit 2018 fließt Spülsand aus einem Bohrloch, sodass beide Bohrlöcher am Tiefen Büнау Stollnstoß mit Holzpflocken verschlossen werden mussten. Die Bohrkammer ist hydraulisch mit den teilweise mit Spülsand versetzten Brandklüfter Weitungen verbunden. Die Bohrkammer steht im standfesten Brandklüfter Greisen.
- Flanschrohr Brandklüfter Weitungen (ohne Nr.) – Grubenwasser aus den verspülten Brandklüfter Weitungen. Der ehemalige Südzugang zu den Brandklüfter Weitungen am Streckenknick des neuen Grenzschaftflügels ist mit einem Damm aus Beton verschlossen. Davor wurden Berge abgelagert, die inzwischen teilweise beräumt sind. Ein Flanschrohr mit verrostetem Lochdeckel und dünner Abschlauung ist zugesetzt, sodass hier kein Grubenwasser mehr abläuft.
- Sinterterrasse Brandklüfter Weitungen (W 05) – Grubenwasser aus den verspülten Brandklüfter Weitungen. Die Brandklüfter Weitungen wurden 1943 und 1944 zur Lithiumglimmergewinnung im Kammer-Pfeilerbau aufgefahen. Das Wasser kommt wahrscheinlich aus dem großen verspülten Abbaufeld Ost I Flöz 6. In diesem ungenügend untersuchten Abbaufeld sind keine Beobachtungen zu Fließwegen und Wasserwegsamkeiten überliefert. Das Grubenwasser drückt nach Nordnordost in Richtung Oberer und Tiefer Büнау Stolln. Vermutlich hängt der relativ starke Zufluss von Wasser und Spülsand in die Bohrkammer Li 4/1954 der Brandklüfter Weitung aus einer engen Strecke heraus damit zusammen.
- Abbaufeld im Scheitel des Granites IV Flöz 7 (ohne Nr.) – Grubenwasser aus dem Abbaufeld. Nördlich vom Brandklüfter Morgengang verläuft der neue Grenzschaftflügel im Flöz 7, dass auf der Südseite hinter der eingebauten Stoß- und Firstmauerung auf kleiner Fläche abgebaut wurde. Hier sickert etwas Grubenwasser dem Tiefen Büнау Stolln zu.

5.4.7 GRUBENBEREICH 3 - WESTFLANKE GRUBE ZINNWALD AUF DEN NEUSCHACHTFLÜGEL
 DES TIEFEN BÜNAU STOLLNS

Tabelle 42: Übersicht zum Wasserstammbaum und zu Probenahmen im Grubenbereich 3
 (...) – Probennummer bei VODAMIN, M – Grubenwassermenge ausgelitert, M* - geschätzt, G – Probe und Vor-Ort-Werte, Gv – nur Vor-Ort-Werte, Ws - Wasserstand; Rn – Radonprobe, Tr – Tritiumprobe

Nr.	Proben, Beobachtung VODA-MIN Vita-Min	Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwassers
Grubenbereich 3 - Westflanke der Grube Zinnwald auf den Neuschachtflügel des Tiefen Bünau Stollns			
W 15	Ws	1x G	Wasserstand Becken Neuschacht Flöz 8
W 16 (GW 7)	M, 6x G	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Rohr im Neuschacht
W 17	Ws	M, 1x G	Wasserstand und Überlauf Neuschacht Unterwerksbaue Flöz 10
W 18 (GW 6)	M, 5x G	M, 1x G	Ablauf Neuschacht Morgengang aus dem Flöz 9
W 19	M	M*, 1x G	Ablauf im Wassergesenk vom Flöz 8
W 20	M	M	Tiefer Bünau Stolln Neuschacht Morgengang, gesamt
W 21	nein	-	Reichtroster Weitung Wasserstand
W 22	nein	M*, 1x G	Reichtroster Gesenk I Zwischensohle, Zulauf aus dem Daniel Morgengang
W 23	Ws	nein	Reichtroster Gesenk I, Wasserstand im blauen Rohr
W 24a, b	nein	M*	Tiefer Bünau Stolln Westquerschlag W24b, Kübelort W24a
W 25	nein	M*	Tiefer Bünau Stolln Firste Abbau Daniel Mgg.
W 26	nein	bein	Tiefer Bünau Stolln Grundstr. Flöz 11, gesamt
W 27	M	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Grundstr. Flöz 11 Abzweig 1
W 28	nein	M*, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Grundstr. Flöz 11 Commun Gesenk
W 29 (GW 5)	M, 6x G	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Georgenfelder Querschlag, Kluft Station 250
W 30	nein	nein	Tiefer Bünau Stolln Georgenfelder Querschlag, Überhauen in Flöz 6

Nr.	Proben, Beobachtung VODA-MIN	Vita-Min	Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwassers
W 31	nein	M*, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Georgenfelder Querschlag, Hermann Morgengang	Flözwasser Flöz 9 im Quarzporphyr
W 32	nein	M*, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Georgenfelder Querschlag, Obervereinigtfelder Schacht	Kluftwasser Quarzporphyr und Flözwasser Flöz 7
W 33	M	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Georgenfelder Querschlag, gesamt	Mischwasser Georgenfelder Querschlag W 29 bis W 32
W 34	M	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Grundstrecke Flöz 10	Flözwasser Flöz 10
W 35	M	M*, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Grundstrecke Flöz 9	Flözwasser Flöz 9
W 36	M	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Grundstrecke Flöz 9 Steigortschlauch	
W 37 (GW 44)	M, 1x Gv	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Flöz 8 West Rohr im Damm zum Georg Schacht	lange Ablaufstrecke in offener Flözbahn Flöz 8 mit Bergeversatz und von oberen Flözen
W 38 (GW 19)	M, 1x G	M, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Steigort Flöz 8 Rohr oben und unten	
W 39b	M	M, 1x G, 1x Gv, 1x Rn	Tiefer Bünau Stolln Verfallpunkt Wehr300 mm Neuschachtflügel gesamt	Mischwasser Neuschachtflügel Grubenbereich 3

Tabelle 43: Wasserzuflüsse Grubenbereich 3 nach Menge, Reaktionszeit bei Starkregen, Reaktionstyp

(Es werden nur die genau beobachteten Mess- und Beobachtungspunkte aufgelistet.)

Messpunkt / Grubenbereich	Zuflussmenge		Reaktionszeit in Tagen	Reaktionstyp 1 - stark, schnell 2 - stark, verzögert 3 - schwach, schnell 4 - schwach, verzögert	
	Messphase Min., Max.	Minima in l/min			Maxima in l/min
Messphasen: B (2007 bis 2011) C 11/2011-06/2013 D 08/2018					
Grubenbereich 3 Westflanke der Grube Zinnwald					
Tiefer Büнау Stolln Neuschachtflügel					
W 16 – Neuschachtröhre	C, C D	14,6 10,2	2.167,5	1	1, max. Menge berechnet
W 17 - Grundstrecke Flöz 10 Neuschacht	C/D, C	0,0	5,0		4, max. Menge geschätzt
W 18 - Flöz 9	C, C D	1,8 2,2	124,0	1-2	1
W 19 - Wassergesenk (berechnet)	C D	0,0 0,5	215,0	2	2, C, D Messungen nach Rohrleitungseinbau im Neuschacht
W 20 - Neuschacht Morgengang gesamt	C D, B	1,8 2,7	339,0 720,0	1 1-2	1, max. Wert 720 l/min gilt für B (2007 bis 2011) vor Rohreinbau im Neuschacht
W 22 - Reichtroster Weitung unteres Weitungsfüllort	D, B	0,4	120 (>300)	2	2, (>300) in Phase B (2007-2011) vor dem Dammbau im Überhauen 14
W 24b – Westquerschlag	C/D, C	0,0	5,0	>2	4, max. Menge geschätzt
W 24a - Westquerschlag am Kübelort	C/D, C	0,0	5,0	>2	4, max. Menge geschätzt
W 25 - Gangabbau Daniel Mgg.	C/D, C	0	1,0	2-3	Typ unbekannt, max. Menge geschätzt
W 27 - Grundstr. Flöz 11 Abzweig 1, Rest bei W12 abfließend	C, C D	2,5 1,3	6,0	1	3, konstanter Ablauf
W 28 - Grundstr. Flöz 11 Commun Gesenk	D, C	0,4	30,0	1	3, max. Menge geschätzt
W 29 - Georgenfelder Qu. Station 250	C, C	1,1	3,8	2-3	4, Kluftwasser
W 33 Georgenfelder Querschlag gesamt	C, C D	14,0 12,6	205,5	2-3	2
W 34 - Flöz 10 Grundstrecke	C/D, C	1,0	14,8	2-3	4
W 35 - Flöz 9 Grundstrecke	C/D, C	0,0	8,0	2-3	4, max. Menge geschätzt
W 36 - Flöz 9 Steigort I Flöz 9 Schlauch	C, C D	0,4 0,3	120	1	1
W 37 - Flöz 8 West (Georg)	C, C D	0,0 0,2	1,1	2-3	4

W 38 - Flöz 8 Rohr oben und Schieber unten	C, C D	1,6 1,0	185,9	1	1
W 39b - Wehr Verfallpunkt 300	C, C D	64,8 47,4	3.004,2	1	1

5.4.7.1 NEBENTRAKT NEUSCHACHTFLÜGEL – ÜBERSICHT, W 15 BIS W 39B

Der Neuschachtflügel wurde unter der Bezeichnung Biermaul Querschlag aufgefahren. Der obere Teil des Neuschachtflügels bergseitig vom Reichtroster Schacht ist gemäß der Jahrestafeln zwischen 1730 und 1750 aufgefahren worden. Das Neuschacht Gesenk erreichte den Tiefen Büнау Stolln erst 1802. Der Südwestflügel ist zwischen 1750 und 1754 aufgefahren worden. Zwischen Schnöpfner Schacht und Reichtroster Schacht gibt es keine Jahrestafeln.

Der Neuschachtflügel ist heute ein Nebentrakt der Stollnwasserhaltung. Er nimmt Grubenwasser von der Grundstrecke Flöz 10 (W 17) an der Westflanke der Lagerstätte bis zum Steigort Flöz 8 (W 38) beim Schnöpfner Schacht aus mehreren Zuflusspunkten auf und leitet es zum Verfallpunkt (W 39b) in den Haupttrakt der Stollnwasserhaltung. Der Neuschachtflügel ist zwischen dem Neuschacht und dem Schnöpfner Schacht und weiter bis zum Verfallpunkt (W 39b) mit einer Wassersaige, Grubengleis und Tragwerk versehen, da er zugleich Besucherfahrweg ist.

Die Wassermenge, die im Neuschachtflügel zum Verfallpunkt (W 39b) abgeleitet wird, wird am Verfallpunkt mittels 300 mm Messwehr bestimmt. An allen wesentlichen Zuflusspunkten kann die Wassermenge ausgelitert werden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist entlang des Nebentraktes Neuschachtflügel auf gesichertem Fahrweg möglich.

Das Gebirge im Neuschachtflügel ist gesichert und steht in standfestem Gebirge (Albit, Kalifeldspatit, Greisen).

Es gibt folgende Zuflusspunkte aus Nebentrakten zum Nebentrakt Neuschachtflügel:

- Querschlag zur Grundstrecke Flöz 10 am Neuschacht (W 17)
- Südwestflügel am Neuschacht (ohne Nr., da unbedeutend)
- Neuschacht Morgengang bei der Pumpenkammer (ohne Nr., da unbedeutend)
- Neuschacht Morgengang am Überhauen 1/Wassergesenk (W 20 als Summe von W 18 und W 19)
- Westquerschlag mit Kübelort (W 24a, b)
- Gangabbau Daniel Morgengang/Flöz 11 (W 25)
- Grundstrecke Flöz 11 West (W 26)
- Georgenfelder Querschlag (W 33 als Summe von W 29 bis W32)
- Grundstrecke Flöz 10 (W 34)
- Grundstrecke Flöz 9 (W 35, W 36)
- Grundstrecke Flöz 8 West (W 37)
- Steigort Flöz 8 (W 38)

Hinzu kommt viel Grubenwasser aus den Flözen 6 und 8 (Wasserbecken, W 15), dem Oberen Büнау Stolln und dem Neuschacht selbst (W 16), mit dem man im oberen Teil den klüftigen Quarzporphyr durchteuft hat.

Aus der Wassersaige des Neuschachtflügels kann noch an zwei Punkten Grubenwasser in die Reichtroster Weitung geleitet werden:

- Reichtroster Weitung Süd - Bohrloch bergeseitig der Verrohrung am Margarethe Gesenk
- Reichtroster Weitung Nord - Bohrloch am Nordzugang

Beide Zulaufpunkte in die Reichtroster Weitung sind im Normalbetrieb mit je einem Holzstöpsel verschlossen.

Zwei weitere Zuläufe in die Reichtroster Weitung sind baulich verändert worden:

- Aus der Wassersaige des Neuschachtflügels zum Reichtroster Gesenk II - Der Zulaufpunkt wurde 2011 abgedichtet.
- Aus dem Daniel Morgengang zum Reichtroster Gesenk I im unteren Weitungsfüllort - Die Zulaufmenge wurde 2010 und 2011 durch Maßnahmen im Flöz 8 und im Neuschacht Gesenk / Überhauen 15 stark reduziert. Der Wasserweg zum Daniel Morgengang und im Morgengang ist durch Befahrungen der Grundstrecke Flöz 10 Nord am Neuschacht rekonstruierbar.

5.4.7.2 NEBENTRAKT GRUNDSTRECKE FLÖZ 10 AM NEUSCHACHT, W17, W 22

Die Grundstrecke Flöz 10 wird vom Neuschacht aus auf einem kurzen Querschlag erreicht, der über die Bohrkammer Li 10/1955 weiter bis zum Kopf des Fallortes I am abgesoffenen Unterwerksbau aufgewältigt und mit einer aufgemauerten Wettertür verschlossen wurde. Die Unterwerksbaue vom Flöz 10 entwässern über die Wassersaige des Querschlages zum Neuschachtflügel des Tiefer Bünau Stolln. Es fließt nur noch wenig Wasser aus dem Flöz 10 ab, nachdem 2010 der zeitweise sehr starke Zufluss zu den Unterwerksbauen aus dem Flöz 8 am dortigen Kopf des Überhauens 14 mit einem Damm aus vermörtelten Bruchsteinen abgeriegelt wurde. Dadurch wurde auch der im Flözversatz des Flözes 10 verborgene Überlauf der Unterwerksbaue vom Flöz 10 nach Nordost zum Daniel Morgengang und weiter zum Gesenk I der Reichtroster Weitung trockengelegt. Der Wasserstand in den Unterwerksbauen kann am Kopf des Fallortes I Flöz 10 gemessen werden (W 17). Der Ablauf in der Wassersaige zum Neuschachtflügel des Tiefen Bünau Stollns ist visuell beobachtbar. Der Querschlag zur Grundstrecke Flöz 10 ist im Bereich der Bohrkammer Li 10/1955/Daniel Morgengang nicht gesichert.

Die Grundstrecke Flöz 10 Nord ist am Zugang teilversetzt und durch Blockbruch gefährdet, danach bis zu einem Verbruch fahrbar. Sie folgt etwa dem Daniel Morgengang, der hier zugleich die tektonische Grenze zwischen Granit und Quarzporphyr bildet. Am fahrbaren Ende der Grundstrecke liegt ein verfülltes Gesenk und versetzter Flözabbau. Beide liegen oberhalb der Reichtroster Weitung am Daniel Morgengang. Hier muss im Versatz ein Überlauf aus dem Flöz 10 Unterwerksbau in den Daniel Morgengang liegen, der von der Westflanke der Reichtroster Weitung im Niveau Besucherplattform angeschnitten ist und wasserwegsam bis zum Reichtroster Gesenk I unteres Weitungsfüllort (W 22) ist. Gegenwärtig fließt auf einem anderen, unbekanntem Wege bei Tauwetter oder Starkregen kurzzeitig relativ stark Wasser über den Daniel Morgengang in die Reichtroster Weitung (W 22), jedoch deutlich weniger als vor dem Dammbau am Überhauen 14 im Flöz 8.

Die Grundstrecke Flöz 10 Süd mit dem Südwestquerschlag ist am Zugang durch Blockbruch gefährdet und bis zur Rolle 2 von Flöz 9 nach Flöz 10 teilversetzt, danach bis vor Ort im standfesten, jedoch ungesicherten Gebirge fahrbar. Die Grundstrecke Flöz 10 Süd folgt bis zum Fallort 2 auf Flöz 10 etwa dem Daniel Morgengang, der hier zugleich die tektonische Grenze zwischen Granit und Quarzporphyr bildet. Auf der gesamten Streckenlänge gibt es nur etwas Tropfwasser.

5.4.7.3 WASSERZUFLUSS AUS DEM NEUSCHACHT, W 16

Der Neuschacht ist bis zum Flöz 8 geteuft und führt dort seitlich versetzt als Neuschacht Gesenk bis zum Tiefen Bünau Stolln. Neuschacht und Neuschacht Gesenk sind im Zuge der Sanierung 2011 und 2018 von über Tage bis zum Tiefen Bünau Stolln mit neuer Fahrung ausgestattet worden, stehen im standfesten Gebirge und sind im Querungsbereich des Daniel Morgengang mit Mauerung gesichert.

Das dem Neuschacht zwischen Flöz 6 und 8 benachbarte, offene Überhauen 15 kommt vom Flöz 6 herab, bindet den Oberen Bünau Stolln über eine Stichstrecke mit ein und endet neben der Sohle des Neuschachtes im Flöz 8. Zwischen dem Oberen Bünau Stolln und dem Flöz 8 wurde im Überhauen 15 im Jahre 2010 ebenfalls eine Fahrung eingebaut.

Aus dem Niveau Oberer Bünau Stolln wird das Grubenwasser seit Februar 2010 im benachbarten Überhauen 15 über neue PVC-U-Rohrleitung zum Flöz 8 geleitet. Diese Grubenwasser gelangt seit Juni 2011 nicht mehr in das Wasserbecken vom Flöz 8 (W 15) mit seinen Überläufen in andere Gesenke, sondern wird aus einem kleinen Übergabebecken mittels einer zweiten PVC-U-Rohrleitung im Neuschacht Gesenk vom Flöz 8 bis zum Tiefen Bünau Stolln (W 16) weitergeführt. Beide Rohre leiten große Mengen Grubenwasser aus dem südwestlichen Flügel des Oberen Bünau Stollns sicher zur Wassersaige des Tiefen Bünau Stollns ab, ohne eine Verteilung im Flöz 8 zuzulassen. Im Füllort Flöz 8 wird auch das Kluftwasser des Neuschachtes in die zweite Rohrleitung eingebunden.

Die Wasserwegsamkeiten sind bis ins Flöz 6 hinauf aufgeklärt und auf ungesicherten Fahrwegen teilweise kontrollierbar. Am Rohrauslauf auf dem Tiefen Bünau Stolln kann die Wassermenge gemessen werden (W 16).

5.4.7.4 NEBENTRAKT SÜDWESTFLÜGEL AM NEUSCHACHT

Der Südwestflügel des Tiefen Bünau Stollns am Neuschacht führt auf einem Bogenturm des Daniel Morgengang nach Südwest und winkelt dann ein kurzes Stück nach Südost in Richtung Staatsgrenze zu ab, ohne diese zu erreichen. Im Südwestflügel steht Wasser in der schlammigen Wassersaige. Das Tragwerk ist verfault. Die Wassermenge aus dem Südwestflügel ist sehr gering. Es sickert nur wenig Grubenwasser dem Neuschachtflügel zu. Das Gebirge im Südwestflügel ist wegen dem Vortrieb im Morgengang nachbrüchig, der Stollnflügel zu Kontrollzwecken jedoch fahrbar.

5.4.7.5 NEBENTRAKT NEUSCHACHT MORGENGANG BEI DER PUMPENKAMMER

Der Neuschacht Morgengang quert bei der Pumpenkammer den Neuschachtflügel. Nach beiden Seiten ist ein Gangabbau auf Greisen ausgelängt und im Neuschacht Morgengang Südwest zweigt eine Stollnstrecke nach Südost ab, die auch jenseits der Staatsgrenze in Richtung Rössel Zeche um 1850 / 1860 vorangetrieben ist, dort jedoch nicht mit zu entwässernden Grubenbauen durchschlägig geworden ist. Auf dem Neuschacht Morgengang nach Nordost ist ein Gangabbau entwickelt, dessen unterer Teil als Pumpenkammer mit Wasserbecken für die Zinnwalder Wasserversorgung nachgenutzt wurde.

Die Wassermenge aus den genannten Strecken und Abbauen ist sehr gering. Es sickert so gut wie kein Grubenwasser dem Neuschachtflügel zu. Sowohl der kleine Unterwerksbau im Neuschacht Morgengang Südost als auch das Wasserbecken im Neuschacht Morgengang Nordost stehen voll Wasser.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist vom Neuschachtflügel aus möglich.

Das Gebirge auf dem Neuschacht Morgengang ist standfest. Auch die Strecke nach Südost ist im standfesten Greisen aufgefahren.

5.4.7.6 NEBENTRAKT NEUSCHACHT MORGENGANG AM Ü 1 / WASSERGESENK, W 18 BIS W20

Der Neuschacht Morgengang quert beim Überhauen 1/Wassergesenk erneut den Neuschachtflügel vom Tiefen Bünau Stolln unmittelbar über der Firste der Reichtroster Weitung. Hier fließt Grubenwasser der Flöze 8 (Wassergesenk, W 19) und Flöz 9 (aus dem Überhauen 2, W 18) zusammen in die Wassersaige des Tiefen Bünau Stollns (W 20). Vom Tiefen Bünau Stolln gelangt man über das kurze Überhauen 1 zu einer Zwischensohle, die über das Wassergesenk hinweg weiter hinauf im Überhauen 2 ins bebaute Flöz 9 führt.

Das Überhauen 2 (W 18) leitet Grubenwasser des Flözes 9 in einer neuen PVC-U-Rohrleitung geordnet zum Wassergesenk, wo es zum Tiefen Bünau Stolln verstürzt. Das Wassergesenk (W 19) wird an seinem Kopf im Flöz 11 vom Überhauen 13 mit Grubenwasser beaufschlagt. Das Überhauen 13 beginnt im Flöz 8 und endet im Flöz 11. Es ist mit Bergen verfüllt, die begrenzt wasserwegsam sind. Das Flözwasser vom Flöz 8 gelangt so über das Überhauen 13 und Wassergesenk zum Tiefer Bünau Stolln. Ein kleiner Anteil läuft in den Versatz vom Flöz 11 bis auf dessen Förderstrecke, dort weiter zum Steigort 1 im Flöz 11 und auf diesem Steigort nach dem Tiefen Bünau Stolln zum Abzweig 2 der Grundstrecke Flöz 11 (W 12) ab.

Die Wassermenge aus dem Flöz 9 ist relativ hoch und schwankt stark. Auf der Zwischensohle kann die Wassermenge vom Flöz 9 am Rohrauslauf gemessen werden. Die Wassermenge aus dem Flöz 8 im Wassergesenk ist jetzt nur noch gering. Allerdings ergaben Wasserstandsmessungen im Wasserbecken Flöz 8 im Jahre 2012, dass bei Tauwetterspitzen Wasser aus dem Oberen Bünau Stolln im Überhauen 15 vom Ablaufrohr nicht vollständig aufgenommen werden kann und kurzzeitig in das Wasserbecken überläuft. Dieser Überlauf gelangt teilweise zum Überhauen 13. Das Wassergesenk ist an seinem Fuß etwas über dem Tiefen Bünau Stolln mit einem Fußdamm aus Beton mit Rohrdurchlass verschlossen. Das Grubenwasser wird vom Rohrdurchlass mittels Schlauch zur Wassersaige des Tiefen Bünau Stollns geleitet. Am Schlauchauslauf kann die Grubenwassermenge vom Wassergesenk (W 20) gemessen werden, die sich aus den Zuflüssen vom Flöz 8 und Flöz 9 zusammensetzt. Mittels Differenzbildung unter Hinzuziehung der Zuflussmenge vom Flöz 9 (W 18) kann die Zuflussmenge vom Flöz 8 (W 19) errechnet werden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf teilweise gesicherten Kontrollwegen der Flöze 8, 9 und 11 sowie auf der Zwischensohle möglich.

Das Gebirge auf dem Tiefen Bünau Stolln und der Zwischensohle im Neuschacht Morgengang besteht aus Greisen und ist daher standfest.

5.4.7.7 NEBENTRAKT WESTQUERSCHLAG MIT KÜBELORT, W 24A, B

Der Westquerschlag ist als Erkundungsstrecke auf dem Tiefen Bünau Stolln vom Neuschachtflügel beim Reichtroster Schacht nach Nordwest aufgefahren. Dabei hat er den Daniel Morgengang mit einem Überhauen ins Flöz 11 sowie abgesunkene Teile des bebauten Flözes durchörtert und danach den Quarzporphyr erreicht. Aus dem Quarzporphyr rinnt ganz wenig Kluftwasser auf den Westquerschlag. Nur bei Abflussspitzen fließt aus dem Flöz 11 Grubenwasser ins Überhauen und gelangt auf den Westquerschlag. Das Wasser sucht sich einen Weg zum Neuschachtflügel am Westquerschlag (W 24a) und auf einer Gangstrecke zum Kübelort (W 24b) auf dem Neuschachtflügel. Der Westquerschlag ist in der Querung des Daniel Morgengang dicht verbrochen und die Strecken zum Kübelort sowie zum

Beginn des Westquerschlages am Neuschachtflügel sind mit Bergen und Altholz teilversetzt und wetterdicht zum Neuschachtflügel mit Spritzbeton gesichert.

Die Wassermenge ist gut bei Abflussspitzen an beiden Zuflussspitzen auf dem Neuschachtflügel zu beobachten.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist am Kopf des Überhauens im Flöz 11 vom Reichtroster Schacht aus auf ungesichertem kurzen Fahrweg möglich. Eine Befahrung des Westquerschlages ist vom Fuß dieses Überhauens nur nach Sicherung einer vorhandenen Blockbruchlücke möglich.

Das Gebirge ist am Daniel Morgengang bereits blockartig voll verbrochen und im weiteren Verlauf im Quarzporphyr standfest.

5.4.7.8 WASSERZUFLUSS AUS DEM GANGABBAU DANIEL MORGENGANG / FLÖZ 11, W 25

Ein Gangabbau des Daniel Morgenganges reicht zwischen dem Kübelort und der Grundstrecke Flöz 11 an einer Stelle direkt die Firste vom Tiefen Büнау Stolln im Neuschachtflügel. Dort ist die Stollnfirste gegen den Altbergbau mit Spritzbeton wetterdicht verdämmt worden. Trotzdem drückt Grubenwasser bei Abflussspitzen hindurch. Das Grubenwasser kommt aus dem bebauten Flöz 11. Die Wassermenge ist gering und gut bei Abflussspitzen in der rechten Firste auf dem Neuschachtflügel (W 25) zu beobachten.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist im Flöz 11 auf ungesicherten Fahrwegen vom Reichtroster Schacht aus möglich.

Das Gebirge ist im Neuschachtflügel des Tiefen Büнау Stollns auf dem Daniel Morgengang standfest und in der Firste mit Stahlkappen und Spritzbeton gesichert.

5.4.7.9 NEBENTRAKT GRUNDSTRECKE FLÖZ 11 WEST, W 26 BIS W 28

Die Grundstrecke Flöz 11 West (Nebentrakt) führt Grubenwasser aus dem Zentrum der Lagerstätte ab. Die Grundstrecke Flöz 11 folgt der gut ausgebildeten, mineralisierten Großen Querkluft. Die gesamte Grundstrecke wurde zwischen dem Felix Morgengang im Osten und dem Neuschachtflügel im Westen als Stollnflügel im Niveau Tiefer Büнау Stolln bis Ende des 18. Jahrhunderts aufgefahren. Der Westteil dieses Stollnflügels beginnt am Neuschachtflügel und endet am halbhohen Streckendamm (Ziegel- und Spritzbetondamm), der zwischen den Abzweigen 1 (W 27) und 2 (W 12) eingebaut ist. Die Fließrichtung der Grundstrecke Flöz 11 West ist wie bisher zum Neuschachtflügel des Tiefen Büнау Stollns gerichtet. Die Grundstrecke Flöz 11 West wurde aufgewältigt und berissen sowie im Querungsbereich des Neuschacht Morgengang der Bruch beräumt und die Kontur gesichert. Der Ablauf in die Wassersaige vom Neuschachtflügel ist mit einem stets wassergefüllten Bogenstück wetterdicht verschlossen, die Grundstrecke mit aufgemauerter Wettertür vom Wetterstrom des Besucherbergwerkes abgetrennt.

Auf der Grundstrecke Flöz 11 West (Nebentrakt) gibt es zwei Zuflussspitzen:

- Abzweig 1 (Nebentrakt, W 27) – Grubenwasser vom Feuerlöschteich (W 99) am Zinnwalder Huthaus und von den Flözen 6, 7, vom Flöz am Kopf des Überhauen 16 den Oberen Büнау Stolln querend nach dem Flöz 8 und vom Flöz 8 selbst. Das sehr stark anschwellende Grubenwasser gelangt über weitgehend aufgeklärte Wasserwegsamkeiten bis zum Wasserbecken neben der Grundstrecke Flöz 11. Von dort läuft es über den Abzweig 2 (W 12) mit halbhohem Ziegeldamm und Rohrablauf zur Grundstrecke Flöz 11 Ost ab. Nur ein sehr geringer Anteil des Grubenwassers kann über den Abzweig 1 (W 27) am halbhohen Spritzbetondamm mit Rohrablauf gedros-

selt auf die Grundstrecke Flöz 11 West zum Neuschachtflügel ablaufen. An den Rohr-
abläufen kann die stark schwankende Wassermenge gemessen werden. Das Gru-
benwasser kann von den Abzweigen 1 und 2 bis zum Fuß des steil ansteigenden Flö-
zes 11 an mehreren Stellen kontrolliert werden. Weiter bergwärts liegt Blockbruch in
der abgebauten Flözbahn. Der Bereich des Abzweiges 1 steht im standfesten Gebir-
ge.

- Commun Gesenk (W 28) – Grubenwasser vom Flöz 10. Im Commun Gesenk rinnt
bzw. fließt ständig Grubenwasser aus dem Flöz 10 zur Grundstrecke Flöz 11 West.
Der Wasserweg im Flöz 10 ist nur auf einem abbaubegrenzenden Steigort zu be-
obachten. Aus den Flözen 8 und 9 gibt es keinen Zufluss in das Commun Gesenk.
Das Commun Gesenk ist offen. Im Flöz 10 klemmt ein Block im Gesenk. Deshalb ist
ein massiver Kopfschutz aus Holz über dem Tiefen Büнау Stolln eingebaut.

Die Wassermenge kann nur am gedrosselten Abzweig 1 (W 27) ausgelitert werden. Der
ständige Zufluss vom Commun Gesenk (W 28) und der Gesamtzufluss zum Neuschachtflü-
gel (W 26) sind visuell beobachtbar.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf der gesicherten Grundstrecke Flöz 11 möglich.
Die mit den Abzweigen 1 und 2 zusammenhängenden Wasserwegsamkeiten in den Flözen 6,
7, Flöz am Kopf des Überhauen 16 und Flöz 8 sind auf meist ungesicherten Fahrwegen kon-
trollierbar. Ebenso gilt das für den Zulauf zum Commun Gesenk im Flöz 10 sowie den Kopf
des Commun Gesenkes im Flöz 9.

Das Gebirge auf der Grundstrecke Flöz 11 West besteht aus standfestem Greisen, die Que-
rung des Neuschacht Morgengang ist mit Stahl, Matten, Spritzbeton gesichert und das
Commun Gesenk mit Kopfschutz aus Rundholz versehen.

5.4.7.10 NEBENTRAKT GEORGENFELDER QUERSCHLAG, W 29 BIS W 33

Als Georgenfelder Querschlag werden zwei Streckenabschnitte bezeichnet, die vom Neu-
schachtflügel nach Nordwest führen. Es handelt sich um den im engen Profil zwischen dem
Neuschachtflügel und dem Frisch Hoffnung Morgengang aufgefahrenen Vereinigtfelder
Querschlag der gleichnamigen Grube und dem sich anschließenden im Profil 2 x 2 m in der
Periode 12 um 1939 als Erkundungsstrecke aufgefahrenen eigentlichen Georgenfelder Quer-
schlag bis vor Ort. Nordwestlich der Querung des Hermann Morgengang ist die als tektoni-
sche Störung ausgebildete Grenze zwischen Granit und Quarzporphyr mit dem Georgenfel-
der Querschlag durchörtert worden.

Mit der Öffnung des Druckdammes 3.2 am Zugang nahe am Neuschachtflügel im Jahre
2008 ist der gesamte Georgenfelder Querschlag wieder befahrbar und das Grubenwasser
aus dem Querschlag und aus Stollnflügeln kann ungehindert zum Neuschachtflügel ablau-
fen.

Der Georgenfelder Querschlag hat zwischen dem Obervereinigtfelder Schacht und der
Grundstrecke auf Flöz 9 nach Nordost mehrfach wasserwegsame Verbindungen zum stark
bebauten Flöz 9. Im Georgenfelder Querschlag ist am Kopf des Überhauen 3 auch die För-
derstrecke im nach Nordost teilweise bebauten Flöz 6 angeschlossen.

Im Vereinigtfelder Querschlag liegt vom Obervereinigtfelder Schacht bis zum Frisch Hoff-
nung Morgengang noch Grubengleis mit Tragwerk. Im weiteren Verlauf des eigentlichen
Georgenfelder Querschlages bis vor Ort ist die natürliche Streckensohle vorhanden. In den
Stollnflügeln auf den Morgengängen liegen stellenweise Bruchmassen.

Auf dem Georgenfelder Querschlag und den Stollnflügeln gibt es mehrere Zuflusspunkte von Gruben- und Kluftwasser:

- Eigentlicher Georgenfelder Querschlag – Kluftwasser an zahlreichen Stellen im Quarzporphyr. Das Kluftwasser fließt ständig zu. Der Hauptzufluss kommt von einer Riesenkluft bei Station 250 (W 29). Aus dem benachbarten Überhauen nach Flöz 6 (W 30) kommt nur leicht rinnendes Kluftwasser. Das am Überhauen 3 angeschlossene Abbaufeld West IV Flöz 6 entwässert nach Nordost zur Grundstrecke im Tiefen Bünau Stolln.
- Grundstrecke Flöz 9 Nord – kein sichtbarer Zufluss. Das steigend und fallend (Unterwerksbau) aufgefahrene und befahrbare kleine Abbaufeld hat keine sichtbaren Kluftwasserzuflüsse. Der Unterwerksbau steht voll Wasser, es sickert aber nur unmerklich etwas Grubenwasser in der mit Bruchmassen bedeckten Sohle zum Georgenfelder Querschlag.
- Grundstrecke Flöz 9 Südwest auf dem Hermann Morgengang – ständiger Grubenwasserzufluss (W 31). Das Grubenwasser kommt aus dem Flöz 9. Die Strecke des Tiefen Bünau Stollns ist auf dem Hermann Morgengang durch Teilverbrauch bis zu einem Überhauen ins Flöz 9 fahrbar, an dem ein verbrochenes Steigort im Flöz 9 beginnt. Daran schließt sich ein sehr großes Grubenfeld des Flözes 9 an. Das Grubenwasser fließt gegenwärtig aus dem abgebauten Flöz 9 zu einem Streckenverbrauch, der im Niveau Tiefer Bünau Stolln auf dem Hermann Morgengang bergseitig des Überhauens beginnt. Das Wasser sucht sich dann auf der alten Streckensohle durch Verbrauchsmassen einen Weg bis zum Georgenfelder Querschlag (W 31).
- Stollnflügel auf dem Frisch Hoffnung Morgengang (ohne Nr.) – wenig Grubenwasser am Grundablass des halbhoher Ziegeldammes. Am Abzweig vom Georgenfelder Querschlag ist ein neuer halbhoher Ziegeldamm mit Sohlablauf eingebaut. Der Sohlablauf kann mit einem Steigrohr verschlossen werden, soll jedoch offen bleiben, da stets etwas Grubenwasser zusitzt. Das Grubenwasser kommt nach den Kontrollbefahrungen aus Überhauen im Frisch Hoffnung Morgengang die ins Flöz 9 führen sowie von der Grundstrecke Flöz 9 von der aus ein Unterwerksbau angelegt wurde. Im weiteren Verlauf des Stollnflügels stößt man auf die beiden offenen Rollen ins Flöz 6 mit wahrscheinlich von dort gekommenem Spülsand des Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord Abbaufeld West II Flöz 6.
- Gangabbau Albert Morgengang (ohne Nr.) – stark anschwellendes Grubenwasser bei Abflussspitzen. Der Gangabbau im Begleitgreisen ist nur auf kurze Distanz mit ca. 8 m Höhe angelegt worden. Am Nordostende der Firste ist in das bebaute Flöz 9 durchgeschlagen worden. Der Durchschlag ist unzugänglich mit Blockbruch versetzt, der jedoch Grubenwasser aus dem Flöz 9 abfließen lässt.
- Stollnflügel auf dem Obervereinigtfelder Morgengang (ohne Nr.) – ständig in geringer Menge zufließendes Grubenwasser. Der Stollnflügel ist nur bis zu einem Vollverbrauch befahrbar. Das Grubenwasser kommt aus einer kurz vor dem Ende des Stollnflügels vorhandenen, verfüllten Rolle aus dem Flöz 9 und zu einem geringeren Teil aus dem Morgengang selbst. Der Rollenkopf ist auf ungesicherte Fahrwegen im Flöz 9 erreichbar.
- Obervereinigtfelder Schacht (W 32) – Fugenwasser aus der Schachtfußplombe. Die Schachtfußplombe ist an drei Seiten auf dem Georgenfelder Querschlag sichtbar. Es tritt bei leicht erhöhten Abflüssen und Abflussspitzen Wasser ohne Spülsand über Fugen zwischen Beton und Gebirge aus, das von den durchörterten Flözabbauen kommt.

- Überhauen Daniel Morgengang (ohne Nr.) – Grubenwasser des Überhauens. Zwischen Wettertür und Pfostrandamm am Abzweig des Georgenfelder Querschlages ist eine kurze nach Südwest auf dem Daniel Morgengang aufgefahrene Förderstrecke zu einer Förderrolle mit einem Damm aus Beton verschlossen worden. Mit diesem Streckenstück hat man eine aus dem Flöz 9 kommende Rolle unterfahren und zur Abförderung der Erze und Berge genutzt. Die Rolle mit einem Gangabbau ist vom Flöz 9 aus an zwei Punkten noch befahrbar. Das sich in der Rolle sammelnde Grubenwasser rinnt aus einem Überlaufrohr im Damm auf den Georgenfelder Querschlag.

Die Wassermenge aus dem ständig fließendes Grubenwasser führenden Georgenfelder Querschlag kann bergseitig vom Zuflusspunkt auf den Neuschachtflügel am Rohauslauf (W 33) ausgelitert werden. Ein zweiter Messpunkt wurde bei Station 250 (W 29) am Kluftwasserzuflusspunkt geschaffen. Die übrigen Zuflüsse zum Georgenfelder Querschlag sind nur visuell beobachtbar.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf den ungesicherten Fahrwegen des Georgenfelder Querschlages möglich. Die Fahrwege auf dem Obervereinigtfelder Morgengang, dem Frisch Hoffnung Morgengang dem Hermann Morgengang und der Grundstrecke Flöz 9 Nord sind wie die in der Flözbahn vom Flöz 9 ungesichert und bruchgefährdet.

Das Gebirge des Vereinigtfelder Querschlages bis zum Frisch Hoffnung Morgengang ist an den querenden Morgengängen nachbrüchig (Obervereinigtfelder Morgengang, Albert Morgengang, Frisch Hoffnung Morgengang) sonst meist im Greisen stehend standfest. Der Obervereinigtfelder Schachtfuß im Tiefen Büнау Stolln ist mit einer Fußplombe aus Beton gesichert. Das Gebirge des eigentlichen Georgenfelder Querschlages ist bis zur Granit/Quarzporphyrgrenze an drei querenden Morgengängen nachbrüchig, sonst standfest.

Das Gebirge auf dem Obervereinigtfelder Morgengang, dem Frisch Hoffnung Morgengang, dem Hermann Morgengang und dem unbenannten Morgengang an der Grundstrecke Flöz 9 Nord ist stellenweise stark bruchgefährdet.

5.4.7.11 NEBENTRAKT GRUNDSTRECKE FLÖZ 10, W 34

Die Grundstrecke Flöz 10 zweigt nach West vom Neuschachtflügel ab. Die Grundstrecke ist mit dem Druckdamm 3.3 verschlossen, der einen Durchstieg mit Deckel und Grundablass (W 34) besitzt. Von den insgesamt vier abgehenden Steigorten bzw. Rollen führt eine trocken ins Flöz 9. Auf zwei der drei Steigorte bzw. Rollen des Flözes 10 fließt Grubenwasser zur Grundstrecke ab. Die Grundstrecke winkelt bergseitig der Rolle 4 mehrfach ab und endet an einem kleinen Flözabbau mit Verbruch. Der Frisch Hoffnung Morgengang ist nicht mehr erreichbar.

Die Wassermenge aus beiden Steigorten bzw. Rollen schwankt, ist jedoch relativ gering. Vom Abbau am Ende der fahrbaren Grundstrecke und dessen verbrochener Verbindung zum Frisch Hoffnung Morgengang fließt kein Grubenwasser zu. Die Wassermenge kann am Grundablass des Druckdammes 3.3 ausgelitert werden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist entlang der Grundstrecke und Steigort auf ungesicherten Fahrwegen bis zu Verbrüchen möglich.

Das Gebirge in der Grundstrecke und in den Flözbahnen ist nachbrüchig.

5.4.7.12 NEBENTRAKT GRUNDSTRECKE FLÖZ 9, W 35, W 36

Die Grundstrecke Flöz 9 zweigt nach Südost vom Neuschachtflügel ab und führt am Fallort / Steigort I Flöz 9 bis kurz vor das Fallort / Steigort II / Flöz 9. Das Flöz 9 ist steigend stark bebaut. Hinter den Versatzmauern ist um 1918 Handversatz aus grobem Wäschsand eingebracht worden. Die Wassersaige führt das aus dem Versatz zudringende und das aus dem Steigort I Flöz 9 (W 36) zufließende Grubenwasser ab. Das Steigort I Flöz 9 ist oberhalb der Grundstrecke Flöz 9 mit dem Druckdamm 3.9 verschlossen, aus dem das Grubenwasser durch ein Flanschrohr mit Abschlachtung zur Wassersaige der Grundstrecke Flöz 9 (W 36) geleitet wird.

Das gesamte Grubenwasser der Grundstrecke Flöz 9 (W 35) wird geordnet in die Wassersaige des Neuschachtflügels geleitet. Der Fließweg beginnt nach dem Fallort II Flöz 9. Auf dem Weg bis zum Steigort schlauch (W 36) wird Grubenwasser aufgenommen, das aus dem Versatz des aufsteigend bebauten Flöz 9 und aus dem Neuschacht Morgengang zuzickert. Der frühere Ablauf in das Fallort I Flöz 9 ist abgedämmt.

Das Steigort I Flöz 9 ist hinter dem Druckdamm 3.9 verbrochen, kann aber auf anderem Wege von der Grundstrecke Flöz 10 aus befahren werden. Das Grubenwasser kommt sowohl von den Abbauen im Flöz 9 entlang der Querkluft am oberen Ende des Steigortes als auch aus Richtung einer Förderstrecke zum Obervereinigtfelder Schacht. Der Obervereinigtfelder Schacht ist nach dem Hochwasser von 2002 nachgebrochen und wurde 2003 vom Tage herein bis in die oberen Flözbahnen aufgewältigt und mit Beton verplombt (Schadstellen-Nr. 10/03/55/30). Seitdem ist die Wassermenge aus dieser Richtung spürbar geringer.

Die Wassermenge aus der Abschlachtung des Steigortes I Flöz 9 (W 36) schwankt stark, ist jedoch relativ gering und kann am Schlauchauslauf ausgelitert werden. Das aus dem Versatz der Grundstrecke Flöz 9 in geringer Menge zuzitzende Grubenwasser ist wie der Gesamtzufluss zum Neuschachtflügel nur visuell beobachtbar.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf der gesicherten Grundstrecke Flöz 9 und auf ungesicherten Fahrwegen zum Steigort I Flöz 9 sowie den Förderstrecken im Flöz 9 bis zum Obervereinigtfelder Schacht möglich.

Das Gebirge in der Grundstrecke Flöz 9 ist bis auf querende Morgengänge, die mit Holzausbau gesichert sind, standfest.

5.4.7.13 NEBENTRAKT GRUNDSTRECKE FLÖZ 8 WEST, W 37

Die Grundstrecke Flöz 8 nach West zum Georg Schacht ist am Neuschachtflügel mit einem Damm verschlossen. Dahinter liegt wahrscheinlich nur wenig Spülversatz, weil im Vorfeld dieses Dammes noch zwei Dämme im Flöz 8 beim Georg Schacht errichtet worden sind. Der Bereich gehörte zum Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord. Unter der Firste entwässert die Grundstrecke Flöz 8 West über eine Bohrung im Damm mit einer PVC-U DN 50 Rohrleitung (W 37) auf den Neuschachtflügel. Es tritt mit dem Grubenwasser kein Spülsand aus.

Die Wassermenge, die aus der Grundstrecke Flöz 8 West zufließt, ist sehr gering und kann am Rohrauslauf ausgelitert werden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit auf Strecken und Abbauen im Flöz 8 im Bereich Georg Schacht ist wegen der Dämme nicht möglich.

Das Gebirge am Damm beim Neuschachtflügel ist mit Beton gesichert.

5.4.7.14 NEBENTRAKT STEIGORT FLÖZ 8, W 38

Zwischen dem Schnöpfner Schacht und dem Tunnel zum Verfallpunkt ist am Südstoß der Druckdamm 3.10 am Steigortfuß Flöz 8 eingebaut worden. Dieser Druckdamm besitzt an der Sohle ein Entwässerungsrohr mit Schieber (W 38). In mittlerer Streckenhöhe wurde 2011 ein Loch durch den Druckdamm gebohrt, das ständig Wasser über ein eingebautes PVC-U DN 50 Rohr ableitet (W 38).

Die Wassermenge aus dem Steigort schwillt bei Abflussspitzen sehr stark und vor allem sehr rasch an. In Trockenphasen fließt ständig etwas Grubenwasser. Sehr wahrscheinlich sammelt sich hier auch das Grubenwasser aus dem Abbaufeld Flöz 8 bis zum Georg Schacht und dessen Steigort im Flöz 8. Der Flözabbau wurde zur Gewinnung von Resterzen 1918 bis 1923 und 1940 bis 1941 betrieben.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist gegenwärtig nicht möglich.

Das Gebirge am Damm 3.10 ist standfest.

5.4.7.15 HAUPTTRAKT VERFÄLLPUNKT, W 39A, B

Der neu aufgefahrene Verfallpunkt nahe des Schnöpfner Schachtes dient der Ableitung des Grubenwassers vom Tiefen Bünau Stolln zum Tiefen Hilfe Gottes Stolln. Zum Verfallpunkt wird das Grubenwasser in der Wassersaige vom alten Grenzschaftflügel (Haupttrakt) und vom Neuschachtflügel (Nebentrakt) des Tiefen Bünau Stollns geleitet. Im Einlaufbauwerk wird das Grubenwasser in je einem Wehrkanal unter einer Tauchblende hindurch über eine Sohlschwelle mit Wehrblechen in das mit 45° Neigung vom Fallort I Flöz 9 hochgebrochene Steigort geleitet. Das Fallort I Flöz 9 stellt danach mit 1:3 Gefälle die Verbindung zum Niveau des Tiefen Hilfe Gottes Stollns her. Das Grubenwasser fließt frei auf der Sohle beider Grubenbaue zum Querschlag I des Tiefen Hilfe Gottes Stollns ab.

Die Wassermenge aus dem alten Grenzschaftflügel, der auch das Wasser des neuen Grenzschaftflügels aufnimmt, kann am Rechteckwehr mit 500 mm breitem Überlauf und zugehörigem Messstab gemessen werden (W 39a). Die Wassermenge aus dem Neuschachtflügel wird mit einem 300 mm Rechteckwehr gemessen (W 39b). Die Überlaufhöhen können an beiden Messwehren bis 300 mm bestimmt werden. Die abgedichteten Wehrbleche können bedarfsweise aus den Führungseisen herausgezogen werden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit und des Gebirges ist am Kopf des Verfallpunktes, im Steigort mit Halteseil und Ein- und Ausstiegsfahrten sowie im Fallort I Flöz 9 entlang des Stollnwasserablaufes möglich.

Das Gebirge am Einlaufbauwerk im Niveau Tiefer Bünau Stolln besteht aus Albitit und ist mit Matten, Ankern und Spritzbeton gesichert. Das Steigort steht wechselnd in Albitit und Greisen. Es ist fahrbar und kann kontrolliert werden. Das Fallort I Flöz 9 ist ebenfalls fahrbar, folgt dem Flözbegleitgängen und ist dadurch standfest.

5.4.8 GRUBENBEREICH 4 - TIEFE HILFE GOTTES STOLLN ZWISCHEN VERFÄLLPUNKT UND ALBERT SCHACHT

Tabelle 44: Übersicht zum Wasserstammbaum und zu Probenahmen im Grubenbereich 4

(...) – Probennummer bei VODAMIN, M – Grubenwassermenge ausgelitert, M* - geschätzt, G – Probe und Vor-Ort-Werte, Gv – nur Vor-Ort-Werte; Rn – Radonprobe, Tr – Tritiumprobe

Nr.	Proben, Beobachtung VODA-MIN	Proben, Beobachtung Vita-Min	Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwassers
Grubenbereich 4 - Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord auf den Tiefe Hilfe Gottes Stolln am Druckdamm 1 und 2 sowie Kluftwasser zwischen Verfällpunkt und Albert Schacht				
W 101	M	M, 1x G	Fuß vom Verfällpunkt identisch mit Fuß Fallort I Flöz 9 auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln	Mischwasser Neuschachtflügel Überlauf Wehr 500 mm mit Grenzschaftflügel Wehr 300 mm
W 40 (GW 45)	M, 1x Gv	M, 1x G	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Querschlag III Schlauchauslauf	tiefes Kluftgrundwasser (Morgengang) im Greisen unter den bebauten Flözbahnen
W 41 (GW 8)	M, 5x G, 1x Gv	M, 1x G, 1x Tr	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Querschlag I Kluftwasser	tiefes Kluftgrundwasser (offene Kluft) im Albitit ohne Einfluss Spritzbeton
W 42 (GW 46)	M*, 1x Gv	M*	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Querschlag I gesicherter Morgengang	tiefes Kluftgrundwasser (Morgengang) im Greisen ohne Einfluss Spritzbeton
W 43 (GW 47)	M*, 1x Gv	M*	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Richtstrecke Süd, versetzter Südosttrakt	tiefes Kluftgrundwasser aus Morgengang und Klüften an der Grenze Quarzporphyr/Granit, Einfluss durch Versatz
W 44 (GW 48)	M*, 1x Gv	M*	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Flöz 4 Westende	tiefes Kluftgrundwasser aus un bebaut anstehendem Flöz ohne Einfluss von Spritzbeton
W 45 (GW 49)	M*, 1x Gv	M*	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Morgengang im Flöz 4 Westende	tiefes Kluftgrundwasser aus Morgengang im Flöz ohne Einfluss von Spritzbeton
W 46 (GW 50)	M*, 1x Gv	M*	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Richtstrecke Süd Kluft im Greisen 22 m bergwärts vom Qu II	tiefes Kluftgrundwasser im Greisen
W 47a (GW 10)	M, 3x G	M, 1x G	Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Druckdamm 2 in der Richtstrecke Süd	Grubenwasser, aus großem Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord, langer Fließweg im Spülversatz
W 48 (GW 51)	M*, 1x Gv	M, 1x G	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Umfahrung 1,5 m bergseitig vom Streckensumpf (GW 51)	tiefes Kluftgrundwasser aus Querkluft im Greisen
W 49 (GW 52)	M*, 1x Gv	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Steinbrecherrollenschnauze	Kluftgrundwasser aus Klüften im Quarzporphyr durch Rollenversatz (Spülsand) beeinflusst
W 102	nein	1x Gv	mundlochseitiges Ende der Umfahrung auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln	Mischwasser wie W 101, jedoch mit Zuflüssen auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln

Nr.	Proben, Beobachtung		Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwassers
	VODA-MIN	Vita-Min		
W 47 b (GW 10E)	M, 3x G, 1x Gv	M, 1x G	Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Druckdamm 1 im Haupttrakt	Grubenwasser, aus großem Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord, langer Fließweg im Spülversatz
W 50 (GW 9)	M, 7x G, 1x Gv	M, 1x G	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Albert Schacht Rohrauslauf	Kluftgrundwasser Quarzporphyr
W 51	Pegelwerte	nein	Kontrollpegel 2	Wasserstand im Spülversatzfeld Zinnwald Nord

Tabelle 45: Wasserzuflüsse Grubenbereich 4 nach Menge, Reaktionszeit bei Starkregen, Reaktionstyp

Es werden nur die genau beobachteten Mess- und Beobachtungspunkte aufgelistet.

Messpunkt / Grubenbereich	Messphase Min., Max.	Zuflussmenge		Reaktionszeit in Tagen	Reaktionstyp
		Minima in l/min	Maxima in l/min		
Messphasen C 11/2011-06/2013 D 08/2018					1 - stark, schnell 2 - stark, verzögert 3 - schwach, schnell 4 - schwach, verzögert
Grubenbereich 4 Spülversatzfeld Zinnwald Nord mit Kluftwasserzuflüssen auf Tiefen Hilfe Gottes Stolln bis zum Albert Schacht					
W 40 - Tiefer Hilfe Gottes Stolln Kluftwasser Querschlag III	C, C D	2,0 1,3	3,0	>3	4, Kluftwasser
W 41 - Tiefer Hilfe Gottes Stolln Kluftwasser Querschlag I	C, C D	1,1 1,0	1,3	>3	4, Kluftwasser
W 47a,b - Tiefer Hilfe Gottes Stolln Druckdamm 2 und Druckdamm 1	C, C D	33,1 11,5	294,8	1	1, z. T. schwallartig nach Trockenzeiten
W 50 - Tiefer Hilfe Gottes Stolln Rohr Albert Schacht	C, C D	9,4 4,5	36,0	1	3, Kluftwasser
o. Nr. - Tiefer Hilfe Gottes Stolln Wehr Albert Schacht	C	663,2	11.403,0	1-2	2, berechnet

5.4.8.1 HAUPTTRAKT TIEFER HILFE GOTTES STOLLN VERFÄLLPUNKT BIS ALBERT SCHACHT, W 101, W 40 BIS W51, W 23

Abschnitte des Haupttraktes

- Der Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns für die Stollnwasserhaltung beginnt am Fuß des befahrbaren Fallortes I Flöz 9 (W 101). Hier fließt das vom Tiefen Büнау Stolln auf den Tiefen Hilfe Gottes Stolln verfallte Grubenwasser auf dem Niveau Tiefer Hilfe Gottes Stolln in Richtung Albert Schacht. Am Albert Schacht beginnt der neue Grubenabschnitt 5 mit dem Haupttrakt und einigen Nebentrakten des Tiefen Hilfe Gottes Stolln bis zu dessen Mundloch.
- Der Querschlag I des Tiefen Hilfe Gottes Stollns führt im Profil 2 x 2 m auf gerader Trasse zur Richtstrecke Süd. Im normalen Dauerbetrieb können weder vom Verfallpunkt noch von anderen Punkten neue Sedimente in den Querschlag I gelangen.

- Auf der Richtstrecke Süd mit 2 x 2 m Profil fließt das Grubenwasser frei auf der Sohle mit teilweise vorhandenem Gleis ab. Am Abzweig in den Querschlag II ist der weiter nach West führende Trakt der Richtstrecke Süd mit dem Damm 2 verschlossen.
- Der Querschlag II wird nur auf kurzer Strecke zur Überleitung des Grubenwassers in die Umfahrung genutzt. Weiter nach Nord ist der Querschlag II abgedämmt und mit Aufwältigungsbergen verspült.
- Zwischen dem vorhandenen Streckenstumpf der Steinbrecherrolle und dem Querschlag II ist zwischen November 2009 und April 2010 eine Umfahrung mit 2 x 2 m Profil aufgefahren worden. Das Grubenwasser gelangt frei auf der Sohle bis zur Steinbrecherrolle. Eine Sohlschwelle mit Grundablass wurde bei der Steinbrecherrolle im Haupttrakt (W 102) eingebaut.
- Ein kurzer Durchhieb mit Wassersaige verbindet den Haupttrakt der Stollnwasserhaltung mit dem alten Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns. Am Ende des Durchhiebes ist der bergseitig ins Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord führende alte Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns mit dem Druckdamm 1 (W 47b) mit Filterfenster, Notüberlauf und Sohlrohrentwässerung abgedämmt. Das Grubenwasser fließt aus der Wassersaige des Durchhiebes in die des alten Haupttraktes nach Nord in Richtung Mundloch ab.
- Ein alter zweigleisiger Grubenbahnhof schließt sich zwischen dem Druckdamm 1 und der Pumpenkammer des Albert Schachtes an, dementsprechend breit und mit einer Wassersaige versehen ist dieser kurze Trakt. Bei der Pumpenkammer an Station 941 kommt das Kluftwasser vom Albert Schacht hinzu und das Grubenwasser tritt in den 941 m langen, wieder aufgewältigten Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns ein, der bis zum Mundloch reicht.

Alter abgedämmt Haupttrakt zur Reichtroster Weitung

Der Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns bergseitig vom neuen Druckdamm 1 war bis zum Abzweig der Richtstrecke Süd bei Planung des Sanierungsabschnittes 14 Zinnwald Nord 1975 und 1976 fahrbar. Ebenso fahrbar war die Richtstrecke Süd von diesem Punkt bis zum heutigen Druckdamm 2. Dicht bergseitig des Abzweiges wurden der Fußdamm für den Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln und eine benachbarte Abbauverdämmung in der Richtstrecke Süd eingebaut.

Fußdamm und Abbauverdämmung waren mindestens einmal Ende 1985 starken Wasserdruckunterschieden zwischen der voll Wasser stehenden Reichtroster Weitung und dem leer gepumptem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns unterhalb dieser Verdämmungen ausgesetzt, was zu einem Bruch von Fußdamm oder Abbauverdämmung mit Spülsandausbruch führte.

Bergwärts hinter dem neuen Druckdamm 1 waren vor dem Einbringen von Spülversatz 1976 folgende Strecken noch fahrbar [Lange (1976)]:

- Haupttrakt Tiefer Hilfe Gottes Stolln bergwärts bis zum Vollverbruch im Gangabbau des Frisch Hoffnung Morgenganges, der ca. 20 m südlich vom Abzweig der Grundstrecke Flöz 3 beginnt.
- Grundstrecke Flöz 3 und Steigorte im Flöz 3.
- Vom Niedervereinigtfelder Schachtgesenk ca. 60 m nach Nord (mundlochseitig) bis zum dort beginnenden Gangabbau im Frisch Hoffnung Morgengang und weiter im Bruch des Gangabbaues bis ca. 120 m nördlich des Schachtgesenkes, wo die Erkun-

dung abgebrochen werden musste. Die Länge des Totalverbrauches von diesem Punkt nach Nord betrug damals weitere ca. 50 m verbrochener Gangabbau.

- Vom Niedervereinigtfelder Schachtgesenk bergwärts der Tiefe Hilfe Gottes Stolln bis zu beiden Reichtroster Gesenken und im Felix Stollnflügel bis zum Morgengangbruch. Dieser standfeste Stollntrakt wurde zuletzt 2009 befahren. Seit 2009 riegelt ein Fußdamm mundlochseitig vom Reichtroster Gesenk I den Grubenwasserstauraum der Reichtroster Weitung vom Stollntrakt nach dem Vereinigtfelder Schacht ab. 2018 wurde festgestellt, dass dieser Fußdamm undicht ist und saniert werden muss.

Übersicht Wasserzuflüsse

Die Wassermenge am oberen Ende des Haupttraktes der Stollnwasserhaltung im Tiefen Hilfe Gottes Stolln (W 101) ergibt sich aus der Summe des Grubenwassers beider Messwehre des Verfallpunktes. Die maßgeblich zufließenden Grubenwässer bis zum unteren Ende beim Albert Schacht sind ausliterbar (Querschlag III W 40, Querschlag I W 41, Druckdamm 2 W 47a, Druckdamm 1 W 47b, Steinbrecherrolle W 49, Schachtrohr Albert Schacht W 50), so dass die in den Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns bei Station 941 am Albert Schacht ablaufende Wassermenge berechnet werden kann. Das an der Station 941 vom Tiefen Hilfe Gottes Stolln eingebaut Messwehr ist unbrauchbar, da dessen Schwelle zu niedrig ist und eine Erhöhung die Kontrolle vom Druckdamm 1 unnötig erschweren würde.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf den gesicherten Strecken des Haupttraktes der Stollnwasserhaltung im Tiefen Hilfe Gottes Stolln möglich.

Gebirgsverhältnisse

Das Gebirge im Querschlag I besteht aus Albitit und Greiseneinlagerungen. Es ist außerhalb von Morgengängen standfest. Am Ende des Querschlages I bei der Richtstrecke Süd musste ein spitzwinklig querender Morgengang mit Stahlausbau, Matten und Spritzbeton gesichert werden. Der Querschlag I wurde 2010 aufgewältigt und gesichert.

Das Gebirge der Richtstrecke Süd besteht aus kaolinisiertem Albitit und Greiseneinlagerungen sowie einem unbauwürdigen Flözanschnitt vom Flöz 4. Es ist außerhalb von Morgengängen standfest. Zwei Morgengangquerungen wurden mit Spritzbeton gesichert. Im Bereich des hangenden Flözanschnittes wurde der Stoß mit Stahlstempeln, Matten und Spritzbeton gesichert. Einzelne Platten in der Firste wurden zusätzlich geankert. Die Aufwältigung wurde 2010 und die Sicherung 2011 durchgeführt.

Das Gebirge von Querschlag II und das der Umfahrung besteht aus standfestem Greisen, der im Bereich der Steinbrecherrolle am Kontakt zum Quarzporphyr in einen zersetzten Granit übergeht, der hier mit Matten und Spritzbeton und einzelnen Türstöcken gesichert werden musste.

Die beiden alten Durchhiebe vom Albert Schacht zum Haupttakt des Tiefen Hilfe Gottes Stolln im Quarzporphyr sind standfest.

Der alte zweigleisige Grubenbahnhof steht bereits im nachbrüchigen Frisch Hoffnung Morgengang und war mit massivem Holz-Türstöcken und Rundholzverzug gesichert. Die Strecke des Grubenbahnhofes zwischen Station 941 und dem bergseitige Aufwältigungsende beim Druckdamm 1 wurde 2009 beräumt und mit Matten und Spritzbeton gesichert.

Beschreibung der Zuflusspunkte



Es gibt auf dem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns zwischen Fuß des Fallortes I Flöz 9 und Albert Schacht mehrere Zuflusspunkte von Grubenwasser:

- Der Querschlag III folgt einem Morgengang und endet blind. Das Gebirge ist dadurch etwas nachbrüchig. Der Querschlag III wurde 2010 mit Aufwältigungsbergen aus dem Fallort I Flöz 9 teilversetzt. Am unteren Ende des Querschlages III, der hier in den Querschlag I einbindet, wurde ein Versatzdamm aus vermörtelten Bruchsteinen eingebaut. Das Kluftwasser aus dem Querschlag III wird in den Querschlag I abgeschlaucht und ist dort ausliterbar (W 40). Die Wassermenge des Kluftwassers bleibt relativ konstant.
- Dem Querschlag I rinnt an einer offenen Kluft eine ständig gleichbleibende Menge an Kluftwasser zu. Das Kluftwasser wird mit einer Folie aufgefangen und kann an deren Überlauf ausgelitert werden (W 41).
- Der Querschlag I wird kurz vor dem Abzweig der Richtstrecke Süd von einem Morgengang gequert, der rinnendes Kluftwasser führt (W 42).
- Auf der Richtstrecke Süd gibt es nur Tropfwasserstellen, darunter zwei Tropfstellen im Flöz 4 (W 44, W 45).
- Vom südlichen Ende der Richtstrecke Süd (W 43) her rinnt nur ganz schwach etwas Kluftwasser über die Versatzmassen bis zum halbhohe Versatzdamm aus Spritzbeton.
- Eine weitere Kluft auf der Richtstrecke Süd bringt tropfendes Kluftwasser (W 46).
- Der Druckdamm 2 (W 47a) besitzt nach dem Einbau im Mai 2014 nur einen Notüberlauf DN 80, der mit einem Blinddeckel verschlossen ist. Gegenwärtig ist der Ringraum des DN 80 Rohres am Druckdamm 2 undicht und es spritzt Wasser mit etwas Spülsand heraus. Hinter dem Druckdamm 2 steht ein Druckdamm von 2010 mit Filterfenster. Dieses Filterfenster ist infolge schwallartiger Entlastungen aus dem Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord beim Tauwetter 2012 sanddurchlässig geworden.
- Am Versatzdamm aus Spritzbeton vom Querschlag II wird ganz schwach rinnendes Kluftwasser aus dem nach Nord versetzten Trakt abgeleitet.
- In der Umfahrung rinnt aus einer Kluft nahe beim Streckensumpf ständig Kluftwasser aus der Firste (W 48).
- Die mit Bergen und Spülsand bis zum Tiefen Büнау Stolln angefüllte Steinbrecherrolle (W 49) leitet Kluftwasser zur Rollenschnauze auf den Tiefen Hilfe Gottes Stolln. Es kann hier beobachtet werden.
- An der Sohlschwelle mit Rohrdurchlass (W102) kann die Menge des Grubenwassers von W 101 mit den genannten Zuflüssen auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln beobachtet werden.
- Der Druckdamm 1 (W 47b) dient als Ablauf für das gesamte Grubenwasser des Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord. Der Druckdamm 1 einen Notüberlauf, dessen Rohr innen bis zur Firste der Strecke hochgezogen ist. Die ablaufende Wassermenge kann am Überlauf vom Vorbecken ausgelitert werden. Infolge schwallartiger Entlastungen und stetiger Abspülungen im Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord reicht der Spülsand bereits bis an die beiden Filterfenster und behindert den freien Abfluss des Wassers bei Tauwetter oder Starkregen.
- Eine Umläufigkeit am Druckdamm 1 infolge der Gangzone des Frisch Hoffnung Morgenganges wurde 2014 mittels einbetoniertem Sohlrohr mit Deckelfilter gefasst [Pfüzle (2014)]. Hier kommt es immer wieder zu Spülsandaustrag in den Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stolln.

- Im Albert Schacht (W 50) wird Kluftwasser aus der Schachtmauerung im Niveau Tiefer Büнау Stolln gesammelt und mittels Rohrleitung zum Tiefen Hilfe Gottes Stolln geleitet. Es kann am Rohrauslauf ausgelitert werden.

Nachgewiesen sind zwei Zuflusspunkte in den Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord Unterabschnitt I:

- Wasser aus der Reichtroster Weitung gelangt über Klüfte und den Daniel Morgengang zum Tiefen Hilfe Gottes Stolln mundlochseitig des Fußdammes beim Reichtroster Gesenk I. Dieser geringe Zufluss erfolgt ständig und wird nur unterbrochen, wenn bei Tauwetter/Starkregen der Wasserstand im Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord Unterabschnitt I höher steigt als in der Reichtroster Weitung.
- Kluftwasser, das in den Kontrollpegel 2 (W 51) strömt. Das Kluftwasser fließt nur bei Tauwetter/Starkregen stark zu.

Vermutet werden relativ starke Zuflüsse zum Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord Unterabschnitt I:

- aus der Grundstrecke Flöz 3 West vom Tiefen Büнау Stolln über zwei Fallorte und Abbaue herunterfließend,
- aus den Flözbahnen und Morgengängen, die beim Segen Gottes Schacht/Niedervereinigtfelder Schacht flözweise und gangweise intensiv und bis tagenah bebaut worden sind. Diese Bereiche sind weitgehend mit wasserdurchlässigem Spülversatz gesichert worden.

Zur Beobachtung des Druckwasserspiegels im Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord Unterabschnitt I hinter den Druckdämmen 1 und 2 ist der Kontrollpegel 2 (W 51) nutzbar. Als zweiter Beobachtungspunkt wurde eine blaue PEHD-Rohrleitung durch den Fußdamm der Reichtroster Weitung bis ins Reichtroster Gesenk I hochgezogen (W 23). In der Leitung spiegelt sich der Wasserstand unmittelbar mundlochseitig von Fußdamm ein und kann vom Gesenk I aus gemessen werden.

5.4.9 GRUBENBEREICH 5 - HAUPTTRAKT TIEFER HILFE GOTTES STOLLN ZWISCHEN ALBERT SCHACHT UND MUNDLOCH

Tabelle 46: Übersicht zum Wasserstammbaum und zu Probenahmen im Grubenbereich 5
 (...) – Probennummer bei VODAMIN, M – Grubenwassermenge ausgelitert, M* - geschätzt, G – Probe und Vor-Ort-Werte, Gv – nur Vor-Ort-Werte; Rn – Radonprobe, Tr – Tritiumprobe

Nr.	Proben, Beobachtung		Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwassers
	VODA-MIN	Vita-Min		
Grubenbereich 5 - Klüfte auf dem Haupttrakt Tiefer Hilfe Gottes Stolln zwischen Albert Schacht und Mundloch mit der Grube Gnade Gottes auf den Haupttrakt zwischen Albert Schacht und Mundloch				
W 52	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+883	Kluftwasser aus nicht vererztem, selten Baryt, Fluorit führenden Frisch Hoffnung Morgengang (tektonische Störung), durch Spitzbeton beeinflusst
W 53	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+862	
W 54	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+855	
W 55	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+695	
W 56	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+683	
W 57	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+627	
W 58	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+618+621	Kluftwasser aus vererztem, abgebauten Frisch Hoffnung Morgengang durch Spitzbeton beeinflusst
W 59	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+510 bis 514	
W 60	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+504	
W 61	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+488 bis 494	
W 62a	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+480	Kluftwasser aus Tageschachtbereich Gnade Gottes Schacht
W 62b	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+481	Kluftwasser aus abgebauten Roten Morgengang
W 63	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+436	Kluftwasser aus versetzten Stollnflügeln auf abgebauten Troster Morgengang und Querschlag
W 64	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+416	Kluftwasser aus Abbau am neuen Troster Schacht, durch Spritzbeton beeinflusst
W 65	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+397	Kluftwasser Überhauen im abgebauten Troster Morgengang durch Spritzbeton beeinflusst
W 66	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+356	Kluftwasser aus abgebautem Troster Morgengang
W 67	nein	M*, 1x G	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+216	Kluftwasser aus dem versetzten Westflügel ohne Abbau
W 68	nein	M, 1x G	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+199 bis 204	Kluftwasser aus Morgengangzone mit Abbau durch Spitzbeton beeinflusst

Nr.	Proben, Beobachtung		Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwassers
	VODA-MIN	Vita-Min		
W 69	nein	nein	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+137	Grubenwasser Überhauen zum Kunst Ditrich Stolln durch Spritzbeton beeinflusst
W 70	nein	M*, 1x G	Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+040	Kluftwasser unvererzter Morgengang
W 71 (MP 8)	M, 17x G	M, 1x G, 1x Rn	Zulauf aus Mundloch Tiefer Hilfe Gottes Stolln in Heerwasser (OBF 08391)	gemischtes Grubenwasser Grubenbereiche 1 bis 5 Gruben Cínovec/Zinnwald

Tabelle 47: Wasserzuflüsse Grubenbereich 5 nach Menge, Reaktionszeit bei Starkregen, Reaktionstyp

Es werden nur die genau beobachteten Mess- und Beobachtungspunkte aufgelistet.

Messpunkt / Grubenbereich	Zuflussmenge		Reaktionszeit in Tagen	Reaktionstyp
	Messphase Min., Max.	Minima in l/min		
Messphasen C 11/2011-06/2013 D 08/2018				1 - stark, schnell 2 - stark, verzögert 3 - schwach, schnell 4 - schwach, verzögert
Grubenbereich 5 - Klüfte auf dem Haupttrakt Tiefer Hilfe Gottes Stolln zwischen Albert Schacht und Mundloch mit der Grube Gnade Gottes auf den Haupttrakt zwischen Albert Schacht und Mundloch				
W 71 - Wehr Mundloch	C, C D	774,6 658,8	11.670,6	1-2 1

5.4.9.1 HAUPTTRAKT TIEFER HILFE GOTTES STOLLN ALBERT SCHACHT BIS STATION 620, W52 BIS W58

Dieser Abschnitt des Haupttraktes vom Tiefen Hilfe Gottes Stolln für die Stollnwasserhaltung beginnt bei Station 941 am Pumpensumpf des Albert Schachtes und endet bei Station 620 an einer leichten Abwinklung der Stollntrasse. Auf der gesamten Länge folgt der Tiefe Hilfe Gottes Stolln dem Frisch Hoffnung Morgengang. Der Tiefe Hilfe Gottes Stolln wurde auf diesem Abschnitt des Haupttraktes von Februar 2008 bis Februar 2009 meist in Brüchen aufgewältigt und gesichert. Danach wurde im Rückbau die Wassersaige beräumt und gesichert.

Es gibt auf dem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns mehrere Zuflusspunkte von Kluftwasser aus dem Frisch Hoffnung Morgengang (W 52 bis W 58). Die Zuflusspunkte sind im Grubenriss eingetragen und im Wasserstammbaum verzeichnet. Das Kluftwasser wird durch den Spritzbetonausbau abgeschlaucht.

Die Wassermenge an den Abschlauchtungen schwankt, ist visuell kontrollierbar und bei Bedarf an den Abschlauchtungen ausliterbar. Im Jahre 2012 sind diese tropfenden und rinnenenden, selten leicht fließenden Zuflüsse wegen ihrer geringen Bedeutung und dem sicheren Wasserablauf nur summarisch für den gesamten Haupttrakt von Station 941 bis zum Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns berechnet worden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf den gesicherten Strecken des Haupttraktes der Stollnwasserhaltung im Tiefen Hilfe Gottes Stolln möglich.

Das Gebirge im Frisch Hoffnung Morgengang besteht aus Quarzporphyr Typ IIb und IIIa mit tektonischem Störungsmaterial, selten etwas Baryt und Fluorit und ist dadurch meist stark nachbrüchig. Die angetroffenen Verhältnisse und die umfangreichen Sicherungsmaßnahmen sind in der Verwahrungsdokumentation beschrieben [Bozenhard & Sennewald (2012)]. Etwa von Station 607 (W 58) und Station 627 verläuft der reichlich Grubenwasser abführende Tiefe Hoffnung Gottes Stolln mit einem Stollnflügel etwa 20 m höher.

5.4.9.2 HAUPTTRAKT TIEFER HILFE GOTTES STOLLN STATION 620 BIS STATION 480, W59 BIS W62B

Dieser Abschnitt des Haupttraktes vom Tiefen Hilfe Gottes Stolln verläuft zwischen Station 620 an und Station 520 im Quergestein, trifft dann wieder auf den bebauten, vererzten Frisch Hoffnung Morgengang, der bis Station 480 am Querschlag zur Stollnwasserhaltung genutzt wird. Die dort abgehenden Strecken des Tiefen Hilfe Gottes Stollns auf dem Roten Morgengang (Strecke von Südwest kommend) und der weiter nach Nordnordost streichenden Strecke auf dem Frisch Hoffnung Morgengang sind mit Spritzbetondämmen verschlossen. Der Tiefe Hilfe Gottes Stolln wurde auf diesem Trakt zwischen Oktober 2008 bis April 2009 aufgewältigt und gesichert, danach wurde im Rückbau die Wassersaige beräumt und gesichert.

Es gibt auf diesem Abschnitt des Haupttraktes vom Tiefen Hilfe Gottes Stolln mehrere Zuflusspunkte von Kluftwasser (W 59 bis W 61) aus dem Frisch Hoffnung Morgengang auf dem auch der Kreuzer Tageschacht geteuft worden ist. Die Zuflusspunkte sind im Tageriss eingetragen und im Wasserstammbaum verzeichnet. Das Kluftwasser wird durch den Spritzbetonausbau abgeschlaucht. Bei Station 480 läuft das Grubenwasser der beiden verdämmten Abzweige (W 62a, b) des Tiefen Hilfe Gottes Stollns in der Sohle zu.

Die Wassermenge an den Abschlauungen und Sohlzuflüssen schwankt, ist visuell kontrollierbar und bei Bedarf an den Abschlauungen ausliterbar. Im Jahre 2012 sind diese Zuflüsse wegen ihrer geringen Bedeutung und dem sicheren Wasserablauf nur summarisch für den gesamten Haupttrakt von Station 941 bis zum Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns berechnet worden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf dem gesicherten Haupttrakt der Stollnwasserhaltung im Tiefen Hilfe Gottes Stolln möglich.

Das Gebirge im Frisch Hoffnung Morgengang besteht aus Quarzporphyr Typ IIb teilweise als Brekzie und Typ IIIa mit Störungsmaterial, ist stark nachbrüchig und teilweise abgebaut (Bergeversatz). Der querschlägige Trakt steht im standfesten Quarzporphyr. Es handelt sich bei den Vererzungen nach W. Schilka [Dietrich et al. (2019)] vor allem um metaquarzporphyrische Glimmer- und Topas-Glimmer-Greisen. Diese an steil einfallende morgengangweise (WSW-ENE) streichende Gangtrümmer aus Greisen sind schwarz und heben sich gut vom unveränderten rotbraunen Quarzporphyr ab. Geochemisch sind sie durch niedrige Li- und W-Gehalte und hohe Fe-Gehalte charakterisiert. Die Mächtigkeit dieser präalbitgranitischen Greisengänge ist gering und beträgt wenige cm bis maximal 50 cm. Diese Greisen-trümmer führen für gewöhnlich nur eine feinkörnige, mit Dunkelglimmern verwachsene Zinnvererzung.

Die angetroffenen Verhältnisse und die umfangreichen Sicherungsmaßnahmen sind in der Verwahrungsdokumentation beschrieben [Bozenhard & Sennewald (2012)].

5.4.9.3 HAUPTTRAKT TIEFER HILFE GOTTES STOLLN STATION 480 BIS STATION 435, W62A BIS W63

Zwischen dem Frisch Hoffnung Morgengang und dem Troster Morgengang ist der Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns für die Stollnwasserhaltung querschlägig im Quarzporphyr aufgefahren. An beiden Enden des Querschlages sind abgehende Stollnflügel auf den Morgengängen durch Spritzbetondämme verschlossen. Der Querschlag auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln wurde zwischen September 2008 bis Oktober 2008 aufgewältigt und gesichert.

Die deutlich fließende Wassermenge, die an beiden Enden (W 62a, W 63) dem Querschlag zusitzt, besteht aus Oberflächen- und Kluftwasser, dass aus dem bis übertage durchgebauten Roten Morgengang und dem Troster Morgengang sowie aus dem Quarzporphyrkluftkörper zufließt. Im Querschlag ist nur etwas Tropfwasser zu beobachten.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf dem gesicherten Haupttrakt der Stollnwasserhaltung im Tiefen Hilfe Gottes Stolln möglich.

Das Gebirge im Querschlag besteht aus standfestem Quarzporphyr Typ IIIa. Die Mineralisation der Gänge entspricht dem des Frisch Hoffnung Morgenganges bei den Grubenwasserbeobachtungspunkten W 59 bis W 61. Zwei querende, schmale Morgengänge sind mit Spritzbeton gesichert. Der breite Rote Morgengang wurde zusätzlich mit Stahlausbau gesichert. Die angetroffenen Verhältnisse und die umfangreichen Sicherungsmaßnahmen sind in der Verwahrdokumentation beschrieben [Bozenhard & Sennewald (2012)].

5.4.9.4 HAUPTTRAKT TIEFER HILFE GOTTES STOLLN STATION 0+435 BIS STATION 0+350, W 64 BIS W 66

Mundlochseitig vom Querschlag ist der Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns in diesem Abschnitt auf dem Troster Morgengang für die Stollnwasserhaltung aufgefahren. Der Troster Morgengang ist stark bebaut. Bei Station 0+430 liegt der Fuß des alten Troster Tageschachtes. Dieser Schacht ist mit Bergen verfüllt und wurde am Fuß mit Matten und Spritzbeton verschlossen. Für die Sanierung ist im Abbau und festen Gestein des Troster Morgengang ein neuer Troster Schacht geteuft worden, der als Lichtloch des Stollns fahrbar ausgebaut und mit einer Kaue versehen ist. Der Tiefe Hilfe Gottes Stolln auf dem Troster Morgengang wurde zwischen Februar 2008 bis August 2008 aufgewältigt und gesichert.

Es gibt auf diesem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns mehrere Zuflusspunkte von Grubenwasser. Die Zuflusspunkte sind im Tageriss eingetragen und im Wasserstammbaum verzeichnet.

- Im Troster Schacht werden vor allem im Niveau des Gnade Gottes Stolln ständig fließende Stollnwasserzuflüsse abgeschlaucht (W 64), die im Schacht nur visuell beobachtbar sind.
- Der durchgebaute Abbau bei Station 390 (W 65) wurde mit Stahlausbau, Matten und Spritzbeton gesichert. Das zusitzende Wasser wird abgeschlaucht und ist dort ausliterbar.
- Der gesicherte Bruch bei Station 356 (W 66) bringt ständig Wasser, das abgeschlaucht wird und dort ausgelitert werden kann.
- Am Fuß des alten Troster Schachtes tritt kein Grubenwasser in den Tiefen Hilfe Gottes Stolln. Der Zuflusspunkt für Abbaue beim alten Troster Schacht liegt etwas bergseitig bei Station 434 (W 63). Hier wurde die nach Nordwest abzweigende mit Bergen versetzte Strecke mit Spritzbeton abgedämmt und zwei Rohrbläufe eingebaut.

Die Wassermenge ist relativ gering, schwankt etwas, ist visuell kontrollierbar und bei Bedarf an den Abschlauungen ausliterbar. Im Jahre 2012 sind diese Zuflüsse wegen ihrer gerin-

gen Bedeutung und dem sicheren Wasserablauf nur summarisch für den gesamten Haupttrakt von Station 941 bis zum Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns berechnet worden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf dem gesicherten Haupttrakt der Stollnwasserhaltung im Tiefen Hilfe Gottes Stolln möglich.

Das Gebirge im Troster Morgengang besteht aus Quarzporphyr Typ IIIa mit Störungsmaterial und ist dadurch meist stark nachbrüchig, nur auf einer kurzen Strecke im Quarzporphyr standfest. Die Mineralisation der Gänge entspricht dem des Frisch Hoffnung Morgenganges bei den Grubenwasserbeobachtungspunkten W 59 bis W 61. Der Trakt musste mit Stahlausbau, Matten, Spritzbeton gesichert werden. Die angetroffenen Verhältnisse und die umfangreichen Sicherungsmaßnahmen sind in der Verwahrdokumentation beschrieben [Bozenhard & Sennewald (2012)].

5.4.9.5 HAUPTTRAKT TIEFER HILFE GOTTES STOLLN STATION 350 BIS STATION 215

Mundlochseitig vom Troster Morgengang bis zum Westquerschlag steht der Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns für die Stollnwasserhaltung im Quarz- und Granitporphyr. Der im standfesten Gebirge aufgefahrene Stollntrakt war stark verschlammte und wurde im Juni und Juli 2008 aufgewältigt. Die Wassermenge, die dem Stollntrakt im Quergestein zusitzt, besteht nur aus etwas Tropfwasser.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf dem gesicherten Haupttrakt der Stollnwasserhaltung im Tiefen Hilfe Gottes Stolln möglich.

Das Gebirge im besteht aus standfestem Quarzporphyr Typ Iib. Eine bei Station 225 querende, schmale Störung wurde mit Spritzbeton gesichert. Die angetroffenen Verhältnisse und die umfangreichen Sicherungsmaßnahmen sind in der Verwahrdokumentation beschrieben [Bozenhard & Sennewald (2012)].

5.4.9.6 HAUPTTRAKT TIEFER HILFE GOTTES STOLLN STATION 215 BIS MUNDLOCH, W 67 BIS W 71

Der Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns nimmt bei Station 216 das Grubenwasser des weit nach West reichenden Stollnflügels auf. Dieser Stollnflügel hat keine Lagerstätte erschlossen. Er wurde bei Station 216 mit Bergen versetzt angetroffen und hier mit einem Damm aus Spritzbeton verschlossen. Die Wassersaige ist dabei wasserwegsam geblieben. Mundlochwärts von diesem Damm bis Station 180 wurde ein wasserführender, nachgebrochener Abbau unterfahren und der Stollntrakt gesichert. Der Abbau ist wahrscheinlich weniger als 10 m hoch und wurde nicht mit einem Schacht von übertage erschlossen. Der Abbau hat keine wirtschaftliche Bedeutung für die Grube erlangt. Bis zum Tunnel beim Mundloch (Station 36) steht der Haupttrakt zunächst in standfestem Granitporphyr Typ II, dann in Quarzporphyr Typ Iib und IIIa. Bei Station 136 liegt der Fuß des verfüllten Überhauens zum Kunst Dittrich Stolln. Der Tiefe Hilfe Gottes Stolln wurde vom Mundloch aus bis Station 216 zwischen August 2007 und Mai 2008 aufgewältigt und gesichert.

Es gibt auf diesem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns vier Zuflusspunkte von Grubenwasser. Die Zuflusspunkte sind im Grubenriss eingetragen und im Wasserstammbaum verzeichnet.

- Aus dem Westflügel des Tiefen Hilfe Gottes Stollns fließt bei Station 216 (W 67, Abzweig) ständig stark fließendes Grubenwasser zu. Die Zuflussmenge in der Wassersaige ist nur visuell beobachtbar.

- Der Abbau bei Station 180/215 (W 68) wurde mit Stahlausbau Matten, Spritzbeton gesichert. Das ständig zufließende Wasser wird abgeschlaucht und ist dort ausliterbar.
- Das Überhauen bei Station 136 (W 69) ist mit Stahlausbau, Matten, Spritzbeton unterfangen und bringt nur Tropfwasser.
- Der Morgengang bei Station 42 (W 70) führt ständig etwas Kluftwasser.

Die Wassermenge aus dem Westflügel des Tiefen Hilfe Gottes Stollns ist bedeutsam, aus den anderen Zuflusspunkten relativ gering, visuell kontrollierbar und bei Bedarf an den Abschlauchungen ausliterbar. Die Gesamtmenge des Kluft- und Grubenwassers, das auf dem gesamten Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns zufließt, kann als Differenz der Wassermengen errechnet werden, die an beiden Wehren beim Verfallpunkt (W 39a, b; W 101) in den Tiefen Hilfe Gottes Stolln stürzen und die am Messwehr des Tiefen Hilfe Gottes Stollns beim Mundloch (W 71) gemessen wird. Im Jahre 2012 sind diese Zuflüsse wegen ihrer geringen Bedeutung und dem sicheren Wasserablauf nur summarisch für den gesamten Haupttrakt von Station 941 bis zum Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns berechnet worden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist auf dem gesicherten Haupttrakt der Stollnwasserhaltung im Tiefen Hilfe Gottes Stolln möglich.

Das Gebirge dieses Traktes besteht aus den oben genannten standfestem Porphyrgesteinen, die ohne weitere Sicherungen nur berissen wurden. Der danach bis Station 215 folgende Abbau folgt einer Störungslinse, die zum Verbruch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns geführt hat und die nach der Aufwältigung massiv gesichert wurde. Die angetroffenen Verhältnisse und die umfangreichen Sicherungsmaßnahmen sind in der Verwahrungsdokumentation beschrieben [Bozenhard & Sennewald (2012)].

5.4.10 GRUBENBEREICH 6 - HAUPTTRAKT TIEFER BÜNAU STOLLN ZWISCHEN FLÖZ 7 UND MUNDLOCH

Tabelle 48: Übersicht zum Wasserstammbaum und zu Probenahmen im Grubenbereich 6

(...) – Probennummer bei VODAMIN, M – Grubenwassermenge ausgelitert, M* – geschätzt, G – Probe und Vor-Ort-Werte, Gv – nur Vor-Ort-Werte; Rn – Radonprobe, Tr – Tritiumprobe

Nr.	Proben, Beobachtung		Lage, Wassermenge zur Probenahme	Herkunft des Grubenwassers
	VODA-MIN	Vita-Min		
Grubenbereich 6 - Haupttrakt Tiefer Büнау Stolln zwischen Flöz 7 und Mundloch Gesamtabfluss zum Mundloch				
W 72 (GW 18)	M, 1x G	M, 1x G	Tiefer Büнау Stolln Flöz 7 Ost Filterfenster	von der Versickerungsfläche A mit Abfluss durch die mit Spülsand verfüllten Abbaufelder der Flöze im Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord
W 73 (GW 17)	M, 1x G	M, 1x G	Tiefer Büнау Stolln Flöz 6 Ost Filterfenster	
W 74 (GW 17)		M, 1x G	Tiefer Büнау Stolln Flöz 6 Ost blaues Sohlrohr	
W 75	-	M*	Tiefer Büнау Stolln Flöz 6 Ost Dammfuge	
W 76 (GW 16)	M, 1x G	M, 1x G	Tiefer Büнау Stolln Flöz 4 West Filterfenster	von der Versickerungsfläche B mit Abfluss durch die mit Spülsand verfüllten Abbaue der Flöze im Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord, Zutritt von etwas Kluftgrundwasser aus dem Zinnwalder Granit
W 77 (GW 43)	M, 1x Gv	M*	Tiefer Büнау Stolln Flöz 3 West Filterrohr bergseitig	
W 78 (GW 15)	M, 1x G	M*, 1x Gv	Tiefer Büнау Stolln Flöz 3 West Filterfenster 2	
W 79 (GW 40)	M, 1x Gv	M, 1x G	Tiefer Büнау Stolln Flöz 3 West Filterfenster 1	
W 80 (GW 14)	M, 1x G	M, 1x G	Tiefer Büнау Stolln Flöz 3 West Filterrohr nahe Sohle	
W 81	M	M, 1x G	Tiefer Büнау Stolln Flöz 3 Ost Notüberlaufrohr aus Firste	
W 82	M	M*	Tiefer Büнау Stolln Flöz 3 Ost kleines Filterfenster	
W 83 (GW 42)	M, 1x Gv	M, 1x G	Flöz 3 Ost Filterrohr unten	
W 84 (GW 13)	M, 1x G	M*	Flöz 3 Ost Filterrohr oben	
W 85 (GW 39)	M, 1x Gv	M*	Flöz 3 Ost Filterfenster	
W 86 (GW 41)	M, 1x Gv	M*	Flöz 3 Ost altes Sohlrohr mit Filter	
W 87	M	M, 1x G	Flöz 2 Ost Filterfenster mit Notüberlaufrohr	
W 88 (GW 12)	M, 1x G	M, 1x G	Flöz 2 West Filterrohr	
W 89 (GW 11)	M, 1x G	M, 1x G	Tiefer Büнау Stolln Albert Rolle	tagesnahes Kluftwasser aus dem Quarzporphyr mit Oberflächenwasser der Altablagerung
W 90	M*, 1x	M, 1x G	Tiefer Büнау Stolln Albert Schacht	Kluftgrundwasser

Nr.	Proben, Beobachtung		Lage, Wassermenge zur Probenahme		Herkunft des Grubenwassers
	VODA-MIN	Vita-Min			
(GW 53)	Gv		Rohrauslauf		Quarzporphyr
W 91	nein	M*	Tiefer Bünau Stolln Kopf Steinbrecherrolle		
W 92	nein	M*	Tiefer Bünau Stolln Abzweig Querschlag		
W 93	nein	M*, 1x G	Tiefer Bünau Stolln Bogen bergseitig vom alten Mundloch		
W 94	nein	M*	Tiefer Bünau Stolln bergseitig vom Wetterkanal		
W 95	nein	M*	Tiefer Bünau Stolln unterm Zechenhaus		hypodermisches Grundwasser
W 96 (MP 4)	M, 20x G	M, Rn	1x	Zulauf aus Mundloch Tiefer Bünau Stolln in Georgenfelder Bach (OBF 08380)	gemischtes Grubenwasser Grubenbereich 6 hauptsächlich Wasser aus Spülversatz mit starkem Oberflächenwassereinfluss

Tabelle 49: Wasserzuflüsse Grubenbereich 6 nach Menge, Reaktionszeit bei Starkregen, Reaktionstyp.

Es werden nur die genau beobachteten Mess- und Beobachtungspunkte aufgelistet.

Messpunkt / Grubenbereich	Messphase Min-, Max.	Zuflussmenge Minima in l/min Maxima in l/min		Reaktionszeit in Tagen	Reaktionstyp
Messphasen C 11/2011-06/2013 D 08/2018					1 - stark, schnell 2 - stark, verzögert 3 - schwach, schnell 4 - schwach, verzögert
Grubenbereich 6 Haupttrakt Tiefer Bünau Stolln zwischen Grundstrecke Flöz 7 und Mundloch					
W 72 - Flöz 7 Ost Fenster	C/D, C	0,0	7,6	2-3	4
W 73 - Flöz 6 Ost Fenster	C, C D	0,0 2,6	291,9	1-2	1, hydraulisch mit W74 verbunden und mit W05
W 74 - Flöz 6 Ost Sohlrohr	C, C D	3,3 2,0	27,3	1-2	1, hydraulisch mit W74 verbunden und mit W05
o. Nr. - Flöz 6 gesamt	C, C D	3,3 4,6	294,9	1-2	1, berechnet
W 76 - Flöz 4 West Fenster	C/D, C	0,0	120,0	1-2	2, 09.08.18 tropfend
W 77 - Flöz 3 West Rohr	C/D, C	0,0	3,5	2-3	4
W 78 - Flöz 3 West Fenster 2	C/D, C	0,0	77,1	1-2	1
W 79- Flöz 3 West Fenster 1	C/D, C	0,0	15,9	1-2	3
W 80 - Flöz 3 West Rohr unten	C D	1,2 0,7	14,2 90,0	1-2 1-2	1
W 81 - Flöz 3 Ost Firstrohr (Notüberlauf)	C/D, C	0,0	375,0	2	erst 2, jetzt 1 wirkt jetzt als Notüberlauf
W 82 - Flöz 3 Ost kleines Fenster oben	C/D, C	0,0	96,9	1-2	1, wirkte als erster Notüberlauf, jetzt mit Spülsand zugesetzt
W 83 - Flöz 3 Ost Rohr unten	C/D, C	0,0	5,3	>2	4, Spülsand versetzt Rohr
W 84 - Flöz 3 Ost Rohr oben (vor-	C/D, C	0,0	138,5	1	3, Spülsand versetzt

Messpunkt / Grubenbereich	Messphase Min-, Max.	Zuflussmenge Minima in l/min Maxima in l/min		Reaktionszeit in Tagen	Reaktionstyp
Messphasen C 11/2011-06/2013 D 08/2018					1 - stark, schnell 2 - stark, verzögert 3 - schwach, schnell 4 - schwach, verzögert
her Holzrinne als Hauptabfluss)					Rohr
W 85 - Flöz 3 Ost Fenster	C, C D	0,0 0,1	3,3	1-2	3, Spülsand versetzt Fenster, D tropfend
W 86 - Flöz 3 Ost Rohr unten (altes Rohr)	C/D, C	0,0	21,4	1	3, neues Rohr dort ist versetzt
o. Nr. - Flöz 3 gesamt	C, C D	1,0 0,7	483,4		berechnet
W 87 - Flöz 2 Ost Fenster mit Notüberlauf	C/D, C	0,0	150,0	1-2	2
W 88 - Flöz 2 West Rohr	C, C D	0,0 0,1	7,1	2	3, D tropfend
o. Nr. - Flöz 2 gesamt	C, C D	0,0 0,1	155,4		berechnet
Zwischensumme aus den Flözen	C, C D	6,8 7,1	773,1		
W 89, W 92 bis W 95 - Zuflüsse mundlochnah und aus Sohlfugen der Flöze (berechnet)	C, C D	12,3 8,6	863,31	1	1, Differenz Flözmesswerte und Stollnmundloch
W 96 - Mundloch Tiefer Büнау Stolln	C, C D	19,1 15,7	1.636,4	1	1

5.4.10.1 HAUPTTRAKT TIEFER BÜNAU STOLLN SCHNÖPFNER SCHACHT BIS MUNDLOCH – ÜBERSICHT

Der alte Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns beginnt am Schnöpfner Schacht, quert mundlochwärts die Flözbahnen 7 bis 1 mit ihren Grundstrecken nach Ost und West und endet am Mundloch des Tiefen Büнау Stollns, wo eine kurze Rösche das Grubenwasser in den Georgenfelder Bach ableitet. Bis Oktober 2011 floss am Schnöpfner Schacht auch das Grubenwasser aus beiden Stollnflügeln (Grenzschachtflügel, Neuschachtflügel) zusammen in den Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns zum Mundloch ab. Seitdem wird das Grubenwasser der beiden genannten Stollnflügel zum Verfallpunkt geleitet und verstrützt dort zum Tiefen Hilfe Gottes Stolln.

Auf den Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns gelangt das Grubenwasser aus den Flözgrundstrecken der Flöze 2 bis 7, die sämtlich mit Dämmen aus Beton verschlossen und dahinter mit Spülversatz des Sanierungsabschnittes 14 Zinnwald Nord verfüllt sind. Mundlochnah fließt Wasser aus dem klüftigen Quarzporphyr zu.

Auf dem Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns gibt es folgende Zuflusspunkte:

- Grundstrecke Flöz 7 Ost. Die Grundstrecke Flöz 7 West ist dicht abgedämmt.
- Grundstrecke Flöz 6 Ost mit vermuteten Verbindungen zur dicht abgedämmten Grundstrecke Flöz 6 West
- Flöz 4 West
- Flöz 3 Grundstrecken West und Ost
- Flöz 2 Ost und West. Die Grundstrecken Flöz 1 Ost und West sind dicht abgedämmt.

- Verbindungsstrecke zum Albert Schacht
- Querschlag zum Albert Schacht
- Albert Rolle
- Grubenlüfter bis Mundloch Tiefer Bünau Stolln

Die Dämme hatten bis auf jene im Flöz 3 keine regulären Entwässerungseinrichtungen. Die Wassermenge im Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns kann nach dem Einbau von Filterfenstern, Filterrohren und Notüberläufen seit 2011 an allen wesentlichen Zuflusspunkten und am Mundloch ausgelitert werden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist entlang des Haupttraktes vom Tiefen Bünau Stolln auf gesichertem Fahrweg möglich.

Das Gebirge im Haupttrakt Tiefer Bünau Stolln ist an den Flözbahnen mit Dämmen und Tunneln aus Beton gesichert. Der Haupttrakt steht im standfesten Gebirge aus Albitit, Kalifeldspatit, Flözbegleitgreisen oder Quarzporphyr. Die Wassersaige verläuft frei unter dem Tragwerk mit Grubengleis oder ist stellenweise im betonierten Fahrweg verrohrt. Die beiden fahrbaren Nebentrakte (Querschlag, Verbindungsstrecke) zum Albert Schacht stehen im standfesten Quarzporphyr. Nur der Bruch in der Verbindungsstrecke zwischen Füllort Albert Schacht und Steinbrecherrolle ist mit Stahltürstöcken und Matten, Spritzbeton gesichert.

5.4.10.2 FLÖZ 7 GRUNDSTRECKEN OST UND WEST, W 72

Der Abzweig der Grundstrecke Flöz 7 Ost ist im Oststoß des Tiefen Bünau Stollns nicht erkennbar, weil eine lange, dünne Beton- bzw. Betonsteinmauer des Sanierungsabschnittes 14 Zinnwald Nord auf der gesamten Länge eines zweiten Gleises (Bahnhof) bei den Bergsicherungsarbeiten gebaut wurde. Diese Mauer ist beim Filterfenster nur 25 cm stark und besteht im oberen Teil aus einer Betonsteinmauer. Außer dem Spülsand sind auch schlammige Stollnsedimente hinter diesem Damm eingebaut worden. Der Streckenquerschnitt der Grundstrecke Flöz 7 Ost ist nach dem Betriebsgrubenbild Blatt 4 [Müller et al. (ab 1970)] noch mit einem eigenen Damm verschlossen, über dessen Wasserwegsamkeit nichts bekannt ist. Im Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns quert das Flöz 7 die standfeste Streckenfirste.

Hinter dem Damm Flöz 7 Ost wurde das Flöz 7 im Jahre 1919 von der Grundstrecke Ost aus steigend untersucht und im Abbaufeld West IV Flöz 7 auch abgebaut. Darüber liegt das Abbaufeld West II Flöz 6. Ein Steigort führt von der Grundstrecke Flöz 7 Ost bis zum Schnöpfner Schacht. Es ist davon auszugehen, dass aus dem Flözabbau nur wenig Grubenwasser der Grundstrecke zusickert. Unklar ist, ob vertikale Grubenbaue oder wasserwegsame Morgengänge den Zufluss zum Damm erhöhen.

Im Jahre 2011 wurde ein Filterfenster (W 72) nahezu in der Achse der Grundstrecke Flöz 7 Ost in den Damm eingebaut und alle nässenden Dammfugen mit bewehrtem Spritzbeton überdeckt. Der eigentliche Streckendamm liegt laut Betriebsgrubenbild der Bergsicherung Dresden etwas weiter hinten in der Strecke.

Beim Frühjahrstauwetter 2012, beim Tauwetter Anfang Januar 2013 und beim Starkregen im Juni 2013 hat sich gezeigt, dass das neue Filterfenster (W 72) den Abfluss von der Grundstrecke Flöz 7 gut bündelt.

Die Grundstrecke Flöz 7 West ist mit einem Damm im Streckenquerschnitt verschlossen, der keinen Abfluss besitzt und der auch keine wasserführenden Fugen besitzt. Die Grundstrecke Flöz 7 West führt bis zu einem Überhauen (Rolle) mit kleinem Abbaufeld im Flöz 7 und dar-

über liegt das Abbaufeld von Flöz 6. Es ist anzunehmen, dass dadurch kaum Grubenwasser auf die Grundstrecke Flöz 7 West gelangt, sondern das Grubenwasser im Abbaufeld von Flöz 6 zur Grundstrecke Flöz 6 West geleitet wird und dort merkbar auf den Streckendamm und die Tunnelfirste drückt. Die Wassermenge kann am Ablauf des Filterfensters Flöz 7 Ost (W 72) ausgelitert werden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit in den Grundstrecken Flöz 7 West und Ost ist wegen den verspülten Abbaufeldern nicht möglich. Der frühere Fahrweg im Steigort Flöz 7 vom Niveau Oberer Bünau Stolln beim Commun Schacht hinunter zur Grundstrecke Flöz 7 West ist wegen vielfach hängenden und gegangenen Brüchen nicht mehr nutzbar. Das Steigort ist im oberen noch befahrbaren Drittel trocken.

Das Gebirge im Haupttrakt Tiefer Bünau Stolln ist an den Flözbahnen mit Dämmen und Tunneln gesichert. Der Haupttrakt steht beim Flöz 7 im standfesten Gebirge aus leicht kaolinisierten Albitit und Flözbegleitgreisen.

5.4.10.3 FLÖZ 6 GRUNDSTRECKEN OST UND WEST, W 73 BIS W 75

Der Abzweig der Grundstrecke Flöz 6 Ost ist im Oststoß des Tiefen Bünau Stollns nicht erkennbar, weil sich hier der Damm vom Flöz 7 des Spülversatzfeldes Zinnwald Nord fortsetzt. Der Damm aus Beton ist beim Filterfenster Flöz 6 Ost nur 10 cm stark. Es handelt sich also nicht um einen Druckdamm für den Spülversatz im Flöz 6. Der Streckenquerschnitt der Grundstrecke Flöz 6 Ost ist nach dem Betriebsgrubenbild Blatt 4 [Müller et al. (ab 1970)] nahe beim Fuß des ersten Steigortes noch einmal mit einem eigenen Damm verschlossen worden, der wasserwegsam sein muss, wie Fließspuren auf dem Spülsand beim Filterfenster Flöz 6 Ost zeigen. Außerdem mündet die Grundstrecke Flöz 6 Ost bei der Bohrkammer Li 1/1954 in die Brandklüfter Weitungen, einem Kammerbau auf Greisen aus den Jahren 1943/44. Dort sammeln sich größere Mengen Grubenwasser und drücken mangels anderer sicherer Abflüsse bis zum Damm Flöz 6 Ost.

Das Abbaufeld West II Flöz 6 wurde 1917 bis 1923 von der Grundstrecke aus mit den Steigorten 1 und 2 und im Abbaufeld Scheitel III Flöz 6 mit den Steigorten 3 und 4 großflächig steigend bis zum Oberen Bünau Stolln untersucht und bebaut worden. Damit ist trotz Versatzdämmen die hydraulische Verbindung zu den weiter hinaufreichenden tagesnahen Abbauen der Alten vorhanden. Es gibt zusätzlich vertikale Grubenbaue und wasserwegsame Morgengänge in den Flözabbauen, die den Zufluss zum Damm Flöz 6 Ost zusätzlich erhöhen. In der Grundstrecke Flöz 6 West ist nur das Steigort 2 von der Grundstrecke steigend untersucht und bebaut worden, wobei auch hier die hydraulische Verbindung zu den Abbauen der Alten hergestellt wurde. Außerdem quert 10 m vom Weißtauber Schacht in Richtung Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns ein 10 m hoher Gangabbau des Daniel Morgenganges mit Überhauen die Grundstrecke Flöz 6 West.

Der Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns ist im Bereich des Abzweiges der Grundstrecken Flöz 6 Ost/West als Tunnel mit einer Kombination von Stahltürstöcken und Stahlverzug in der Firste sowie Beton ausgebildet. Es gibt hier mindestens drei Sicherungsphasen. Damit sind die normalen Wasserwegsamkeiten aus den Spülsandfeldern des Flözes 6 zur Wasser-saige vom Haupttrakt Tiefer Bünau Stolln mehrfach gestört worden. Insbesondere fließt das Wasser in den Spülsand hinein und ist an den Dämmen nur schwer wieder davon abzutrennen. Es handelt sich bei den Grundstrecken Flöz 6 Ost und West um einen das Grubenwasser bündelnden wichtigen Zufluss auf den Haupttrakt des Tiefen Bünau Stolln, der bei den Bergsicherungsarbeiten im Hinblick auf die Abflussspitzen zu stark verdämmt wurde.

Im Jahre 2011 wurde ein Filterfenster (W 73) nahezu in der Achse der Grundstrecke Flöz 6 Ost in den Damm, außerhalb des Tunnels liegend, eingebaut und alle in Richtung Flöz 7 Ost nässenden Dammfugen sowie der bergseitige Ansatz der Tunnelfirste wurden mit bewehrtem Spritzbeton überdeckt. Die undichte sohlnahe Fuge wurde aufgebohrt, ein kurzes Rohrstück PVC blau DN 120 (W 74) für den geordneten Ablauf einbetoniert und mit 2 mm Kunststoffgaze zum Zurückhalten von Spülsand überzogen. Die Fugen zwischen den Stahlplatten in der Tunnelfirste und die mundlochseitige Fuge zwischen Damm und Gebirge (W 75) wurden nicht verändert, weil hier kein Spülsand austritt.

Die je nach Wetterlage sehr stark schwankende Wassermenge kann am Ablauf des Filterfensters Flöz 6 Ost (W 73) und am sohnahen Rohrstück Flöz 6 Ost (W 74) ausgelitert werden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit in den Grundstrecken Flöz 6 West und Ost ist wegen der verspülten Abbaufelder nicht möglich. Die früheren Fahrwege in den Steigorten 1 und 4 Flöz 6 vom Niveau Oberer Bünau Stolln beim Schnöpfner Schacht hinunter sind ebenfalls Teil der abgedämmten und verspülten Abbaufelder.

Das Gebirge im Haupttrakt Tiefer Bünau Stolln ist an den Flözbahnen mit Dämmen und Tunneln gesichert. Der Haupttrakt steht beim Flöz 6 im standfesten Gebirge aus kaolinisiertem Albitit und Flözbegleitreisen.

5.4.10.4 FLÖZ 4 OST UND WEST, ÜBERHAUEN M1, W 76

Der Bereich vom Flöz 4 im Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns ist im Zuge der Bergsicherungsarbeiten für den Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord mit Stahlausbau und Beton vertunnelt worden.

Dabei wurde geklärt, dass aus den Flözen 1 bis 3 Grubenwasser zum Überhauen M1 gelangt, im Überhauen M1 bzw. im bebauten Morgengang zum Tiefen Bünau Stolln absteigt und östlich hinter dem Tunnel des Flözes 4 fast 10 m hoch bis zum Flöz 3 aufgestaut wird, ehe das Grubenwasser in Richtung Grundstrecke Flöz 3 West überläuft und dort den Druck erhöht. Im Jahre 2011 wurde ein Filterfenster (W 76) über der undichten Baufuge in den Damm Ost des Flözes 4 eingebaut und die Baufuge abgedichtet. Mit dem Filterfenster wurde eine wasserwegsame Verbindung zum Überhauen M1 angetroffen.

Die Wassermenge kann am Ablauf des Filterfensters Flöz 4 West (W 76) ausgelitert werden. Die Wassermengen schwanken je nach Wetterlage sehr stark.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit in den Grubenbauen hinter dem Tunnel vom Flöz 4 ist wegen den verspülten Abbaufeldern am Überhauen M1 nicht möglich.

Das Gebirge im Haupttrakt Tiefer Bünau Stolln ist an der Flözbahn Flöz 4, dem Daniel Morgengang und dem Überhauen M1 mit einem Tunnel gesichert.

5.4.10.5 FLÖZ 3 GRUNDSTRECKE OST W 81 BIS W 86

In die Grundstrecke Flöz 3 Ost gelangte man vor dem Einbau der Dämme vom Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns über zwei Zugänge. Vom Mundloch her führte eine kurze Umfahrung auf die Grundstrecke Flöz 3 Ost. Bergwärts davon, durch einen Gesteinspfeiler von der Umfahrung getrennt, zweigt rechtwinklig die alte Grundstrecke Flöz 3 Ost ab.

Beide Zugänge zur Grundstrecke Flöz 3 Ost sind mit Betondämmen des Sanierungsabschnittes 14 Zinnwald Nord verschlossen. Beim Abzweig der alten Grundstrecke Flöz 3 Ost ist im Zusammenhang mit der Grundstrecke Flöz 3 West und dem Michaelis Schacht der Haupt-

trakt des Tiefen Bünau Stollns vertunnelt worden. Der östliche Damm an der Umfahrung geht mundlochwärts in einen zweiten Tunnel über, der zugleich den dritten Zugang zum Flöz 2 in der Firste abdämmt. Hier hatte man in der im Jahre 1918 den Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns wegen der Abförderung aus der Grundstrecke Flöz 3 bzw. vom Füllort am Michaelis Schachtes zweigleisig verbreitert.

Auf der Grundstrecke Flöz 3 Ost ist das Flöz 3 mit dem Begleitgreisen wahrscheinlich steigend bebaut. Im weiteren Verlauf der Grundstrecke Flöz 3 Ost wird der Fuß des nach oben offenen Überhauens M2 in dem nach Nordwest fallenden Neuschacht Morgengang erreicht, das oben in einer kleinen Abbaukammer mit Masseböschung eines Schachtes endet. Nach Befahrungsergebnissen von 1976 kam hier zeitweise fäkalienführendes Wasser herunter geflossen. Das Abwassersystem wurde inzwischen saniert. Am Fuß des Überhauens M2 beginnt ein Steigort im Flöz 3, das bis zum Oberen Bünau Stolln führt und beim Schacht E (Alter Emil) endet. Über dieses Steigort und Abbaue nach Nordwest ist eine hydraulische Verbindung zum Altbergbau des Oberen Bünau Stollns und im Flöz 3 weiter hinauf vorhanden.

Die Zuflüsse zur Grundstrecke Flöz 3 Ost kommen aus:

- dem Überhauen M2
- dem Steigort zum Oberen Bünau Stolln mit den Flözabbauen
- den Klüften im Quarzporphyr

Der Zustrom im Spülversatz hinter dem Damm Flöz 3 Ost schwillt weiterhin bei Starkregen oder Tauwetter nach wie vor rasch und stark an [Martin & Sennewald (2014)].

Zur besseren Ableitung des Grubenwassers wurden Filterfenster und Filterrohre eingebaut und vorhandene Abflüsse weiter genutzt (W 81 bis W 86). Das Grubenwasser der Grundstrecke Flöz 3 Ost drückt auf die Dämme und Tunnel, wobei wahrscheinlich eine Wasserwegsamkeit über die Firste des Tunnels hinweg von und nach der Grundstrecke Flöz 3 West vorhanden ist.

Es handelt sich um Oberflächenwasser, das von der Versickerungsfläche A in die großflächig mit Spülsand verfüllten Abbaufelder der Flöze 1 bis 4 im Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord gelangt und vorwiegend auf Spülsandoberflächen bis zu den Dämmen am Flöz 3 fließt, wobei Spülsandbewegungen erzeugt werden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist nur entlang des Haupttraktes vom Tiefen Bünau Stolln auf gesichertem Fahrweg möglich. Die Befahrung der Grundstrecke Flöz 3 Ost ist wegen den verspülten Abbaufeldern nicht möglich.

Das Gebirge im Haupttrakt Tiefer Bünau Stolln ist an der Flözbahn des Flözes 3 mit Dämmen und Tunneln gesichert. Der Haupttrakt steht beim Flöz 3 im standfesten Gebirge aus kaolinisiertem Albitit und Flözbegleitgreisen und ist auf zwei kurzen Streckenabschnitten vertunnelt worden. Die Wassersaige verläuft frei unter dem Tragwerk mit Grubengleis bzw. ist in den Tunneln im betonierten Fahrweg verrohrt.

5.4.10.6 FLÖZ 3 GRUNDSTRECKE WEST

Die Grundstrecke Flöz 3 wurde als Helener Querschlag aufgefahren. Im Jahre 1787 wurde dieser nunmehr bis Niedervereinigtfelder Schacht verlängerte Grubenbau als Gnade und Segen Gottes Querschlag im Riss verzeichnet. In die Grundstrecke Flöz 3 West gelangte man vor dem Einbau der Dämme vom Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns nach West am

Fuß des Michaeliser Schachtes vorbei. Dieser Zugang zur Grundstrecke Flöz 3 West ist mit einem Betondamm des Sanierungsabschnittes 14 Zinnwald Nord verschlossen. Die leicht versetzt am Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns angeschlossenen Grundstrecken Flöz 3 West und Ost sind mit ihren Streckendämmen Teile eines Betontunnels. Am alten Zugang zur Grundstrecke Flöz 3 West liegt der Fuß des Michaelis Schachtes.

Im weiteren Verlauf wird die Grundstrecke Flöz 3 West mit ihren Verzweigungen zu einem Stollnflügel für die alten Grubenfelder von Segen Gottes Schacht und Vereinigt Feld (Niedervereinigtfelder Schacht), wobei Teile als Grundstrecke auf den Flözen 4 und 6 dienen und die Abbaue bis über das Niveau vom Oberen Büнау Stolln auf den Flözen 1 bis 4 flächig aufgefahren worden sind.

Von der Grundstrecke Flöz 3 West gehen zwei Fallorte ab, die beide Verbindungen zum Tiefen Hilfe Gottes Stolln und zum kleinen Einzelabbau auf Flöz 2 sowie zu den Abbaufeldern Fallort 1, 2 Flöz 3 haben. Auf diesem Stollnflügel wurden zwei Unterwerksbaue betrieben. Einer liegt gleich beim Michaelis Schacht und der andere wurde mit dem westlichen Fallort 2, das als Steigort aufgefahren wurde, 1938 angeschossen.

Die Zuflüsse zur Grundstrecke Flöz 3 West kommen:

- aus dem gesamten Grubengebäude mit den Flözen 1 bis 4 soweit das Grubenwasser nicht in den Fallorten 1 und 2 zum Tiefen Hilfe Gottes Stolln verfällt. Zum Georgenfelder Querschlag als zweiten Entwässerungspunkt zum Tiefen Büнау Stolln fließt nach den Beobachtungen ab 2008 kein Grubenwasser aus diesem Gebiet mehr ab.
- aus dem verwahrten NN Schacht.
- aus dem verwahrten Michaelis Schacht.
- aus dem Überhauen M1.

Das Grubenwasser der Grundstrecke Flöz 3 West drückt auf den Betontunnel, wobei wahrscheinlich eine Wasserwegsamkeit über die Firste des Tunnels hinweg von und nach der Grundstrecke Flöz 3 Ost vorhanden ist.

Im Jahre 2011 wurden Filterfenster und Filterrohre in den Damm eingebaut (W76 bis W 80). Vor allem die beiden Filterfenster leiten bei Tauwetter und Starkregen viel Wasser ab. Die Wassermenge kann hier ausgelitert werden. Beide Filterfenster bündeln den Abfluss eines Teiles des bisher auf die Tunnelfirste drückenden Grubenwassers, verhindern jedoch nicht den Rückstau in der Grundstrecke Flöz 3 West mit Überlauf in den Spülsand hinunter in den Tiefen Hilfe Gottes Stolln.

Es handelt sich wie bei der Ostseite ebenfalls um Oberflächenwasser, das von der Versickerungsfläche A in die großflächig mit Spülsand verfüllten Abbaufelder der Flöze 1 bis 4 im Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord gelangt und vorwiegend auf Spülsandoberflächen bis zu den Dämmen am Flöz 3 fließt, wobei Spülsandbewegungen erzeugt werden. Am Westrand der Abbaufelder sind die alten Flözabbaue der Flöze 3 bis 6 nicht mit Spülsand verschlossen und das Grubenwasser kann frei abfließen.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist nur entlang des Haupttraktes vom Tiefen Büнау Stolln auf gesichertem Fahrweg möglich. Die Befahrung der Grundstrecke Flöz 3 West ist wegen den verspülten Abbaufeldern nicht möglich.

Das Gebirge im Haupttrakt Tiefer Büнау Stolln ist an der Flözbahn Flöz 3 West mit Dämmen und Tunneln gesichert. Der Haupttrakt steht beim Flöz 3 im standfesten Gebirge aus kaolinisiertem Albitit und Flözbegleitgreisen und wurde auf zwei kurzen Streckenabschnitten ver-

tunnelt. Die Wassersaige verläuft frei unter dem Tragwerk mit Grubengleis bzw. ist in den Tunneln im betonierten Fahrweg verrohrt.

5.4.10.7 FLÖZ 2 GRUNDSTRECKE, DURCHHIEB, FALLORT, W 87 UND W 88

Das Flöz 2 ist an drei Stellen mit Beton verdämmt. Im Bereich der Zugänge 1 und 2 des Flözes 2 sind Streckendämme für das Spülversatzfeld Zinnwald 14 Nord eingebaut worden. In der Firste des Haupttraktes vom Tiefen Büнау Stolln steht hier das Gebirge mit dem Flöz 2 unverritz an. Der Zugang 3 in die Firste des Tiefen Büнау Stollns ist Teil eines Betontunnels. Dieser Tunnel verdämmt zugleich hinter dem östlichen Streckendamm die Umfahrung in die Grundstrecke Flöz 3 Ost.

Bei den Erkundungen der Bergsicherung Dresden wurde das Abbaufeld im Flöz 2 südlich vom Michaelis Schacht bis zum Niveau Oberen Büнау Stolln befahren.

Die Zuflüsse zur Grundstrecke Flöz 2 kommen:

- von West nur aus dem Teil des Abbaufeldes im Flöz 2, das vom Tiefen Büнау Stolln aufsteigend bis zur Förderstrecke Michaelis Schacht nach NN-Schacht bebaut ist. Grubenwasser von weiter oben im Flöz 2 fällt auf die Grundstrecke Flöz 3 West.
- von Ost nur geringe Mengen, die aus dem Fallort am verdämmtten Zugang 3 auf den östlichen Streckendamm vom Tunnel drücken.
- Allerdings gelangt auch Grubenwasser aus der Grundstrecke Flöz 3 Ost auf der Umfahrung hinter den östlichen Streckendamm des Tunnels und damit zum Damm Flöz 2 Ost.

Im Jahre 2011 wurde der Streckendamm West mit Spritzbeton abgedichtet und sohnah beim verdämmtten Zugang 1 ein Filterrohr (W 88) eingesetzt. Im Tunnel wurde unter dem vorhandenen Notüberlauf im Streckendamm Ost ein Filterfenster (W 87) eingebaut. Die Abbaue im Flöz 2 sind hinter dem Tunnel mit Spülsand verfüllt.

Die bei Tauwetter und Starkregen sehr schnell und stark anschwellende Wassermenge kann bei W 87 und W 88 ausgelitert werden:

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist nur entlang des Haupttraktes vom Tiefen Büнау Stolln auf gesichertem Fahrweg möglich. Die Befahrung der Abbaufelder des Flözes 2 ist wegen den verspülten Abbaufeldern nicht möglich.

Das Gebirge im Haupttrakt Tiefer Büнау Stolln ist an den Flözbahnen mit Dämmen und Tunneln gesichert. Der Haupttrakt steht beim Flöz 2 im standfesten Gebirge aus kaolinisiertem Granit und Flözbegleitgreisen.

5.4.10.8 FLÖZ 1 GRUNDSTRECKEN

Die Grundstrecken des Flözes 1 sind mit massiven Betondämmen des Spülversatzfeldes Zinnwald 14 Nord bis hinauf in die Firste der alten Stollnstrecke wasserdicht gesichert. Zusätzlich ist die Sohle im Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns über dem Unterwerksbau betoniert (Plombe). Im Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns steht in der jetzigen Streckenfirste beim Flöz 1 das Gebirge an. Hinter den Streckendämmen ist das Flöz 1 mit Spülsand versetzt.

Die geringen Zuflüsse zur Grundstrecke Flöz 1 kommen aus den aufsteigenden Abbauen der Grundstrecken Flöz 1 Ost und West.

Die Wasserwegsamkeit zwischen den Grundstrecken Flöz 1 Ost und West ist sowohl über den Unterwerksbau als auch die Abbaue über die Stollnfirste des Haupttraktes vom Tiefen Büнау Stolln hinweg gegeben, ebenso in Form eines Überlaufes ins Flöz 2. Die Streckendämme des Flözes 1 sind trocken. Es tritt nirgends Grubenwasser aus.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit ist nur entlang des Haupttraktes vom Tiefen Büнау Stolln auf gesichertem Fahrweg möglich. Die Befahrung der Abbaufelder des Flözes 1 ist wegen den verspülten Abbaufeldern nicht möglich.

Das Gebirge im Haupttrakt Tiefer Büнау Stolln ist an den Flözbahnen mit Dämmen und Tunneln gesichert. Der Haupttrakt steht beim Flöz 1 im standfesten Gebirge aus kaolinisiertem Granit und Flözbegleitgreisen.

5.4.10.9 ALBERT ROLLE, W 89

Die Albert Rolle hat ihren Fuß dicht bergseitig vom Grubenlüfter und Wetterschleuse. Der Rollenfuß ist zum Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns hin mit einer stets durchnässten Betonsteinmauer gesichert. Auf der benachbarten kurzen Förderstrecke ist der Rollenfuß mit einem Damm aus Beton gesichert. Die kurze Förderstrecke mit dem Damm kann über eine Luke in der Betonsteinmauer befahren und kontrolliert werden. Die Albert Rolle liegt über Tage im Umland einer unsanierten Hausmülldeponie am Goetheweg.

Es handelt sich um ein ehemaliges Lichtloch auf dem Tiefen Büнау Stolln, dass später als Rolle genutzt wurde und 1957 durch den VEB Zinnerz Altenberg verfüllt werden sollte. Die Bergsicherung Dresden traf in den 1970er Jahren auf dem Tiefen Büнау Stolln eine Versatzböschung an und baute den Damm ein.

Das Wasser kommt von über Tage und aus Klüften des Quarzporphyrs, sickert im Versatz nach unten und tritt vom fahrbaren Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns aus sichtbar firstnah aus der Betonsteinmauer, fließt über die Mauer herab in die Wassersaige. Ein Teil des Wassers gelangt hinter die Mauer und fließt dort in zwei Rohren (W 89) in die Wassersaige des Haupttraktes vom Tiefer Büнау Stolln.

Bei Tauwetter und Starkregen verstärkt sich der Wasserzufluss aus der Albert Rolle deutlich. Die Wassermenge kann an beiden Zuflussspunkten beobachtet werden. Ein Messpunkt zum Auslitern ist an beiden Rohren im Damm (W 91) eingerichtet.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit in der Albert Rolle und über Tage ist nicht möglich.

Das Gebirge im Querschlag an der Albert Rolle besteht aus Quarzporphyr und ist standsicher.

5.4.10.10 GRUBENLÜFTER BIS MUNDLOCH TIEFER BÜNAU STOLLN, W 92 BIS W95

Der Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns verläuft mundlochseitig vom Grubenlüfter im steilen rechten Hang des Georgenfelder Baches, danach als Tunnel im nachbrüchigen Gestein und unter dem Zechenhaus hindurch bis zum jetzigen Mundloch. Der Quarzporphyr ist bei der geringen Überdeckung angewittert bis entfestigt und damit sind die Klüfte meist wasserwegsam geöffnet. Die Stöße sind teils mit Betondämmen, meist jedoch mit Betonsteinmauern und Spritzbetonausbesserungen gesichert. Auch die Stollnfirste wurde zum Mundloch hin mit Beton gesichert. Es tritt sowohl Kluftwasser, als auch hypodermisches Grundwasser durch den Ausbau in den Stollntrakt.

Das Kluftwasser fließt dem Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns vom Grubenlüfter bis zum Zechenhausfundament aus zahlreichen Klüften des Quarzporphyrs direkt zu oder wird hinter Mauern zum Stolln abgeschlaucht (W 92 bis W 95).

Bei Tauwetter und bei Starkregen hat sich gezeigt, dass das Kluftwasser bei Spitzenzuflüssen rasch und stark anschwillt. Selbst bei zeitweiliger Trockenheit fließt ständig Kluftwasser aus dem Gebirge des Talhanges zu.

Die Wassermenge kann an vielen Zuflussspunkten beobachtet werden. Das Gebirge ist auf diesem Stollnabschnitt fast völlig mit Dämmen, Mauern und Tunneln gesichert und steht im nachbruchgefährdeten Quarzporphyr.

5.4.10.11 QUERSCHLAG ALBERT SCHACHT, W90

Das Grubenwasser des Querschlag vom Albert Schacht zum Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns kommt hauptsächlich aus mehreren Klüften und Abschlachtungen des mit Firstbeton und Stahlkappen gesicherten 15 m unter Tage liegenden Füllortes am Albert Schacht aus dem Quarzporphyr. Das Grubenwasser fließt in der Wassersaige des Querschlag zum Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns zu.

Beim Tauwetter und beim Starkregen verstärkt sich der Kluftwasserzufluss am Füllort Albert Schacht merklich. Die Wassermenge des Kluftwasserzuflusses kann an den Zuflussspunkten und in der Wassersaige beobachtet werden. Ein Messpunkt zum Auslitern ist hier als W 90 eingerichtet, der jedoch nur einen Teil des Kluftwassers erfasst.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit im Querschlag Albert Schacht ist auf dem gesicherten Fahrweg möglich.

Das Gebirge im Querschlag Albert Schacht besteht aus Quarzporphyr und ist standsicher.

5.4.10.12 VERBINDUNGSSTRECKE ALBERT SCHACHT, W91

Die Verbindungsstrecke vom Albert Schacht bis zum Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns ist fahrbar. Das Grubenwasser der Verbindungsstrecke rinnt im Bereich der Steinbrecherrolle (W 91) als Kluftwasser aus dem Quarzporphyr und sickert durch den Spülsand in der Steinbrecherrolle auf den Tiefen Hilfe Gottes Stolln (W 49). In der Verbindungsstrecke gibt es nur Tropfstellen. Die Wassersaige der Verbindungsstrecke hat über Sohlschläuche eine Verbindung zur Wassersaige im Haupttrakt des Tiefen Büнау Stolln. Hier fließt jedoch nichts zu oder ab.

Der unbedeutende Kluftwasserzufluss über der Steinbrecherrolle verstärkt sich etwas bei Starkregen und Tauwetter.

Die Wassermenge des Kluftwasserzuflusses über der Steinbrecherrolle kann am Sammelrinnenlauf beobachtet werden.

Die Kontrolle der Wasserwegsamkeit in der Verbindungsstrecke Albert Schacht ist auf dem gesicherten Fahrweg möglich.

Das Gebirge in der Verbindungsstrecke Albert Schacht besteht aus Quarzporphyr und ist standsicher. Eine Bruchzone ist mit Stahlstützen, Matten und Spritzbeton gesichert.

5.4.11 GRUBE ZINNWALD/CÍNOVEC - AKTUALISIERTE GRUBENWASSERBILANZEN

5.4.11.1 GRUBENWASSERMENGE

Im VODAMIN-Projekt [Martin & Sennewald (2014)] sind alle Messungen zu Grubenwassermengen bis 2013 abgelegt und daraus für typische Wetterlagen Grubenwasserbilanzen zusammengestellt. Später wurde eine weitere Bilanz für die extreme Trockenheit per August 2018 aufgestellt. Im Vita-Min-Projekt war es zeitlich nicht möglich, an den Probenahmetagen komplette Wassermengenmessungen für Grubenwasserbilanzen durchzuführen. Es gab Beobachtungen an den Probenahmepunkten und wenn möglich an den Messwehren.

Um trotzdem die Analysenergebnisse mit Grubenwasserbilanzen verbinden zu können, muss auf die Ergebnisse zu zutreffenden Grubenwasserbilanzen im VODAMIN-Projekt zurückgegriffen werden. In der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 50) werden in den ersten drei Spalten die Beobachtungen zu den Probenahmetagen im Vita-Min-Projekt zusammengestellt, um in der vierten Spalte eine der in etwa zutreffenden Grubenwasserbilanzen des VODAMIN-Projektes anhand maßgebender Messpunkte zuordnen zu können.

Tabelle 50: Grube Zinnwald/Cínovec – Probenahmetage, Wetterlagen, Grubenwasserbilanzen

Probenahme	Wetterlage	maßgebende Messungen (Probenahmepunkt; Abfluss)		zutreffende Grubenwasserbilanz von VODAMIN
16.04.2019	trocken, nach schwachem Tauwetter bis 23.03.2019	W 33	60,5 l/min	ca. 120 % der Bilanz für Regenwetter vom 18.07.2012 mit W 33 50,2 l/min
02.05.2019	Regenwetter seit 26.04.2019	W 02 W 39a, b	13,67 l/s 16,87 l/s	98 % der Bilanz für Regenwetter vom 13.11.2012 (W 39a, b 17,20 l/s)
15.05.2019		W 02 W 39a,b s	13,67 l/s 15,40 l/s	82 % der Bilanz für Regenwetter vom 18.07.2012 (W 39a, b 13,67 + ca. 5 l/s)
26.06.2019 10.07.2019	Trockenheit seit 20.06.2019, davor Regenschauer	nur punktuelle Messungen an Zuflüssen in der Grube Cínovec, keine maßgebenden Wehre gemessen		wahrscheinlich nahe der Bilanz für Trockenheit vom 30.05.2012 (W 39a, b 12,8 l/s)
15.10.2019	Regenwetter seit 25.09.2019, seit 08.10. wieder trocken mit sehr wenig Regen			wohl noch Einfluss von Regenwetter wie bei der Bilanz vom 18.07.2012 (W 39a, b 13,67 + ca. 5 l/s)
05.11.2019	trocken seit 08.10.2019 mit sehr wenig Regen			niedriger als die Bilanz für Regenwetter vom 18.07.2012 (W 39a, b 13,67 + ca. 5 l/s)
26.11.2019	wenig Regen seit 10.11.2019	W 39a,b W 02	15,44 l/s 13,0 l/s	83 % der Bilanz für leicht erhöht (Regenwetter) vom 18.07.2012 (W 39a, b 13,67 + ca. 5 l/s)

Probenahme	Wetterlage	maßgebende Messungen (Probenahmepunkt; Abfluss)		zutreffende Grubenwasserbilanz von VODAMIN
02.03.2020	schwaches Tauwetter und ab und zu ganz leichter Schneeregen	W 96 W 39a,b	3,33 l/s 36,55 l/s	keine, Menge liegt deutlich höher als bei den vorhandenen Bilanzen für Regenwetter, aber noch deutlich unter einer Bilanz für Tauwetter

W 02 – Grenzdammwehr; W 33 – Geogenfelder Querschlag; W 39a, b – Wehre Verfallpunkt; W 96 – Mundloch Tiefer Büнау Stolln.

Die Wetterdaten für 2018 bis April 2020 sind mit den im Wetterdiagramm eingetragenen Probenahmetagen in den Anlagen 6.1 und 6.2 abgelegt. Die Grubenwasserbilanzen aus dem VODAMIN-Projekt werden in diesem Kapitel komplett wiedergegeben und um die Bilanz für das Trockenwetter im August 2018 ergänzt.

Zur Grubenwassermenge liegen inzwischen sichere Daten aus mehrjährigen Messungen vor. Die Wassermessungen begannen im Juni 2007 und wurden mit der Ausweitung der Aufwältigungen auf den Stollnstrecken systematisch ausgeweitet. Es handelt sich um Messungen zum Wasserstand und zu Wassermengen in der Grube Zinnwald und an den Stollnmundlöchern.

Die Messungen wurden 2 - 4x pro Monat vorgenommen. In Zeiten hohen Grubenwasserabflusses (Tauwetter, Starkregen) wurde in engeren Abständen gemessen, um das An- und Abschwellen und die Abflussspitzen zu ermitteln.

Die Beobachtungen während der Bauphase zur Stollnsanierung begannen im Juni 2007, wurden systematisch ausgeweitet und endeten im November 2011. Die angestauten Grubenwässer hinter dem Grenzdamm wurden ab dem 24.10.11 abgelassen und am 02.11.2011 konnte die Grenzdamm Luke geöffnet werden. Seitdem wurden bis 06.01.2013 systematische Wassermengenmessungen entlang der sanierten Hauptstollntrakte durchgeführt, um die montanhydrologischen Verhältnisse mit rekonstruierter Stollnwasserhaltung zu erfassen und zu beurteilen. Der Januar 2013 wurde wegen der wichtigen Messdaten und Beobachtungen zu einem Tauwetter Typ 2 (schnell) mit einbezogen.

Systematische Messungen erfolgten schließlich noch zum Starkregen Anfang Juni 2013. Seitdem werden nur anlassbezogene Einzelmessungen durchgeführt. Die Wassermessungen sind im VODAMIN-Projekt in Tabellen erfasst und in Diagrammen dargestellt [Martin & Sennewald (2014)]. Die Diagramme zu den einzelnen Messpunkten sind in bis zu drei Zeiträume getrennt, die mit den Zeiträumen der Wetterdiagramme übereinstimmen. Im August 2018 wurde bei der Stollnwasserkontrolle [Hofmann & Schmidt (2018)] nach extremer Trockenheit erneut eine systematische Wassermessung durchgeführt.

Daraus ergeben sich folgende Messzeiträume:

- Zeitraum A: Juni 2007 bis Dezember 2012 als Gesamtschau
- Zeitraum B: Juni 2007 bis Dezember 2011 für den Bauzeitraum mit Übergang zum Jahresende
- Zeitraum C: November 2011 bis Juni 2013 für den Kontrollzeitraum nach dem Bauende

- Zeitraum D: nach extremer Trockenheit im August 2018

Der Grubenwasserabfluss wird von fünf Wetterlagen bestimmt:

- Starkregen und Tauwetter verursachen Abflussspitzen als kurzzeitige Ereignisse
- Trockenheit und Frostwetter sind für anhaltende Niedrigabflüsse verantwortlich und
- Regenwetter bringt leicht erhöhte Abflüsse mit sich.

Die Tageswerte zum Niederschlag, der Schneehöhe und zur Temperatur wurden von der Wetterwarte Zinnwald-Georgenfeld (Station 05779) beschafft [DWD Climate Data Center (CDC)]. Damit können die Grubenwassermessungen mit dem Wettergeschehen in Verbindung gebracht werden.

Im Zeitraum 11/2011 bis 11/2012 konnten zeitgleich monatliche Messungen der hydrochemischen Qualität des Grubenwassers an bestimmten Messpunkten durchgeführt werden. Damit konnte folgenden Fragen für jeden Mess- und Beobachtungspunkt im VODAMIN-Projekt nachgegangen werden:

- Wassermenge bei der Abflussspitze insgesamt und nach Grubenbereichen
- Wassermenge bei Niedrigabfluss insgesamt und nach Grubenbereichen
- Wassermenge bei leicht erhöhtem Abfluss insgesamt und nach Grubenbereichen
- Hydrochemische Qualität des Grubenwassers je nach Abflussweg in der Grube
- Zusammenhänge des Abflusses mit Wetterlagen
- Zusammenhänge der Abflussschwankungen mit dem bekannten Abflussweg des Grubenwassers

In [Hofmann & Schmidt (2018)].

Tabelle 51 werden zunächst die Ergebnisse nach Grubenbereichen für die maßgebenden Wetterlagen aus dem VODAMIN-Projekt wiedergegeben, wo auch die Einzeldaten dazu abgelegt sind [Martin & Sennewald (2014)]. Für die Grubenwassermengen bei vollständig rekonstruierter Grubenwasserhaltung ergibt sich erstmalig für das Jahr 2012 eine Bilanz (Zeitraum C). Die Ergebnisse nach extremer Trockenheit (Beobachtungszeitraum D) konnten mit

den Daten für den August 2018 hinzugefügt werden. Die Einzeldaten dazu sind im Bericht von GolHo zur Stollnwasserkontrolle abgelegt [Hofmann & Schmidt (2018)].

Tabelle 51: Wetterlagen u. Grubenwassermengen Grube Cínovec/Zinnwald 11/2012 bis 08/2018 (Martin & Sennewald (2014); Hofmann & Schmidt (2018))

Wetterlagen	Zufluss aus Grubenbereichen 1 bis 5 (6 entwässert direkt in den Vorfluter) in l/s					Zufluss in die Vorfluter in l/s			Auftreten im hydrologischen Jahr
	1) Grenzdammwehr Tiefer Bünau Stolln (Grube Cínovec + Grenzschaftfeld)	2) Zufluss Grenzschaftflügel Tiefer Bünau Stolln	3) Zufluss Neuschachtflügel Tiefer Bünau Stolln	1+2+3) Menge am Verfallpunkt	4+5) Zufluss auf den Tiefen Hilfe Gottes Stolln	6) Haupttrakt Tiefer Bünau Stolln Mundloch	1 bis 5) aus dem Tiefer Hilfe Gottes Stolln am Mundloch	1 bis 6) Gesamtmenge in die Vorfluter	
Tauwetter 02.03.2012	88,29	14,79	30,99	134,07	9,56	25,72	143,63	169,35	kurze Spitzen
Tauwetter 05.01.2013	113,65	20,79	50,07	184,51	10,01	27,27	194,51	221,78	
Starkregen 03.06.2013 (max. 02.06.2013 nachts)	99,64 (max. 103,08)	17,62 (max. 17,84)	47,04 (max. 52,01)	164,3	8,73	36,00	194,51	209,02 (max. 217,7)	
Trockenheit 30.05.2012	11,40	0 ¹⁾	1,08	12,8	3,31	0,5	15,79	16,29	meiste Zeit eines Jahres
Trockenheit 24.10.2012	8,99	0 ²⁾	1,18	10,2	2,74	0,32	12,91	13,23	
Extreme Trockenheit 08./16.08.2018	7,32	0,27 ⁴⁾	0,79	8,38	2,60	0,26	10,98	11,24	
Regenwetter 18.07.2012	7,32 ³⁾ +ca. 5	0,82	4,57	13,67 +ca. 5	4,82	4,77	17,53	22,30 +ca. 5	

Regenwetter 13.11.2012	13,33	1,35	2,62	17,30	2,49	1,72	19,79	21,51
---------------------------	-------	------	------	-------	------	------	-------	-------

¹⁾ gemessen 24,7 l/min; ²⁾ gemessen: 8,5 l/min; ³⁾ Grenzdamm Luke geschlossen, Rückstau, nur Schieber offen, geschätzt 5 l/s bleiben im Rückstau; ⁴⁾ gemessen: 7,6 l/min

Wassermengen aus der Grube Cínovec

Die stark schwankenden Zuflüsse in die Grube Cínovec kommen, verursacht durch die Wetterlagen, hauptsächlich aus den alten Flözabbauen oberhalb vom Tiefen Bünau Stolln (Grube Cínovec I) und stetig aufquellendes Grubenwasser kommt aus dem Flutungsraum der Grube Cínovec II und steigen im Schacht Cínovec I auf. Mit Hilfe der Altdaten konnte eine Wasserbilanz für die Grube Cínovec vor und nach der Flutung aufgestellt werden, die für die meiste Zeit des Jahres gilt, wenn Trockenheit oder regnerische Wetterlage (< 19 mm Niederschlag pro Tag) herrschen. Von den ursprünglich 18,5 l/s aus der Betriebszeit fließen nach der Grubenflutung nur noch 11 bis 14 l/s aus der Grube Cínovec ab. Davon kamen und kommen immer noch etwa 5 l/s aus dem Altbergbau der Flözlagerstätte bis zum Tiefen Bünau Stollniveau.

Der Zufluss zur Grube Cínovec II hat sich von ca. 11,1 l/s vor der Flutung [Hepnar & Hercík (1990)] auf 6 bis 8 l/s nach der Flutung verringert. Diese Menge quillt im Schacht Cínovec I auf und fließt im Tiefen Bünau Stolln ab.

Zum Vergleich dazu wurden lt. einem Dokument vom 29.07.1942 [Bergarchiv Freiberg, OBA I 0255, 1942 bis 1945] am Militärschacht (Schacht Cínovec I) 8 l/s Grubenwasser für Aufbereitungszwecke gefördert. Der Tiefe Bünau Stolln führte weitere 5 l/s aus der Verbundgrube ab. Zu diesen insgesamt 13 l/s kommt noch eine damals nicht bestimmte Menge Grubenwasser aus dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln der Grube Zinnwald. Der Militärschacht war zu diesem Zeitpunkt rekonstruiert und bis zur IV. Sohle abgeteuft, so dass auch etwas Grubenwasser aus Grubenbauen unter dem Tiefen Bünau Stolln gefasst wurde.

Wassermengen aus der Grube Hoffnung Gottes

In das Georgenfelder Wasser fließt talwärts vom Tiefen Bünau Stolln das Grubenwasser aus dem Grubenfeld Hoffnung Gottes/Guttenschacht über den Tiefen Hoffnung Gottes Stolln.

Tabelle 52: Wetterlagen und Grubenwassermengen Grube Hoffnung Gottes 11/2012 bis 08/2018

Wetterlagen	Tiefer Hoffnung Gottes Stolln Zufluss in l/s
Tauwetter 20.03.2012	9,5
Tauwetter 05.01.2013	20,0
Starkregen 03.06.2013	36,0
Trockenheit 07.06.2012	3,8
Trockenheit 25.09.2012	3,7
Extreme Trockenheit 08.08.2018	2,4
Regenwetter 18.07.2012	6,0
Regenwetter 13.11.2012	4,0

Der Tiefe Hoffnung Gottes Stolln führt die in der Tabelle angegebenen Wassermengen ab. Auch bei Trockenheit wird noch eine relativ hohe und dabei gleichbleibende Wassermenge in

den Georgenfelder Bach geleitet. Das erklärt sich daraus, dass der THoffnGst eine längere Strecke unter dem Tal des Georgenfelder Bach verläuft. Bei anhaltender Trockenheit sind die Stollnwässer des TBSt und des THGSt die einzigen Zuflüsse im Unterlauf des Georgenfelder Baches. Die Absenkung der Wassermenge bei Trockenheit erfolgt sehr langsam und in geringem Umfang. Auch Regenwetter und Tauwetter wirken sich mit Verzögerung aus. Die Abflussspitze steigt im Vergleich zum Trockenwetterabfluss zwar deutlich an, erreichte im Beobachtungszeitraum jedoch nur das 5-fache der Wassermenge bei langanhaltender Trockenheit. Bei mehrtägigem Starkregen auf durchnässten Boden werden Abflussspitzen erreicht, die dem 9-fachen der Wassermenge bei langanhaltender Trockenheit entsprechen.

5.4.11.2 ERKENNTNISSE ZU DEN GRUBENWASSERMENGEN, DIE IN DIE VORFLUT GELANGEN

Den Erkenntnissen liegen die in[Hofmann & Schmidt (2018)].

Tabelle 51 aufgeführten Messwerte zugrunde.

- Die Abflussspitze erreichte beim Tauwetter 2012 mit 169,35 l/s nur normale bis niedrige Werte. Typisch war der enorme Anstieg im Vergleich zu den Niedrigabflüssen und zu den leicht erhöhten Abflüssen, die die meiste Zeit des Jahres auftreten.
- Die Abflussspitze des Neujahrstauwetters 2013 war sehr hoch, lag aber noch innerhalb der prognostizierten Bandbreite von bis zu 250 l/s.
- Die Abflussspitze infolge des Starkregens von Anfang Juni 2013 erreichte Werte wie ein schnelles Tauwetter (Neujahrstauwetter 2013).
- Die Niedrigabflüsse im Jahre 2012 zeigen mit den Daten vom 30.05.2012 typische Werte für eine Beharrung bei Trockenheit, die um 16 l/s Gesamtabfluss schwankt. Die Daten vom 24.10.2012 stehen dagegen bereits für eine stetige Verminderung der Grubenwassermenge nach anhaltender Trockenheit, deren Werte unter die der Beharrungsphase absinken, weil Kluftwasserleiter beginnen leer zu laufen. Dieser Zustand wird nur selten erreicht, wurde jedoch im August 2018 erneut und mit noch weiter ausgelaufenen Kluftwasserleitern erreicht.
- Die leicht erhöhten Abflüsse zeigen zwei Zustände. Am 18.07.2012 kam die erhöhte Grubenwassermenge aus der Grube Zinnwald. Die Welle aus der Grube Cínovec war wegen Rückstau und begrenztem Abfluss mittels Schieber am Grenzdamm nicht wirksam. Man muss die sich hinter dem Grenzdamm anstauende Menge mit mind. ca. 5 l/s ansetzen. Man erhält somit einen Gesamtabfluss aus der Grube bei anhaltendem Regenwetter von um 27 l/s. Am 13.11.2012 kam es nach Regenwetter nur zu einem leicht erhöhten Abfluss aus der Grube Cínovec. Der Zulauf aus der Grube Zinnwald war bereits im Abklingen.

Die Frage nach dem Anteil des Grubenwassers aus der Grube Cínovec und der Grube Zinnwald konnte bereits im VODAMIN Projekt mittels einer bestimmten Messreihe beantwortet werden. Das bei Trockenheit oder Frostwetter bestehende Verhältnis der Zuflussmengen

von 2 zu 1 verändert sich bei Tauwetter und Starkregen auf 1 zu 1, wegen der starken Oberflächenwasserzuflüsse in die Grube Zinnwald (Abbildung 26).

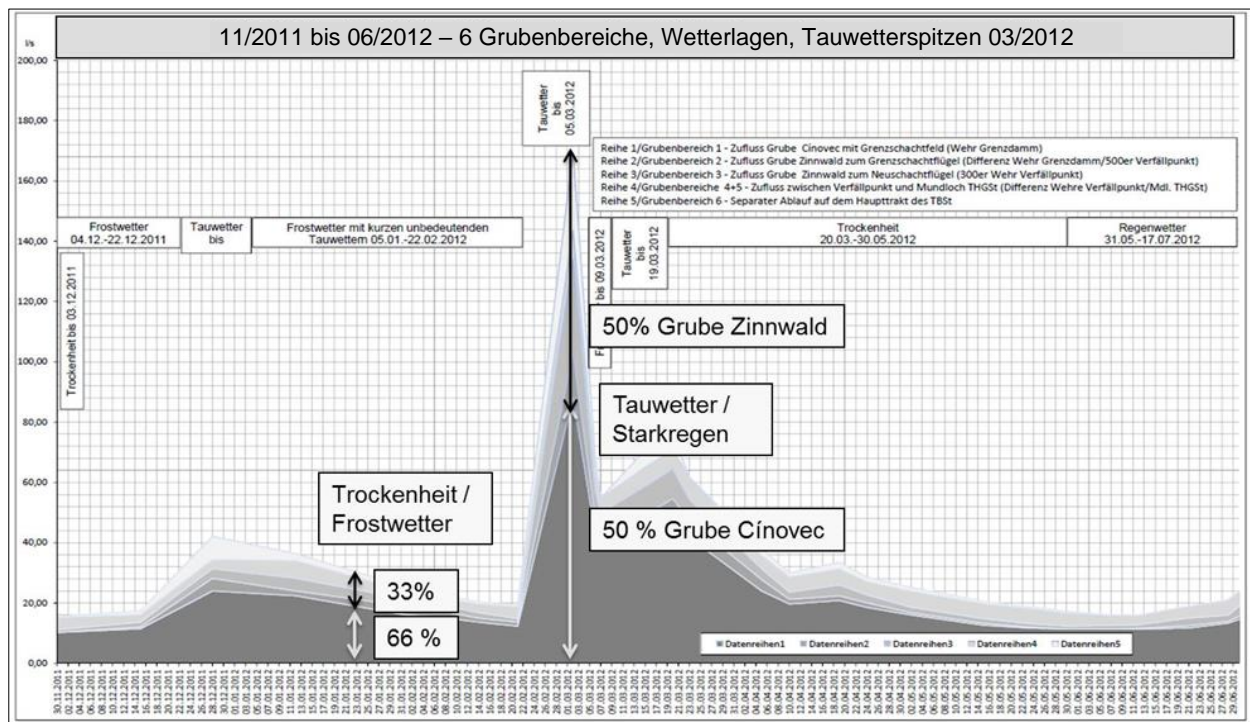


Abbildung 26: Grubenwassermengen der Grube Zinnwald/Cinovec nach Grubenbereichen im Zeitraum 11/2011-06/2012

Erkenntnisse zu den Wassermengen nach Grubenbereichen:

- In allen Grubenbereichen schneller und starker Anstieg der Grubenwassermenge bei Tauwetter/Starkregen. Die Bandbreite des Anstieges (nach Zeit und Menge) sowie der Verlauf beim Tauwetter kann durch die Tauwetter Typ 1 (langgezogen) und Typ 2 (schnell) eingegrenzt werden. Mit diesen Erfahrungen und genauer Beobachtung der Einflussfaktoren sind Größenordnungen sowie Zeiten der Abflussspitzen mit 150 - 250 l/s vorhersagbar.
- Bei anhaltender Trockenheit (4 bis 6 Wochen) wird ein Niedrigabfluss mit Beharungszustand von ca. 16 l/s erreicht. Danach beginnt ein erneuter Rückgang der Wassermengen, weil die Kluftwasserleiter beginnen leer zu laufen.
- Die Zuflüsse in die Grube Zinnwald kommen bei Niedrigabfluss hauptsächlich aus randlichen Kluftwasserleitern, wie aus dem Neuschachtflügel (Grubenbereich 3), aus dem Spülversatzfeld Zinnwald Nord (Grubenbereich 4) und aus dem 940 m langen Hauptstollntrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stolln zwischen Albert Schacht / Grube Gnade Gottes / Westflügel / Mundloch (Grubenbereich 5), die alle unmittelbar mit dem Kluftwasserleiter im Quarzporphyr verbunden sind.
- Aus der Kuppe der Lagerstätte (Grenzschaftflügel, Grubenbereich 2) und dem Tiefen Bünau (Grubenbereich 6) kommen bei Trockenheit nur unbedeutende Anteile. Diese Grubenbereiche reagieren damit vor allem auf das Niederschlags- und das abfließende Oberflächenwasser.
- Bei Regenwetter steigt der Abfluss aus der Grube Zinnwald-Cinovec zwar rasch, aber nur auf bis ca. 30 l/s an.

- Die Grubenwassermenge der Grube Zinnwald wird von direkten Oberflächenwasserzutritten bei Tauwetter / Starkregen / Regenwetter deutlich beeinflusst. Das betrifft alle Zuflusspunkte mit sehr schneller Reaktion.
- Die Grubenwassermengen der Gruben Zinnwald/Cínovec stellen sich bei Trockenheit / Frostwetter auf das Verhältnis 2:1 ein.
- Die Grubenwassermengen der Gruben Zinnwald/Cínovec stellen sich bei Tauwetter / Starkregen auf das Verhältnis 1:1 ein. Für die erhöhten Grubenwassermengen in der Grube Zinnwald bei diesen Wetterlagen sind eindeutig die mehr oder weniger direkten Oberflächenwasserzuflüsse verantwortlich.

5.4.11.3 GRUBENWASSERMENGEN BEI ANHALTENDER TROCKENHEIT

Maßgebend dafür sind die Mengenmessungen und Wasserstandsmessungen nach Fertigstellung der Bauwerke ab November 2011. Ein Niedrigabfluss stellt sich in der Grube ein, wenn nach Tauwetter oder Starkregen bzw. nach Regenwetter mehr als 4 bis 6 Wochen nur ab und zu Niederschläge bis 4,9 mm/Tag fallen (Trockenwetter) oder wenn anhaltendes Frostwetter herrscht. Für eine Frühsommer- und Herbsttrockenheit sowie für die Extremtrockenheit 2018 wurden die Grubenwasserbilanzen erstellt.

Niedrigabfluss nach langer Trockenheit 30.05.2012

Die Trockenheit setzte unmittelbar nach dem Tauwetter im März ein und hielt bis zum 30.05.2012 an. Es handelt sich um eine typische Trockenheit im Frühjahr, die 2012 insgesamt 10 Wochen andauerte.

Tabelle 53: Wassermengen bei Trockenheit 30.05.2012

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamt- abfluss
	l/min	l/s	
Grubenbereich 1 - Grube Cínovec mit dem Grenzschaftfeld der Grube Zinnwald auf dem Tiefen Bünau Stolln bis zum Grenzdamm	684,0	11,40	70,0
Grubenbereich 2 - Zentrum und Ostflanke der Grube Zinnwald auf dem alten und neuen Grenzschaftflügel sowie die Grundstrecke Flöz 11-Ost des Tiefen Bünau Stollns	24,7	0,00*)	0,0
Grubenbereich 3 - Westflanke der Grube Zinnwald auf dem Neuschachtflügel des Tiefen Bünau Stollns	64,8	1,08	6,6
Zwischensumme Ablauf am Verfallpunkt	773,5	12,8	76,6
Grubenbereich 4 - Spülversatzfeld Zinnwald Nord auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln am Druckdamm 1 und 2 sowie Kluftwasser zwischen Verfallpunkt und Albert Schacht	66,2	1,10	6,8
Zwischensumme aus der Grube insgesamt, Tiefer Hilfe Gottes Stolln am Albert Schacht	839,7	14,00	85,9
Grubenbereich 5 - Klüfte auf dem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns zwischen Albert Schacht und Mundloch mit der Grube Gnade Gottes	132,4	2,21	13,5
Grubenbereiche 1 bis 5 Grube Cínovec, Teil von Zinnwald und Haupttrakt Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Gesamtabfluss zum Mundloch Tiefer Hilfe Gottes Stolln	947,5	15,79	97,0
Grubenbereich 6a - Flöze 1 bis 7 am Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns	9,1	0,15	0,9
Grubenbereich 6b - Klüfte zwischen Albert Rolle und Mund-	20,6	0,34	2,1

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamt-abfluss
	l/min	l/s	
loch auf dem Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns			
Grubenbereich 6 - Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns zwischen Flöz 7 und Mundloch, Gesamtabfluss zum Mundloch TBSt	29,7	0,50	3,0
Grubenbereiche 1 bis 6 , Gesamtabfluss aus der Grube	977,2	16,29	100,00

*) geringe Menge liegt im Fehlerbereich einer Differenzbildung mit Messdaten an den 500 mm Wehren beim Grenzdam, Verfallpunkt.

Bewertung:

- Die Wassermenge am Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stolln sank nach dem Tauwetter zwischen dem 20.03.12 und dem 07.06.2012 (11 Wochen) bei anhaltender Trockenheit mit kontinuierlich abflachender Kurve von 70,78 l/s auf ca. 16 l/s ab und verharrte dann bis zum Beginn des Regenwetters.
- Es wurde ein typischer Niedrigabfluss nach Trockenheit von etwa 16 l/s aus der Grube erreicht.
- Der Niedrigabfluss kommt zu 70 % aus der Grube Cínovec (Grubenbereich 1). Zu diesem Grubenbereich 1 gehört das am Messpunkt W 01 zufließende Grubenwasser des Grenzschacht-Grubenfeldes der Grube Zinnwald. Dessen Wassermenge ist dabei unbedeutend. Es ergibt sich ein Verhältnis der Grubenwassermengen beim Niedrigabfluss von 2:1 zwischen der Grube Cínovec und der Grube Zinnwald.
- Die Zuflüsse in die Grube Zinnwald kommen bei Niedrigabfluss hauptsächlich aus dem Neuschachtflügel (Grubenbereich 3) und aus dem Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord (Grubenbereich 4). Aus der Kuppe der Lagerstätte (Grenzschachtflügel, Grubenbereich 2) und dem Tiefen Büнау Stolln (Grubenbereich 6) kommen nur unbedeutende Anteile. Auf dem 940 m langen Hauptstollntrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns vom Albert Schacht über die Grube Gnade Gottes und dem eingebundenen Westflügel des Tiefen Hilfe Gottes Stollns (Grubenbereich 5) fließt ständig relativ viel Kluftwasser zu, das aus dem Quarzporphyr, den Störungszonen und Gangabbauen in den Stolln eintritt.
- Der Beharrungszustand beim Niedrigabfluss von ca. 16 l/s spiegelt den Zustand wieder, wenn fast nur noch Kluftwasser den Grubenbauen zusickert und kein Oberflächenwasser bzw. hypodermisches Grundwasser den Weg über Verbrüche, Bohrlöcher oder Verfüllmassen den kurzen Weg in die Grube nimmt.

Niedrigabfluss nach langer Trockenheit 24.10.2012

Die besonders lang anhaltende Trockenheit begann nach dem verregneten Juni und der regnerischen erste Julihälfte 2012 und hielt bis zum 25.10.2012 an. Am 26.10.2012 kam der erste Wintereinbruch mit Frost und Schnee.

Tabelle 54: Wassermengen bei Trockenheit 24.10.2012

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamt-abfluss
	l/min	l/s	
Grubenbereich 1 - Grube Cínovec mit dem Grenzschachtfeld der Grube Zinnwald auf dem Tiefen Büнау Stolln bis zum Grenzdam	539,4	8,99	68,0
Grubenbereich 2 - Zentrum und Ostflanke der Grube Zinn-	8,5	0,00*)	0,0

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamt-abfluss
	l/min	l/s	
wald auf dem alten und neuen Grenzschaftflügel sowie die Grundstrecke Flöz 11-Ost des Tiefen Bünau Stollns			
Grubenbereich 3 - Westflanke der Grube Zinnwald auf dem Neuschachtflügel des Tiefen Bünau Stollns	70,8	1,18	8,9
Zwischensumme Ablauf am Verfallpunkt	618,7	10,2	76,9
Grubenbereich 4 - Spülversatzfeld Zinnwald Nord auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln am Druckdamm 1 und 2 sowie Kluftwasser zwischen Verfallpunkt und Albert Schacht	53,0	0,88	6,7
Zwischensumme aus der Grube insgesamt, Tiefer Hilfe Gottes Stolln am Albert Schacht	671,7	11,20	83,6
Grubenbereich 5 - Klüfte auf dem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns zwischen Albert Schacht und Mundloch mit der Grube Gnade Gottes	111,4	1,86	14,0
Grubenbereiche 1 bis 5 Grube Cínovec, Teil von Zinnwald und Haupttrakt Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Gesamtabfluss zum Mundloch Tiefer Hilfe Gottes Stolln	774,6	12,91	97,6
Grubenbereich 6a - Flöze 1 bis 7 am Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns	4,8	0,08	0,6
Grubenbereich 6b - Klüfte zwischen Albert Rolle und Mundloch auf dem Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns	14,3	0,24	1,8
Grubenbereich 6 - Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns zwischen Flöz 7 und Mundloch, Gesamtabfluss zum Mundloch Tiefen Bünau Stolln	19,1	0,32	2,4
Grubenbereiche 1 bis 6 , Gesamtabfluss aus der Grube	793,7	13,23	100,00

*) geringe Menge liegt im Fehlerbereich einer Differenzbildung mit Messdaten an den 500 mm Wehren beim Grenzdamm, Verfallpunkt.

Bewertung:

- Die Wassermenge am Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns sank nach dem Regenwetter mit leicht erhöhtem Grubenwasserabfluss zwischen dem 01.08.12 und dem 21.08.2012 (nur 3 Wochen) bei anhaltender Trockenheit mit kontinuierlich abflachender Kurve von 22,62 l/s auf ca. 16 l/s ab und verharrte auf diesem Niveau bei Trockenheit bis zum 25.09.2012 (5 Wochen).
- Die Kurve der Wassermengen am Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stollns zeigt ebenso wie beim Mundloch Tiefer Bünau Stolln beim Beginn der Trockenwetterphasen sofort ein steiles Abfallen, danach folgt eine Beharrung und erst bei den seltenen Fällen einer immer noch anhaltenden Trockenheit wie im Herbst 2012 beginnt ein sehr flaches stetiges Abfallen bis zum Beginn des Regenwetters.
- Der am Ende der Trockenheit ermittelte Niedrigabfluss mit nur 13,23 l/s aus der Grube steht für die geringsten Abflüsse seit Beginn der genaueren Messungen ab Ende 2008.
- Der Niedrigabfluss kommt zu 68 % aus der Grube Cínovec (Grubenbereich 1). Das am Grenzdamm mit angeschlossenen Grenzschaftfeld der Grube Zinnwald fällt dabei kaum ins Gewicht. Es ergibt sich wie schon am 30.05.12 beobachtet ein Verhältnis der Grubenwassermengen beim Niedrigabfluss von 2:1 zwischen der Grube Cínovec und der Grube Zinnwald.

- Die Anteile der Zuflüsse in die Grube Zinnwald sind nicht anders als am 30.05.12 beobachtet.
- Das erneute stetige Absinken der Grubenwassermenge spiegelt den Zustand wieder, wenn die im Kluftwasserleiter gespeicherten Wassermengen weiterhin abfließen, wenn auch schwächer als sonst, aber der Zulauf in den Kluftwasserleiter den Abfluss in die Grube nicht mehr ausgleichen kann.
- Die Niedrigabflüsse aus der Grube sind mit den Beobachtungen von 2012 recht genau ermittelt. Ein Beharrungszustand stellt sich nach parabelartiger Absenkkurve bei etwa 16 l/s Gesamtabfluss ein. Nur bei anhaltender Trockenheit beginnt eine erneute diesmal lineare Absenkung.

Niedrigabfluss nach extremer Trockenheit am 08./16.08.2018

Die extreme Trockenheit war bereits Folge eines schneearmen Winters und einer bis Ende März währenden Frostperiode. Danach begann ohne Frühjahrsregenphasen die Trockenheit, die bis über den Messzeitpunkt hinaus bis Ende Oktober 2018 anhielt. Auch die sommerlichen Starkregenphasen fielen aus.

Tabelle 55: Wassermengen nach extremer Trockenheit 08./16.08.2018

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamtabfluss	Bemerkung
	l/min	l/s		
Grubenbereich 1 - Grube Cínovec mit dem Grenzschaftfeld der Grube Zinnwald auf dem Tiefen Büнау Stolln bis zum Grenzdamm	439,2	7,32	65,1	Wert am Messwehr W 02
Grubenbereich 2 - Zentrum und Ostflanke der Grube Zinnwald auf dem alten und neuen Grenzschaftflügel sowie die Grundstrecke Flöz 11-Ost des Tiefen Büнау Stollns	16,2	0,27	2,4	16,2 l/min als Differenz der Messwehre W 39a-W 02; nur 7,6 l/min als Summe der Beobachtungswerte W 03 bis W 14
Grubenbereich 3 - Westflanke der Grube Zinnwald auf dem Neuschaftflügel des Tiefen Büнау Stollns	47,4	0,79	7,0	47,4 l/min am Messwehr, nur 28,4 l/min als Summe der Mess- und Schätzwerte W 16 bis W 38 (ohne W 18, 19, 22, 27, 28)
Zwischensumme Ablauf am Verfallpunkt	502,8	8,38	74,5	
Grubenbereich 4 - Spülversatzfeld Zinnwald Nord auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln am Druckdamm 1 und 2 sowie Kluftwasser zwischen Verfallpunkt und Albert Schacht	18,8	0,31	2,8	als Summe der Mess- und Schätzwerte W40 bis W50
Zwischensumme aus der Grube insgesamt, Tiefer Hilfe Gottes Stolln am Albert Schacht	521,6	8,69	77,3	
Grubenbereich 5 – Mess- und Schätzwerte	62,0	0,98	9,2	als Summe der Mess- und Schätzwerte W 52 bis W 70
Korrekturwert Grubenbereich 5	75,2	1,30	11,1	Korrekturwert

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamt- abfluss	Bemerkung
	l/min	l/s		
Grubenbereich 5 - Klüfte auf dem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns zwischen Albert Schacht und Mundloch mit der Grube Gnade Gottes und dem Westflügel	137,2	2,29	20,3	
Grubenbereiche 1 bis 5 - Grube Cínovec, Teil von Zinnwald und Haupttrakt Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Gesamtabfluss zum Mundloch Tiefer Hilfe Gottes Stolln	658,8	10,98	97,7	Wert am Messwehr W 71
Grubenbereich 6a - Flöze 1 bis 7 am Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns	7,1	0,12	1,1	Mess- und Schätzwerte W 72 bis W 88
Grubenbereich 6b - Klüfte zwischen Albert Rolle und Mundloch auf dem Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns	0,0	0,00	0,0	
nicht sichtbare Zuflüsse aus den Flözen	8,6	0,14	1,3	als Messwertdifferenz
Grubenbereich 6 - Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns zwischen Flöz 7 und Mundloch, Gesamtabfluss zum Mundloch TBSt	15,7	0,26	2,3	
Grubenbereiche 1 bis 6, Gesamtabfluss aus der Grube	674,5	11,24	100	

Bewertung:

- Die Abflussmengen aus der Grube sanken auf Tiefstände.
- Der Georgenfelder Bach fiel trocken.
- Aus dem Sanierungsabschnitt 14 Zinnwald Nord laufen über beide Druckdämme zusammen nur noch 11,5 l/min ab.
- Das Verhältnis der Wassermengen aus den Gruben Cínovec und Zinnwald bleibt bei ca. 2:1 (7,32 l/s:3,92 l/s)
- Es gibt etwas zu hohe Rechenwerte der Messwehre infolge der niedrigen Messwehrüberläufe, die in den Messwertdifferenzen angegeben sind. Damit fällt die berechnete Zahl für den Gesamtabfluss aus den Grubenbereichen 1 bis 5 bis zu 1,3 l/s zu hoch aus.
- Beim Tiefen Büнау Stolln Haupttrakt wurde eine relativ hohe Differenz zwischen Mess-/Beobachtungssumme der Wassermenge und dem Ablauf am Mundloch festgestellt. Es ist zu vermuten, dass es unbekannte Zuflüsse in die Wassersaige an Sohl-fugen der Dämme des Flözes 3 und 6 gibt. Beim Flöz 3 wurde das bereits bei stärkerer Wasserführung beobachtet.
- Am Mundloch des Tiefen Hoffnung Gottes Stolln wurde am 08.08.2018 ein Abfluss von 144 l/min (2,4 l/s) gemessen. Damit ist erneut klar geworden, dass dieser Stolln im Westhang des Georgenfelder Baches ein wichtiger Entwässerungsstolln ist, der über Klüfte im Quarzporphyr auch dem Georgenfelder Bach Wasser entzieht.

5.4.11.4 GRUBENWASSERMENGEN BEI LEICHT ERHÖHTEM ABFLUSS

Grubenwassermengen bei leicht erhöhtem Ablauf sind solche, bei denen der Abfluss infolge von Regenwetterperioden mit Niederschlagsmengen von 5 bis 19,9 mm/Tag gegenüber dem Trockenwetterabfluss deutlich erhöht ist.

Diese ausgesprochenen Regenwetterlagen traten zwischen November 2011 bis Dezember 2012 nur zweimal auf. Für beide Zeiträume werden die Grubenwasserbilanzen erstellt. Am 18.07.12 war leider wegen Baumaßnahmen am Tiefen Hilfe Gottes Stolln der Grenzdamm noch geschlossen, nur die Schieber geöffnet und dabei ein Auslaufrohr durch Schwemholz zugesetzt, sodass ein großer Teil des Grubenwassers aus der Grube Cínovec zurückgestaut wurde.

Leicht erhöhter Abfluss am 18.07.2012

Ab dem 01.06.12 begann eine von durchziehenden Regen- bzw. Gewitterfronten geprägte Großwetterlage, die mit einem letzten Regen am 17.07.12 endete. Die täglichen Regenmengen lagen meist unter 20 mm nur an 4 Einzeltagen etwas darüber, was aber nicht zu Starkregenphasen führte. Für die Erstellung der Wasserbilanz wurden auch einige Messwerte vom 24.07.2012 hinzugezogen.

Tabelle 56: Wassermengen bei leicht erhöhtem Abfluss 18.07.2012

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamt-abfluss
	l/min	l/s	
Grubenbereich 1 - Grube Cínovec mit dem Grenzschaftfeld der Grube Zinnwald auf dem Tiefen Bünau Stolln bis zum Grenzdamm	439,2	7,32	32,8
Grubenbereich 2 - Zentrum und Ostflanke der Grube Zinnwald auf dem alten und neuen Grenzschaftflügel sowie die Grundstrecke Flöz 11-Ost des Tiefen Bünau Stollns	106,9	1,78	8,0
Grubenbereich 3 - Westflanke der Grube Zinnwald auf dem Neuschachtflügel des Tiefen Bünau Stollns	274,0	4,57	20,5
Zwischensumme Ablauf am Verfallpunkt	820,1	13,67	61,3
Grubenbereich 4 - Spülversatzfeld Zinnwald Nord auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln am Druckdamm 1 und 2 sowie Kluftwasser zwischen Verfallpunkt und Albert Schacht	102,2	1,70	
Zwischensumme aus der Grube insgesamt, Tiefer Hilfe Gottes Stolln am Albert Schacht	922,3	15,37	1,7
Grubenbereich 5 - Klüfte auf dem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns zwischen Albert Schacht und Mundloch mit der Grube Gnade Gottes	187,0	3,12	64,6
Grubenbereiche 1 bis 5 Grube Cínovec, Teil von Zinnwald und Haupttrakt Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Gesamtabfluss zum Mundloch Tiefer Hilfe Gottes Stolln	1.051,8	17,53	78,6
Grubenbereich 6a - Flöze 1 bis 7 am Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns	139,5	2,33	14,0
Grubenbereich 6b - Klüfte zwischen Albert Rolle und Mundloch auf dem Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns	146,9	2,45	10,4
Grubenbereich 6 - Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns zwischen Flöz 7 und Mundloch, Gesamtabfluss zum Mundloch TBSt	286,4	4,77	21,4
Grubenbereiche 1 bis 6 , Gesamtabfluss aus der Grube	1.338,2	22,30	100,0
Korrektur wegen des Grenzdammrückstaus geschätzt > 5 l/s		ca. 27,30	

Bewertung:

- Der leicht erhöhte Gesamtabfluss mit ca. 27,3 l/s steht für eine längere Regenphase nach Trockenheit. Die Abflussmenge stieg nur auf 170 % zum Niedrigabfluss von 16 l/s an.
- Die Grubenwassermenge folgt den Niederschlägen mit kurzer zeitlicher Verzögerung. Der Anstieg gegenüber der bis zum 30.05.12 anhaltenden Trockenheit (Gesamtabfluss 16,29 l/s l/s) auf ca. 27 l/s ist relativ gering.
- Es scheint so, dass die Regenwetterperioden mit Niederschlägen bis 19,9 mm/Tag, auch wenn diese länger anhalten, nur zu einer relativ geringen Erhöhung des Gesamtabflusses aus der Grube führen.

Leicht erhöhter Abfluss am 13.11.2012

Nach sehr langer Trockenheit begann am 26.10.2012 unvermittelt ein Kälteeinbruch mit einer 18 cm Schneedecke, die bis zum 03.11.12 wieder abgeschmolzen war. Die Tiefdruckwetterlage mit täglichen Niederschlägen von bis zu 10 mm hielt bis zum 11.11.2012 an. Die Grubenwassermessung vom 13.11.2012 erfasst vor allem die lange Welle des Grubenwasserabflusses mit der größten Gesamtmenge. Die Wassermengen der schnell anspringenden Zuflussspunkte der Grube Zinnwald waren am 13.11.12 bereits wieder im Rückgang.

Tabelle 57: Wassermengen bei leicht erhöhtem Abfluss 13.11.2012

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamtabfluss
	l/min	l/s	
Grubenbereich 1 - Grube Cínovec mit dem Grenzschaftfeld der Grube Zinnwald auf dem Tiefen Büнау Stolln bis zum Grenzdamm	799,8	13,33	62,0
Grubenbereich 2 - Zentrum und Ostflanke der Grube Zinnwald auf dem alten und neuen Grenzschaftflügel sowie die Grundstrecke Flöz 11-Ost des Tiefen Büнау Stollns	81,0	1,35	6,3
Grubenbereich 3 - Westflanke der Grube Zinnwald auf dem Neuschachtflügel des Tiefen Büнау Stollns	157,4	2,62	12,2
Zwischensumme Ablauf am Verfallpunkt	1.038,2	17,30	80,5
Grubenbereich 4 - Spülversatzfeld Zinnwald Nord auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln am Druckdamm 1 und 2 sowie Kluftwasser zwischen Verfallpunkt und Albert Schacht	65,3	1,09	5,1
Zwischensumme aus der Grube insgesamt, Tiefer Hilfe Gottes Stolln am Albert Schacht	1.103,5	18,39	85,5
Grubenbereich 5 - Klüfte auf dem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns zwischen Albert Schacht und Mundloch mit der Grube Gnade Gottes	84,1	1,40	6,5
Grubenbereiche 1 bis 5 Grube Cínovec, Teil von Zinnwald und Haupttrakt Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Gesamtabfluss zum Mundloch Tiefer Hilfe Gottes Stolln	1.187,4	19,79	92,0
Grubenbereich 6a - Flöze 1 bis 7 am Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns	25,4	0,42	2,0
Grubenbereich 6b - Klüfte zwischen Albert Rolle und Mundloch auf dem Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns	77,9	1,30	6,0
Grubenbereich 6 - Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns zwischen Flöz 7 und Mundloch, Gesamtabfluss zum Mundloch TBSt	103,3	1,72	8,0
Grubenbereiche 1 bis 6, Gesamtabfluss aus der Grube	1.290,9	21,51	100,00

Bewertung:

- Der gemessene leicht erhöhte Gesamtabfluss mit nur 21,51 l/s steht für eine kurze Regenphase nach langer Trockenheit. Die Abflussmenge stieg daher nur auf 163 % zum Niedrigabfluss an.
- Die Grubenwassermenge folgt den Niederschlägen mit kurzer zeitlicher Verzögerung. Der Anstieg gegenüber der bis zum 24.10.12 anhaltenden Trockenheit (Gesamtabfluss nur 13,23 l/s) auf 21,51 l/s ist relativ gering, da die Niederschläge zunächst die Kluftwasserleiter nach langer Trockenheit aufgefüllt haben.
- Der leicht erhöhte Abfluss kommt zu 62 % aus der Grube Cínovec (Grubenbereich 1). Das bei Niedrigabfluss beobachtete Verhältnis von 2:1 zwischen den Gruben Cínovec und Zinnwald wird also zugunsten von leicht verstärkten Zuflüssen aus der Grube Zinnwald verschoben. Ursache ist das sehr schnell in die Grube Zinnwald abfließende Oberflächenwasser, dass vor allem am Neuschacht, der Grundstrecke Flöz 11 und auf dem Flöz 3 zum Tiefen Büнау Stolln gelangt.

Aus den einjährigen Beobachtungen mit nur zwei aushaltbaren, eher normal nassen Regenwetterphasen kann man schließen, dass die Grubenwassermenge zur vorlaufenden Trockenheit um mind. 160 % ansteigt und bei Vorlaufwerten von um 16 l/s (Trockenheit) zeitlich anhaltend zur Regenwetterphase auf über 20 l/s bis 30 l/s ansteigt. Wie weit der Gesamtabfluss ansteigt, hängt von der täglichen Niederschlagsmenge ab. Da die Regenwetterlagen, wie die Trockenheiten längere Zeit herrschen können, dauert auch der leicht erhöhte Abfluss über diese Regenwetterphasen an. Dagegen sind Starkregenereignisse und Tauwetter nur relativ kurz wirksam, führen aber zu enormen Abflussspitzen aus der Grube.

5.4.11.5 GRUBENWASSERMENGEN BEI TAUWETTER UND STARKREGEN

Maßgebend dafür sind die Mengenmessungen und Wasserstandsmessungen nach Fertigstellung der Bauwerke ab November 2011. Eine Abflussspitze mit einem Mehrfachen der Wassermenge, die die meiste Zeit des Jahres beobachtet wird (Niedrigabfluss, leicht erhöhter Abfluss) stellt sich in der Grube ein, wenn Tauwetter herrscht oder mehrtägige Starkregen niedergehen. Im Untersuchungszeitraum kam es zu zwei sehr markanten Tauwettern, die zugleich als Eckpunkte für die Abflussverhältnisse bei Tauwettern herangezogen werden können.

Tauwetter Typ 1 (langgezogen) März 2012

Bei Tauwetterern dieser Art beginnt der Durchfluss im Vorfluter und in der Grube nur langsam zu steigen, erreicht erst nach mehreren Tagen eine relativ niedrige Spitze und geht danach langsam zurück. Diese Tauwetter sind schadlos für die Vorfluter, weil die aus den Stolln zufließenden Wassermengen deutlich niedriger sind, als bei den schnellen Tauwetterern.

Faktoren, die zu einem Tauwetter vom Typ 1 führen sind (Klammerwerte 23.02. und 05.03.2012):

- Es liegt viel Schnee (110 cm).
- Der Boden war vor dem ersten Schnee gefroren (nein, in diesem Fall nicht gefroren).
- Das Tauwetter bringt nur unwesentlichen Regen mit sich (nur 1 x 15 mm/d, sonst bis 7 mm/d).
- Die Plustemperaturen liegen wenig über Null (unter 5°, Nachtfrost).

Tauwetter Typ 2 (schnell) Januar 2013

Bei Tauwetterern dieser Art beginnt der Durchfluss im Vorfluter und in der Grube innerhalb von wenigen Stunden stark zu steigen, erreicht nach 1-2 Tagen einen sehr hohen Spitzenwert und geht danach schnell wieder zurück. Diese Tauwetter führen zu markanten Hochwasserabflüssen.

Faktoren, die zu einem Tauwetter vom Typ 2 führen sind (Klammerwerte 04./06.01.2013):

- Es liegt relativ wenig Schnee (29 cm).
- Der Boden war vor dem ersten Schnee durchnässt und ohne Frost (war nicht gefroren).
- Das Tauwetter ist von Starkregen oder Dauerregen begleitet (88,7 mm in 3 Tagen).
- Die Temperaturen liegen bei +5°C oder höher.

Abflussspitze beim Tauwetter 02.03.2012

Am 02.03.2012 wurden sowohl am Mundloch Tiefer Bünau Stolln als auch am Mundloch Tiefer Hilfe Gottes Stolln die höchsten Wassermengen des Frühjahrstauwetters gemessen. In die Bilanz für die Abflussspitze gehen alle Messwerte mit diesem Datum ein. Der Zeitpunkt für die Abflussspitze an den einzelnen Messpunkten in der Grube kann vom 02.03.2012 zeitlich abweichen.

Tabelle 58: Bilanz Abflussspitze beim Tauwetter 03.02.2012

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamt-abfluss
	l/min	l/s	
Grubenbereich 1 - Grube Cínovec mit dem Grenzschaftfeld der Grube Zinnwald auf dem Tiefen Bünau Stolln bis zum Grendamm	5.297,4	88,29	52,1
Grubenbereich 2 - Zentrum und Ostflanke der Grube Zinnwald auf dem alten und neuen Grenzschaftflügel sowie die Grundstrecke Flöz 11-Ost des Tiefen Bünau Stollns	887,4	14,79	8,7
Grubenbereich 3 - Westflanke der Grube Zinnwald auf	1.859,4	30,99	18,3

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamt-abfluss
	l/min	l/s	
dem Neuschachtflügel des Tiefen Büнау Stollns			
Zwischensumme Ablauf am Verfallpunkt	8044,2	134,07	79,1
Grubenbereich 4 - Spülversatzfeld Zinnwald Nord auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln am Druckdamm 1 und 2 sowie Kluftwasser zwischen Verfallpunkt und Albert Schacht	138,2	2,30	1,4
Zwischensumme aus der Grube insgesamt, Tiefer Hilfe Gottes Stolln am Albert Schacht	8.182,4	136,37	80,5
Grubenbereich 5 - Klüfte auf dem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns zwischen Albert Schacht und Mundloch mit der Grube Gnade Gottes	435,4	7,26	4,3
Grubenbereiche 1 bis 5 Grube Cínovec, Teil von Zinnwald und Haupttrakt Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Gesamtabfluss zum Mundloch Tiefer Hilfe Gottes Stolln	8.617,8	143,63	84,8
Grubenbereich 6a - Flöze 1 bis 7 am Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns	996,5	16,61	9,8
Grubenbereich 6b - Klüfte zwischen Albert Rolle und Mundloch auf dem Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns	546,4	9,11	5,4
Grubenbereich 6 - Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns zwischen Flöz 7 und Mundloch, Gesamtabfluss zum Mundloch TBSt	1.542,9	25,72	15,2
Grubenbereiche 1 bis 6 , Gesamtabfluss aus der Grube	10.160,7	169,35	100,00

Bewertung:

- Es handelte sich um die erste Tauwetterspitze des Frühjahrstauwetters, bei der auf frostfreiem Boden die 1,10 m Schneeauflage ohne zusätzlichen Regen und bei Temperaturen wenig über Null mit kurzen Frostphasen langsam bis auf 36 cm wegtaute. Die Abflussspitze in der Grube war erst nach mehreren Tagen zu beobachten. Es war ein Frühjahrstauwetter mit stark verzögerter und langgezogener Tauwetterwelle in der Grube und dadurch – trotz hoher Ausgangsschneehöhe – relativ niedriger Abflussspitze von max. 170 l/s aus der Grube in die Vorfluter. Es handelt sich um ein Tauwetter Typ 1 (langgezogen).
- Die Wassermenge am Mundloch des THGSt stieg über mehrere Tage steil infolge des Tauwetters auf 761 % zum Niedrigabfluss vor dem Tauwetter an.
- Es wurde bei dem gegebenen Tauwetterverlauf nur ein relativ schwacher Spitzenabfluss von etwa 170 l/s aus der Grube erreicht.
- Die Abflussspitze kam zu 52 % aus der Grube Cínovec (Grubenbereich 1). Zieht man das am Grenzdamm mit angeschlossene Grenzschaftfeld der Grube Zinnwald ab, dann ergibt sich ein Verhältnis der Grubenwassermengen während der Abflussspitze von 1:1 zwischen der Grube Cínovec und der Grube Zinnwald.
- Die kleinere Grube Zinnwald liefert wegen vieler tagesnaher Grubenbaue und den Oberflächenwasserzuläufen im Tauwetterfall einen deutlich größeren Anteil an Grubenwasser, als das beim Niedrigabfluss mit dem Verhältnis Grube Cínovec zur Grube Zinnwald von 2:1 der Fall ist.
- Zwischen dem Beginn des Tauwetters am 23.02.12 und der Abflussspitze aus der Grube am 02.03.12 lagen 8 Tage.

- Bereits innerhalb von nur einem Tag (24.02.12.) schwoll das Wasser an mehreren Zuflusspunkten in der Grube Zinnwald an.
- Der Zufluss steigt so rasch an, das bereits am zweiten Tag (25.02.12) das Stollnwasser am Mundloch des Tiefer Hilfe Gottes Stollns über die Kaskade abläuft (ca. 50 l/s) und am Mundloch des Tiefen Büнау Stollns mit 8,4 l/s ebenfalls bereits 1/3 der Abflussspitze zu verzeichnen waren.
- Am 29.02.12 (6. Tag) war das Hochwasser im Vorfluter nahe dem Höhepunkt. In der Grube stiegen die Gesamtwassermengen noch weitere 2 Tage an, um dann steil abzufallen.
- Die Tauwetter Typ 1 (langgezogen) führen zu langen, flachen Abflussspitzen des Grubenwassers, die denen des Vorfluters zeitlich verzögert nachfolgen.

Abflussspitze beim Tauwetter 05.01.2013

Am 05.01.2013 wurden die höchsten Wassermengen an den Wehren für den gesamten Beobachtungszeitraum gemessen. In die Bilanz für die Abflussspitze gehen alle Messwerte vom 05./06.01.2013 ein. Der Zeitpunkt für die Abflussspitze an den einzelnen Messpunkten in der Grube kann vom 05.01.2013 zeitlich abweichen.

Tabelle 59: Bilanz Abflussspitze beim Tauwetter 05.01.2013

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamt-abfluss
	l/min	l/s	
Grubenbereich 1 - Grube Cínovec mit dem Grenzschaftfeld der Grube Zinnwald auf dem Tiefen Büнау Stolln bis zum Grenzdamm	6.819,0	113,65	51,2
Grubenbereich 2 - Zentrum und Ostflanke der Grube Zinnwald auf dem alten und neuen Grenzschaftflügel sowie die Grundstrecke Flöz 11-Ost des Tiefen Büнау Stollns	1.247,4	20,79	9,4
Grubenbereich 3 - Westflanke der Grube Zinnwald auf dem Neuschachtflügel des Tiefen Büнау Stollns	3.004,2	50,07	22,6
Zwischensumme Ablauf am Verfallpunkt	11.070,6	184,51	83,2
Grubenbereich 4 - Spülversatzfeld Zinnwald Nord auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln am Druckdamm 1 und 2 sowie Kluftwasser zwischen Verfallpunkt und Albert Schacht	333,0	5,55	2,5
Zwischensumme aus der Grube insgesamt, Tiefer Hilfe Gottes Stolln am Albert Schacht	11.403,6	190,06	85,7
Grubenbereich 5 - Klüfte auf dem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns zwischen Albert Schacht und Mundloch mit der Grube Gnade Gottes	267,6	4,46	2,0
Grubenbereiche 1 bis 5 Grube Cínovec, Teil von Zinnwald und Haupttrakt Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Gesamtabfluss zum Mundloch Tiefer Hilfe Gottes Stolln	11.671,2	194,52	87,7
Grubenbereich 6a - Flöze 1 bis 7 am Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns	773,1	12,89	5,8
Grubenbereich 6b - Klüfte zwischen Albert Rolle und Mundloch auf dem Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns	863,3	14,39	6,5
Grubenbereich 6 - Haupttrakt des Tiefen Büнау Stollns zwischen Flöz 7 und Mundloch, Gesamtabfluss zum Mundloch TBSt	1.636,4	27,27	12,3

Grubenbereiche 1 bis 6 , Gesamtabfluss aus der Grube	13.307,6	221,79	100,00
---	-----------------	---------------	---------------

Bewertung:

- Es handelte sich um die zweite Tauwetterspitze (Neujahrstauwetter nach dem Weihnachtstauwetter), bei der nur noch ca. 30 cm Restschnee auf völlig durchnässtem Boden unter Einfluss von Plusgraden und Starkregen innerhalb von einem Tag geschmolz und eine Tauwetterwelle innerhalb von diesem einen Tag in der Grube entstand. Dieses Tauwetter kann mit den Verhältnissen bei einsetzendem anhaltendem Starkregen, wie es Anfang Juni 2013 zu beobachten war, gleichgesetzt werden.
- Die Wassermenge am Mundloch des Tiefen Hilfe Gottes Stolln stieg in kürzester Zeit steil infolge des Tauwetters auf rund 220 l/s Gesamtabfluss aus der Grube in die Vorfluter an.
- Es wurde bei dem gegebenen Tauwetterverlauf ein starker Spitzenabfluss von etwa ca. 220 l/s aus der Grube erreicht. Dieser Wert liegt in der Bandbreite der prognostizierten Abflussspitzen.
- Die Abflussspitze kam zu 51 % aus der Grube Cínovec (Grubenbereich 1). Zieht man das am Grenzdamm mit angeschlossene Grenzschaftfeld der Grube Zinnwald ab, dann ergibt sich ein Verhältnis der Grubenwassermengen während der Abflussspitze von 1:1 zwischen der Grube Cínovec und der Grube Zinnwald.
- Die kleinere Grube Zinnwald liefert wegen vieler tagesnaher Grubenbaue und den Oberflächenwasserzuläufen im Tauwetterfall einen deutlich größeren Anteil an Grubenwasser, als das beim Niedrigabfluss mit dem Verhältnis Grube Cínovec zur Grube Zinnwald von 2:1 der Fall ist.
- Zwischen dem Beginn des Tauwetters mit dem Starkregen in den Vormittagsstunden des 04.01.2013 und der Abflussspitze aus der Grube am 05.01.2013 in den Abendstunden vergingen lediglich 1,5 Tage.
- Bereits innerhalb von wenigen Stunden schwoll das Wasser an mehreren Zuflusspunkten in der Grube Zinnwald an.
- Am 05.01.2013 gegen 10.00 Uhr (2. Tag) erreichte das Hochwasser im Vorfluter die Abflussspitze. In der Grube stiegen die Gesamtwassermengen noch bis in die Abendstunden an.
- Die Tauwetter Typ 2 (schnell) führen zu kurzen, starken Abflussspitzen des Grubenwassers, die denen des Vorfluters zeitlich folgen.

Abflussspitze beim Starkregen Juni 2013

Der mehrtägige Starkregen, der zwischen dem 30.05.2013 und dem 03.06.2013 niederging, führte zu einem schweren Hochwasser. In Zinnwald fielen an diesen Tagen insgesamt 165,2 mm Regen auf nasse Böden. Die Bilanz des Grubenwassers wird mit den systematischen Messdaten vom 03.06.2013 berechnet, wobei die an den Wehren beobachteten Schaumstreifen des Höchststandes vom 02.06.2013 nicht mit eingegangen sind.

Tabelle 60: Bilanz Abflussspitze nach mehrtägigem Starkregen zwischen 01.06. und 03.06.2013

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamtabfluss
	l/min	l/s	

Grubenbereich	Zufluss		% vom Gesamt-abfluss
	l/min	l/s	
Grubenbereich 1 - Grube Cínovec mit dem Grenzschaftfeld der Grube Zinnwald auf dem Tiefen Bünau Stolln bis zum Grenzdruckdamm	5.978,4	99,64	47,7
Grubenbereich 2 - Zentrum und Ostflanke der Grube Zinnwald auf dem alten und neuen Grenzschaftflügel sowie die Grundstrecke Flöz 11-Ost des Tiefen Bünau Stollns	1.057,2	17,62	8,4
Grubenbereich 3 - Westflanke der Grube Zinnwald auf dem Neuschachtflügel des Tiefen Bünau Stollns	2.822,4	47,04	22,5
Zwischensumme Ablauf am Verfallpunkt	9.858,0	164,3	78,6
Grubenbereich 4 - Spülversatzfeld Zinnwald Nord auf dem Tiefen Hilfe Gottes Stolln am Druckdamm 1 und 2 sowie Kluftwasser zwischen Verfallpunkt und Albert Schacht	153,3	2,56	1,2
Zwischensumme aus der Grube insgesamt, Tiefer Hilfe Gottes Stolln am Albert Schacht	10.011,3	166,9	79,8
Grubenbereich 5 - Klüfte auf dem Haupttrakt des Tiefen Hilfe Gottes Stollns zwischen Albert Schacht und Mundloch mit der Grube Gnade Gottes	369,9	6,17	2,9
Grubenbereiche 1 bis 5 Grube Cínovec, Teil von Zinnwald und Haupttrakt Tiefer Hilfe Gottes Stolln, Gesamtabfluss zum Mundloch Tiefer Hilfe Gottes Stolln	10.381,2	173,0	82,8
Grubenbereich 6 - Haupttrakt des Tiefen Bünau Stollns zwischen Flöz 7 und Mundloch, Gesamtabfluss zum Mundloch TBSt	2.160,0	36,00	17,2
Grubenbereiche 1 bis 6, Gesamtabfluss aus der Grube	12.541,2	209,02	100,00

Bewertung:

- Der Starkregen fiel in der entscheidenden dritten Regenstaffel auf bereits völlig durchnässten Boden. Die Zuflusspunkte in der Grube sprangen sehr rasch an, vergleichbar mit einem Tauwetter Typ 2 (schnelles).
- Die Abflussspitze in der Grube folgte der ersten Spitze des Vorfluters knapp einen Tag später und war mit 209 l/s hoch. Die Abflussspitze im Vorfluter hielt infolge der fortdauernden Niederschläge über 24 Stunden an, sodass in diesem Starkregenfall die Abflussspitze der Grube noch in das Ende der breiten Abflussspitze des Vorfluters fiel. Dieses Zusammenfallen der Abflussspitzen von Grube und Vorfluter ist typisch für anhaltende Starkregen, bei denen es im Vorfluter zu einer sehr breiten Abflussspitze kommt, weil der Regen anhält.
- Zwischen dem Beginn der entscheidenden III. Regenstaffel am 01.06.2013 08:00 und der Abflussspitze aus der Grube am 02.06.2013 22.00 Uhr lagen nur 1,5 Tage.
- Die Abflussspitze kam zu knapp 50 % aus der Grube Cínovec (Grubenbereich 1). Zieht man das am Grenzdamm angeschlossene Grenzschaftfeld der Grube Zinnwald ab, dann ergibt sich ein Verhältnis der Grubenwassermengen bei der Abflussspitze von knapp 1:1 zwischen der Grube Cínovec und der Grube Zinnwald. Neben dem Zufluss aus dem Feuerlöschteich in die Grube Zinnwald am Gabriele Schacht sind die

beiden Versickerungsflächen über der Grube Zinnwald für diese enormen Zuflussmengen in die Grube Zinnwald vor allem bei allen Regenereignissen und bei Tauwettern Typ 2 (schnelle) verantwortlich.

- Die kleinere Grube Zinnwald liefert wegen vieler tagesnaher Grubenbaue und den Oberflächenwasserzuläufen im Tauwetterfall wieder einen deutlich größeren Anteil an Grubenwasser, als das beim Niedrigabfluss mit dem Verhältnis Grube Cínovec zur Grube Zinnwald von 2:1 der Fall ist.

5.4.11.6 ZUSAMMENFASSUNG

Abflussspitzen:

- Die Grube Cínovec-Zinnwald reagiert insgesamt wegen der flächigen tagesnahen Abbaue und vieler vertikaler Grubenbaue und Verbrüche äußerst rasch mit steigenden Grubenwasserabflüssen auf Niederschläge bzw. Tauwetter.
- Zusätzlich gibt es einen Einleitpunkt für Oberflächenwasser in die Grube Zinnwald am Gabriele Schacht.
- Damit verbunden sind relativ zum Niedrigabfluss sehr hohe und kurzzeitige Abflussspitzen.
- Diese Abflussspitzen aus der Grube Cínovec-Zinnwald gelangen erst in die Vorflut, nachdem dort die Abflussspitzen vorüber sind.
- Die Grubenwassermenge hat im Beobachtungszeitraum (11/2011 bis 06/2013) während der Abflussspitze die prognostizierten Werte von 200 bis 250 l/s erreicht.
- Im Beobachtungszeitraum war das Neujahrstauwetter 2013 mit einem 2-jährigen Hochwasserereignis im Heerwasser verbunden. Die Abflussspitze aus der Grube erreichte dabei 220 l/s. Das Frühjahrstauwetter 2012 war mit der Abflussspitze von 169,35 l/s aus der Grube deutlich schwächer.
- Bei stärkeren Hochwasserereignissen wird die Abflussspitze aus der Grube um 250 l/s erreichen. Dazu sind weitere gut vorbereitete Beobachtungen bei tagelangen Starkregen und Tauwettern vom Typ 2 (schnell) sinnvoll.
- Bei Abflussspitzen erhöht sich der Anteil der Grube Zinnwald am Gesamtabfluss von ca. 30 % (Trockenheit) auf ca. 50 %. Ursache dafür sind direkte Oberflächenwasserzuflüsse hauptsächlich aus dem Überlauf vom Feuerlöschteich und von zwei Versickerungsflächen.
- Der Verlauf der Tauwetter hat großen Einfluss auf die Abflussspitzen. Dazu können zwei Typen von Tauwettern unterschieden werden. Typ 1 (langgezogen) und Typ 2 (schnell). Beide Typen wurden im Beobachtungszeitraum beobachtet und die Daten ausgewertet.
- In der Grube wurden bei der Stollnrekonstruktion 2007 bis 2011 keine neuen Bauwerke zur Abflussverzögerung eingebaut. Zwei kleinere, vorhandene Brauchwasserstauräume und der Grenzdamm wurden zur Stolln entwässert und die Strecken entschlammt, sodass diese kontinuierlich ohne weitere manuelle Eingriffe entwässern können und insgesamt der Grubenwasserspiegel abgesenkt wurde.
- In den bebauten Flözbahnen und den Spülversatzfeldern gibt es nach wie vor kleinere Stauräume zur Abflussverzögerung. Die Grenzdamm Luke kann im Bedarfsfall geschlossen werden, was zum Rückstau von Grubenwasser in der Grube Cínovec mit dem angeschlossenen Grenzschaftfeld führt.

Niedrigabflüsse:



- Die meiste Zeit des Jahres sind Niedrigabflüsse aus der Grube Cínovec-Zinnwald zu beobachten. Nach Tauwettern und Starkregen oder Regenwetter sinkt die Grubenwassermenge langsam kontinuierlich ab und erreicht je nach Dauer der Trockenheit, d. h. Tagen mit weniger als 5 mm Niederschlag, einen Beharrungswert von ca. 16 l/s. Im Beobachtungszeitraum wurde der niedrigste Gesamtabfluss aus der Grube mit 13,23 l/s gemessen. In diesem Falle laufen bereits die Kluftwasserleiter leer.
- Der Zufluss kommt bei Trockenheit zu 70 % aus der Grube Cínovec. Das entspricht etwa dem Flächenanteil an der aufgeschlossenen Flözlagerstätte um den Schacht Cínovec I.

5.4.12 WASSERSTAMMBAUM GRUBE ALTENBERG

Für die Grube Altenberg konnten am 08.03.2019 (GW RZ) bzw. 22.03.2019 (AB1 - AB 5) an sechs Grubenwasserbeobachtungspunkten (Anlagen 2 und 3) Proben genommen werden:

- AB1: Strecke 734 Durchschlag in Gesenk, Gesamtablauf Grube Rote Zeche
- AB2: Römer Schacht 4. Sohle in Schachtröhre ablaufend
- AB3: Strecke 468 bei Steigort 10 Kluftwasser aus sulfidführendem Greisen
- AB4: Strecke 635 Wasser aus Kluft im Greisen
- AB5: Strecke 725 kurz vor Einmündung Strecke 723, Gesamtwasser Grube Altenberg ohne Grubenwasser der Roten Zeche
- OBF 08350: Mundloch Entwässerungstolln zur Kleinen Biela (Daten des Messpunktes der BfUL)

Zusätzlich gelangt das in der Roten Zeche beprobte Kluftwasser RZ1 Dreifaltigkeit Sohle, Kluftwasser vom Radonort mit dem übrigen Grubenwasser der Roten Zeche auf die Strecke 734 (Ab1) der Grube Altenberg.

Für den jetzigen Zustand der Grube Altenberg gibt es keinen genauen Wasserstammbaum, sondern nur ein Schema der Grubenentwässerung, das seitens W. Schilka/Altenberg zur Verfügung gestellt wurde. In dieses Schema wurden die Probenahmepunkte eingetragen. Es wurden an vier Punkten (Ab2, RZ1, AB3, AB4) hydrochemisch sehr unterschiedliche, aber typische Zuflüsse für die Lagerstätte untersucht und mit 4 weiteren Punkten (AB1, AB 5, OBF 08350, OBF 08440) die Hauptabflüsse beprobt (Abbildung 27).

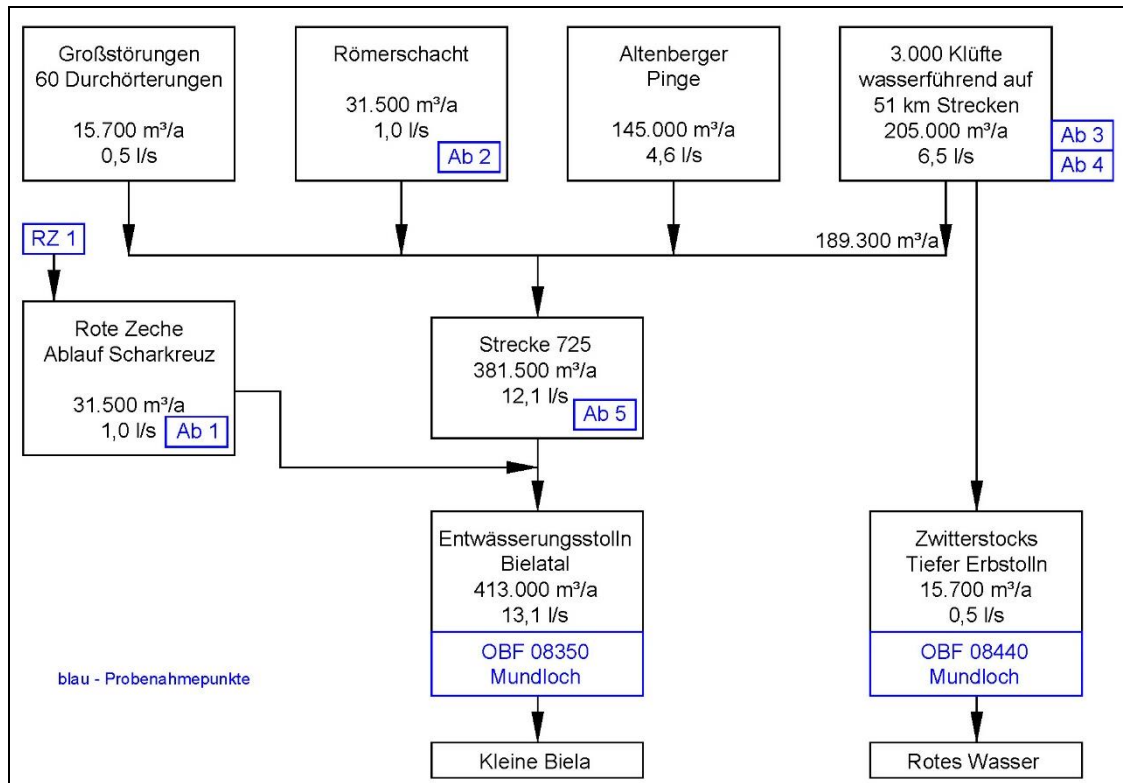


Abbildung 27: Grube Altenberg Grubenentwässerung und Probenahmepunkte (Durchflussdaten pers. Mitt. W. Schilka, Altenberg)

6 ABLEITUNG VON MAßNAHMEN

Für das Bergbaurevier Zinnwald lassen sich Verfahren und Maßnahmen entwickeln, um den Gewässerzustand in der Region zu verbessern. Es ist dabei sehr wesentlich, drei Aspekte zu beachten:

- heutiger Zustand mit Entwässerung des Reviers über den (höher gelegenen) Tiefen Büнау Stolln und den (tiefer liegenden) Tiefen Hilfe Gottes Stolln
- heute werden über diese Stollen auch signifikante Mengen Grubenwässer aus dem tschechischen Revier Cínovec einschließlich der Überlaufwässer der gefluteten Tiefbaue abgeleitet
- möglicher künftiger Bergbau auf deutscher und/oder tschechischer Seite des Reviers Zinnwald-Cínovec

In Abschnitt 6.1 werden Best-Practice-Verfahren zur Verbesserung der Gewässerqualität unter den heutigen Verhältnissen charakterisiert. Das sind zum einen passive Reinigungsverfahren, zum anderen konventionelle aktive Verfahren.

In Abschnitt 6.2 erfolgt die Beschreibung von in situ-Verfahren für den untertägigen Einsatz mit Abschätzungen der Anwendbarkeit unter den heutigen Bedingungen.

6.1 RECHERCHE UND BEWERTUNG VON BEST-PRACTICE-VERFAHREN ZUR VERBESSERUNG DER GEWÄSSERQUALITÄTEN

6.1.1 GRUNDLAGEN

Im Rahmen der aktuellen Studie wurde der Stand der Wissenschaft und Technik von Best-Practice-Verfahren zur Verbesserung der Gewässerqualitäten recherchiert.

Relevante Vorfluter des Bergbaugebietes Zinnwald sind Rotes Wasser (DESN_537182) und Schwarzwasser (DESN_5371822). Gemäß der Bewertung in den Gewässersteckbriefen (LfULG 2019a und b) werden diese wie folgt eingestuft:

- Ökologischer Zustand / Ökologisches Potenzial 2015: „mäßig“
- Chemischer Zustand: „nicht gut“

In [Martin et al. (2019a)] wurde eine detaillierte Auswertung der Wassergüteanalysen durchgeführt. Diese zeigten für beide OWK folgende Ergebnisse:

- stark erhöhte Gehalte an As im Sediment (>300 mg/kg) mit deutlicher Überschreitung der UQN (40 mg/kg)
- erhöhte Cu- und Zn-Gehalte im Sediment
- erhöhte Gehalte an As, Cd, Cu, Zn in der Wasserphase
- erhöhte Gehalte der „exotischen“ Elemente Ba, Be und Mo in der Wasserphase

Für die Reinigung von Wässern stehen grundsätzlich Verfahren der in situ-Sanierung und End of Pipe-Verfahren zur Verfügung. Konventionelle Verfahren der Grubenwasserreinigung arbeiten übertägig mit technischen Verfahren zur Schadstoffabtrennung, wie Fällung, Ionenaustausch oder Adsorption. Solche Verfahren weisen jedoch hohe Investitions- und Betriebskosten auf. Alternativ können Verfahren der Schadstoffrückhaltung eingesetzt werden.

6.1.2 KONVENTIONELLE REINIGUNGSVERFAHREN

Bei den konventionellen Reinigungsverfahren wird zwischen aktiven und passiven Verfahren unterschieden, die Grenzen sind jedoch gleitend. Ziele sind dabei vor allem die Abtrennung von Metallkationen wie Eisen, Zink, Mangan, Aluminium, Chrom, Nickel, von Metalloiden wie Arsen und Selen, die Senkung des Salzgehaltes durch die Reduzierung von Sulfat und Karbonat sowie die Korrektur des pH-Wertes.

Tabelle 61 gibt einen Überblick über wichtige Behandlungsmöglichkeiten. Es werden zunächst die geeigneten Fällungsprozesse aufgeführt, gefolgt von den Membranprozessen, den elektrochemischen Prozessen, den Sorptionsprozessen und den möglichen mikrobiologischen Abtrennungsprozessen. Eine Fällung als Mineral wurde immer dann angegeben, wenn bekannte praktizierte Verfahren vorhanden sind. Bei Sulfat wäre das die Fällung als Gips/Anhydrit, Schwerspat, Ettringit oder als Hydroxysulfat. Bei Mangan ist eine solche Fällung als Mangan(IV)-Verbindung bekannt, während Arsen als Skorodit abgetrennt werden kann.

Tabelle 61: Zusammenstellung von Kontaminationen und Behandlungsmöglichkeiten für bergbaubeeinflusste Wässer auf der Basis von Fällungsprozessen.

Kontamination Wasserin- haltsstoff	Fällungsprozesse				Memb- ran- prozes- se	Elektro- chemi- sche Prozes- se	Sorpti- on Io- nen- aus- tausch	Mikro- biologi- sche Prozesse
	Sul- fid	Kar- bo- nat	Hyd- ro- xid	als Mine- ral				
Fe	x		x	x	x	x	x	x
Al			x	x	x	x	x	
Zn	x		x		x	x	x	x
Mn	x		x	x	x	x	x	x
Cr			x		x	x	x	x
Cd	x	x			x	x	x	x
Ni	x		x		x	x	x	
Ca		x	x		x	x	x	x
Mg			x		x	x	x	
As	x			x	x	x	x	x
SO₄²⁻				x	x	x	x	x
HCO₃⁻				x	x	x	x	(x)

6.1.3 PASSIVE VERFAHREN

Die passiven Verfahren sind in der Regel Wetlandsysteme, die künstlich gestaltete oder bereits natürlich vorhandene Ökosysteme sind. In ihnen herrschen solche Bedingungen, die zu einer Abtrennung oder Reduzierung von unerwünschten Wasserinhaltsstoffen führen (Natural Attenuation - NA). Dabei kann der Abtrennungsprozess durch die Zufuhr von Reaktions-

partnern oder durch die Art der Gestaltung so beeinflusst werden, dass die Geschwindigkeit der Abtrennungsprozesse beschleunigt wird. Ebenso sind in vielen Fällen bei den in den Wetlands ablaufenden Prozessen Reaktionen von Mikroorganismen integriert.

Aerobe Wetlands

Ein Beispiel für ein solches Wetland ist die Wetlandkonstruktion zum Abtrennen von Aluminium aus saurem Drainagewasser des Schieferbergbaues. In Abbildung 28 ist die Konstruktion schematisch dargestellt. Das saure aluminiumhaltige Wasser fließt über eine Kalksteindränage, dabei wird der pH Wert so verändert, dass Aluminiumhydroxid ausfällt, sich in dem Absetzteich sammelt und von dort entfernt werden kann [Janneck (1997)].

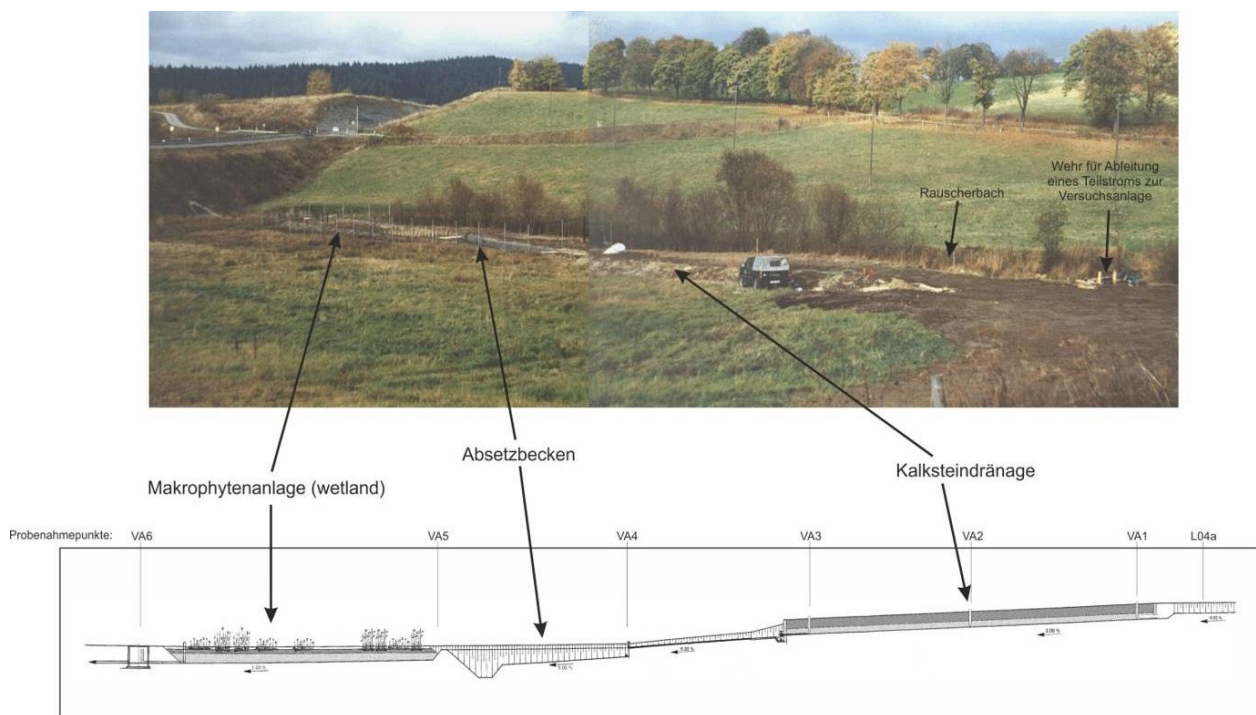


Abbildung 28: Aufbau des Wetlands zur Abtrennung von Aluminium ([Janneck (1997)], Foto: G.E.O.S.).

Bei Wetlands, die aus kombinierten aeroben und anaeroben Abschnitten bestehen, werden die aeroben Zonen in der Regel für die Oxidation von Eisen, Mangan und Arsen genutzt. Die Abtrennung aus dem Wasser kann durch Sedimentation und/oder Adsorption an textilen Filtersystemen oder in einem Kies- bzw. Sandfilter erfolgen.

Anaerobe Wetlands

Anaerobe Wetlands beruhen auf Reaktionen unter Sauerstoffmangel. In ihnen laufen deshalb reduzierende Prozesse ab. Am besten bekannt ist dabei die partielle Sulfatreduktion zur Abtrennung von Sulfat, Eisen und Schwermetallen sowie Arsen. Als Kohlenstoffquelle für die an den Reaktionen beteiligten Mikroorganismen wird häufig Methanol, Azetat, Glycerin oder Lactat verwendet, aber auch Kompost, Holz oder Stroh können eingesetzt werden. Das Dosieren einer definierten Substanz hat jedoch den Vorteil, den Prozess durch die Zugabe unterschiedlicher Mengen beeinflussen bzw. steuern zu können [Glombitza et al. (2007)].

In vielen Fällen wird eine Kombination aus aeroben und anaeroben Zuständen zum Abtrennen von Sulfat, Eisen, Mangan, Arsen und Radium genutzt. Dabei findet z. B. im vorderen Bereich eine Oxidation des Eisens unter Bildung von arsen- und eisenhaltigen Flocken statt, die durch Geotextilmatten und in einem Kiesbett im hinteren Teil abgetrennt werden.

6.1.4 AKTIVE VERFAHREN

Unter aktiven Verfahren werden verstanden:

- Fällungsverfahren,
- Membrantrennprozesse,
- elektrochemische Prozesse,
- Sorptionsverfahren einschließlich Ionenaustauschprozesse und
- mikrobiologischen Verfahren.

Die Fällungsverfahren haben die Abtrennung von Metallkationen sowie die Senkung der Salzlast durch eine Reduzierung von Sulfat und Karbonat zum Ziel. Die Fällungsverfahren beruhen dabei auf der Bildung von schwerlöslichen Verbindungen. Das können Oxide, Hydroxide, Karbonate oder Sulfide sein, aber auch bestimmte schwerlösliche Minerale wie Schwerspat, Ettringit oder Schwertmannit.

Der gegenwärtig am häufigsten angewendete Prozess zur Senkung der Metallkationenkonzentration ist die Fällung mit Kalk. Daneben sind aber auch Behandlungen mit Kreide oder Natronlauge möglich und bekannt. Die notwendigen dosierten Mengen hängen von der Konzentration und Art der abzutrennenden Kationen ab.

Fällung mit Kalk

Bei der Fällung mit Kalk werden entweder Branntkalk CaO , Kalkhydrat Ca(OH)_2 oder eine Kalkmilchsuspension dosiert. Durch die pH-Wert-Verschiebung erfolgt eine Fällung der Metalle als Hydroxid:

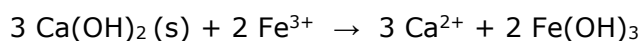


Abbildung 29 zeigt die notwendigen pH Werte für die Fällung von einer Reihe von Kationen als Hydroxid.

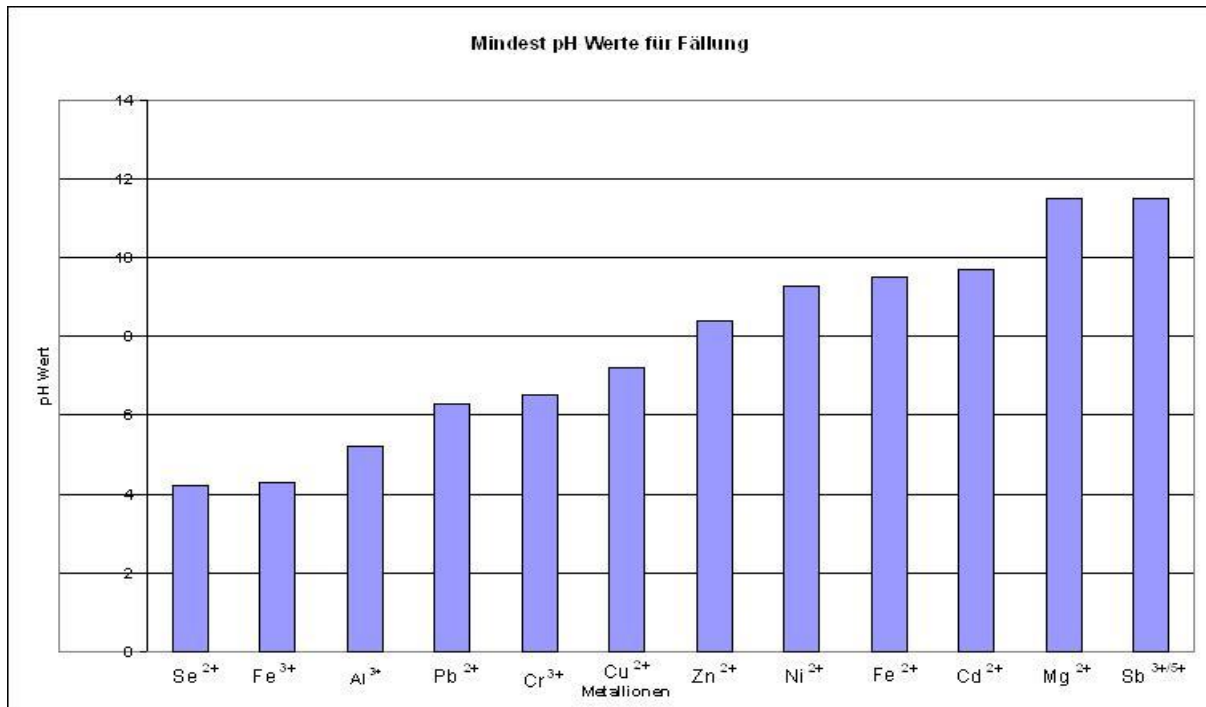


Abbildung 29: Zusammenstellung der "Mindest"-pH-Werte für eine Fällung wichtiger Metallkationen [Schuster et al. (1996)]

Tabelle 62 zeigt die notwendigen Kalkmengen bei der Behandlung eines typischen Bergbauwassers, das hauptsächlich die Metallkationen Eisen, Aluminium und Mangan enthält.

Tabelle 62: Zusammenstellung von Neutralisationsäquivalenten und Kalkmengen für die Behandlung von Wasserinhaltsstoffen.

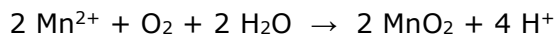
Species	Konzentration		Neutralisations- äquivalente	Menge Ca(OH) ₂	Anteilige Men- gen Kalkhydrat
	g/m ³	mol/m ³			
Fe²⁺	246	4,405	8,810	326,4	46,5
Fe³⁺	4	0,072	0,215	8,0	1,1
Al³⁺	0,48	0,018	0,053	2,0	0,3
Mn²⁺	5,7	0,104	0,207	7,7	1,1
H₂CO₃	299,6	4,830	4,830	357,8	51,0
Summe reines Ca(OH) ₂				701,8	100,0
Kalkhydrat technisch (75 %)				963	

Da in vielen Fällen das Eisen als zweiwertiges Eisen in dem Wasser vorliegt, ist bei der pH-Wert Einstellung zur Fällung als Hydroxid gleichzeitig eine Belüftung zur Oxidation in den dreiwertigen Zustand erforderlich. Das ist deshalb notwendig, weil Fe³⁺ bereits ab einem pH-Wert von 4-5 als Hydroxid beginnt auszufallen, während Fe(OH)₂ erst bei pH-Werten im alkalischen, ab ca. 8, ausfällt.

Fällung von Mangan

Mangan existiert in der Regel in den Bergbauwässern im zweiwertigen Zustand durch die Entstehung und Bildung der Wässer unter reduktiven Bedingungen. Zur Fällung von Mangan

ist eine Oxidation des zweiwertigen Mangans in den vierwertigen Zustand notwendig. Dabei fällt das Mangan durch die anschließende Bildung von Braunstein MnO_2 aus.



Die Oxidation kann dabei auf chemischem Wege bei pH-Werten im alkalischen Bereich oder durch Mikroorganismen im pH-Bereich 5 – 7 stattfinden [Mouchet (1992); Czekalla et al. (1995)].

Fällung von Arsen

Die Abtrennung von Arsen über einen Fällungsprozess kann entweder durch die Bildung eines Arsensulfides als Sekundärreaktion eines Sulfatreduktionsprozesses oder als Skorodit, einem eisen-arsenhaltigen Mineral der Zusammensetzung $FeAsO_4 \cdot 2H_2O$ erfolgen.

Fällung von Eisen als Hydroxisulfat

Eine Besonderheit ist die Fällung von Eisen als Hydroxisulfat z. B. als Schwertmannit. Diese Fällung ist in einem sauren pH-Bereich von 2,7 – 3,3 in Gegenwart von Sulfationen möglich, wenn die Eisenionen in einem dreiwertigen Zustand existieren. Das ist bei Bergbauwässern in der Regel fast immer dann der Fall, wenn durch einen mikrobiellen Prozess im sauren pH-Bereich zweiwertiges Eisen zu dreiwertigem oxidiert wird. Eine solche Fällung ist ebenfalls möglich, wenn die Oxidation auf chemischem Wege erreicht wird. Der mikrobielle Prozess ist unter den mikrobiellen Reaktionen dargestellt.

Sulfidfällung

Die Fällung von schwerlöslichen Metallsulfiden wird bei der Behandlung von Bergbauwässern kaum angewendet. Bei der Behandlung von Industrieabwässern ist sie jedoch stärker vertreten. Der Vorteil der Sulfidfällung besteht darin, dass viele Schwermetalle sehr schwerlösliche Sulfide bilden und sich somit sehr niedrige Restkonzentrationen erreichen lassen. Einige der Schwermetalle lassen sich im sauren Medium (Schwefelwasserstoffgruppe: Hg, Pb, Bi, Cu, Cd, As, Sb, Sn), andere nur im neutralen bis alkalischen Medium ($(NH_4)_2S$ -Gruppe: Co, Ni, Zn, Mn) ausfällen.

In Tabelle 63 sind die Löslichkeitsprodukte einiger Metallhydroxide und -sulfide gegenübergestellt. Der Vorteil der Sulfidfällung besteht darin, dass sich die Metalle auf Grund der geringen Löslichkeit der Sulfide auch aus komplexbildnerhaltigen Lösungen ausfällen lassen. Dies hat offensichtlich die Einführung der Sulfidfällung im Bereich der oberflächenveredelnden Industrie (Galvanik) befördert.

Tabelle 63: Gegenüberstellung der Löslichkeitsprodukte ausgewählter Metallhydroxide und -sulfide (aus [Hartinger (1995)]).

Element	Hydroxide		Sulfide	
	Formel	Löslichkeitsprodukt	Formel	Löslichkeitsprodukt
Aluminium	$Al(OH)_3$	$2 \cdot 10^{-32}$		
Blei	$Pb(OH)_2$	10^{-7} bis 10^{-13}	PbS	$3 \cdot 10^{-28}$
Cadmium	$Cd(OH)_2$	$1,3 \cdot 10^{-14}$	CdS	$5,1 \cdot 10^{-29}$
Chrom	$Cr(OH)_3$	$3 \cdot 10^{-28}$		
Eisen(II)	$Fe(OH)_2$	$2 \cdot 10^{-15}$	FeS	$3,7 \cdot 10^{-19}$
Eisen(III)	$Fe(OH)_3$	$8,7 \cdot 10^{-38}$		

Element	Hydroxide		Sulfide	
Kupfer	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$2 \cdot 10^{-19}$	CuS	$8 \cdot 10^{-45}$
Nickel	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$5,8 \cdot 10^{-15}$	NiS	$1 \cdot 10^{-26}$
Silber	AgOH	$1,24 \cdot 10^{-8}$	Ag_2S	$1,6 \cdot 10^{-49}$
Zink	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$4 \cdot 10^{-17}$	ZnS	$6,9 \cdot 10^{-26}$
Zinn(II)	$\text{Sn}(\text{OH})_2$	$6 \cdot 10^{-25}$	SnS	ca. 10^{-20}
Zinn(IV)	$\text{Sn}(\text{OH})_4$	$1 \cdot 10^{-56}$		

Obwohl die Elemente der Schwefelwassergruppe schon unter sauren Bedingungen schwerlösliche Sulfide bilden, wird die Sulfidfällung bei der Abwasserbehandlung stets im neutralen bis alkalischen Bereich vorgenommen, weil die Bildung von Schwefelwasserstoff vermieden werden muss (vgl. Abbildung 30). In der Regel wird als Fällungsmittel Natriumsulfid (Na_2S) benutzt, welches selbst alkalisch reagiert und bereits dadurch eine Anhebung des pH-Wertes resultiert. Dies ist aber nur bei schwach gepufferten Wässern von Bedeutung. In der Regel wird der pH-Wert vor der Sulfidzugabe auf neutral eingestellt, um eine H_2S -Bildung auszuschließen.

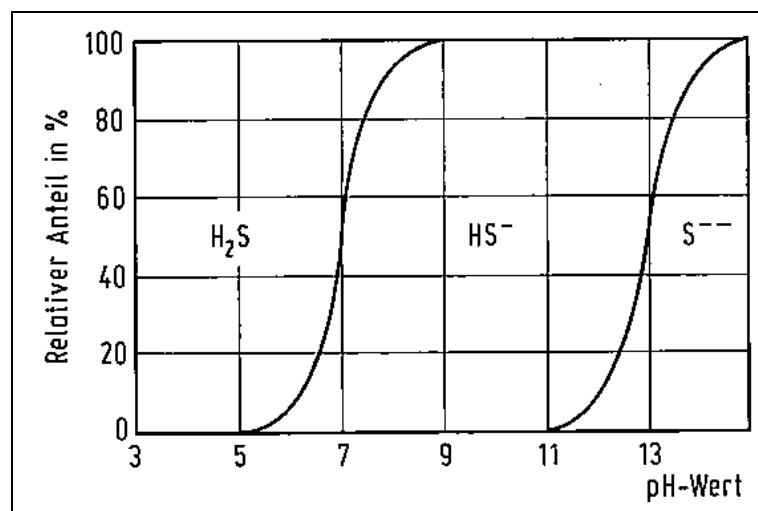
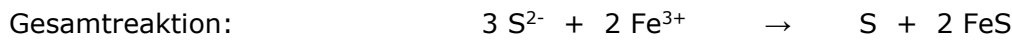
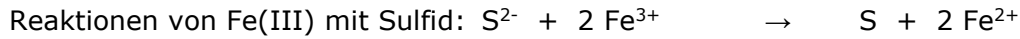


Abbildung 30: Gleichgewichtsanteile von Sulfid, Hydrogensulfid und Schwefelwasserstoff in Abhängigkeit vom pH-Wert (aus [Hartinger (1995)]).

Auf Grund der sehr geringen Löslichkeit einiger Schwermetallsulfide treten bei der Fällung sehr hohe Keimbildungsgeschwindigkeiten auf und es kommt zur Ausbildung sehr feindispers bis kolloidaler Ausfällungen. Um eine Abtrennung der feindispersen Ausfällungen aus dem Wasser zu erreichen, müssen diese koaguliert werden. Dazu haben sich in der Praxis Eisen(III)-Salze bewährt, die zur Koagulation der feindispersen Niederschläge führen und durch Flockenbildung relativ gut sedimentier- und filtrierbare Niederschläge bilden. Gleichzeitig dienen die Eisen(III)-Zugaben dazu, geringe Sulfidüberschüsse zu beseitigen. Dabei wirkt das dreiwertige Eisen als Oxidationsmittel für das überschüssige Sulfid, wobei im alkalischen Medium in der Hauptsache kolloidaler Schwefel entsteht. Gleichzeitig wird die Wirkung der dreiwertigen Eisensalze als Flockungsmittel für die feindispersen Sulfide und den kolloidalen Schwefel genutzt. Diese Art der Sulfidelimination am Ende der Behandlung hat sich bei der Fällung von Metallen mit Sulfiden durchgesetzt.



Die Sulfidfällung wurde in der Vergangenheit überwiegend im Chargenbetrieb durchgeführt, weil die Steuerung der Reaktion an Hand des Redoxpotenziales schwierig ist. Eine Behandlung im Durchlaufverfahren erfordert die Nachschaltung von Sorptionsfiltern, in denen sowohl die restlichen Metallionen als auch Sulfid gebunden werden. Dies kann z. B. mit handelsüblichen Filtergranulaten erfolgen.

Eine weitere Variante der Sulfidfällung besteht in der Verwendung von frisch gefällttem FeS, wobei zu dessen Ausfällung ein geringer Eisenüberschuss verwendet wird. Das gefällte Eisensulfid ist zwar selbst schwer löslich, aber trotzdem reaktiv genug, um sich mit anderen Schwermetallen, die noch weniger löslich sind, nach folgender Gleichung umzusetzen:



Dieses Verfahren ist messtechnisch nicht regelbar und deshalb nur der Chargenbehandlung vorbehalten.

6.1.5 MEMBRANVERFAHREN UND ELEKTROCHEMISCHE VERFAHREN

Membranverfahren sind relativ neu und werden erst seit ca. 25 Jahren in größerem Maßstab in der Wasserreinigung eingesetzt. Die gegenwärtig technisch erprobten und vielfach angewendeten druckgetriebenen Membranprozesse der Nanofiltration, Mikrofiltration, Ultrafiltration und Umkehrosiose wurden in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre des 20. Jh. bis zur technischen Reife entwickelt und erlauben heute vielseitige Trennprozesse (Tabelle 64).

Eine ganz besondere Rolle bei den Anwendungen spielen die Umkehrosiose (Reversosiose RO) und die Nanofiltration (NF). Die Reversosiose ist heute die Schlüsseltechnologie für die Meerwasserentsalzung und damit die Wasserversorgung arider Regionen. Die Nanofiltration wird erfolgreich bei der Vorbehandlung zur Meerwasserentsalzung durch RO und in der Trinkwasseraufbereitung eingesetzt.

Tabelle 64: Zusammenstellung heute genutzter Membranverfahren ([Rautenbach (1997)] zitiert in [Peters und Kraume (2005)], fl - flüssig, g - gasförmig)

Membranprozess	Phasen	Triebkraft	Membrantyp	Anwendung
Umkehrosiose	fl/fl	Druckdifferenz bis 200 bar	asymmetrische Lösungs-Diffusions-Membran	Aufbereitung wässriger Systeme
Nanofiltration	fl/fl	Druckdifferenz bis 60 bar	asymmetrische Lösungs-Diffusions-Membran mit eingebauten ionogenen Gruppen	Fraktionierung von gelösten Stoffen in wässriger Lösung
Ultrafiltration	fl/fl	Druckdifferenz bis 10 bar	asymmetrische Porenmembran	Konzentrieren, Fraktionieren und Reinigen makromolekularer wässriger Lösungen

Membranprozess	Phasen	Triebkraft	Membrantyp	Anwendung
Mikrofiltration	fl/fl	Druckdifferenz bis 3 bar	(a)symmetrische Porenmembran	Aufkonzentrierung bzw. Entfernung partikulärer Bestandteile
Elektrodialyse	fl/fl	elektrisches Feld orthogonal zur Membran	symmetrische Lösungs-Diffusions-Membran mit eingebauten ionogenen Gruppen	Abtrennung von Ionen aus wässrigen Lösungen
Pervaporation	fl/g	absenken des permeatseitigen Partialdruckes	asymmetrische Lösungs-Diffusions-Membran	Abtrennung von Spurenstoffen aus wässrigen oder organischen Lösungen
Gastrennung	g/g	Überdruck feed bis 80 bar oder partielles Vakuum permeatseitig	asymmetrische Lösungs-Diffusions-Membran	Trennung: Wasserstoff/Stickstoff, Kohlendioxid/Methan, Sauerstoff/Stickstoff

Ebenso werden Membranverfahren zur Behandlung von Bergbauwässern mit Radionukliden neben einer hohen Salzlast aus Sulfat und Karbonat sowie mit Schwermetallen verwendet. Dabei handelt es sich meistens um Kombinationen, die aus mehreren Behandlungsschritten wie Fällungs-, Ionenaustausch- und Membrantrennprozessen bestehen.

Ein Beispiel dafür ist das Verfahren der Wasserbehandlungsanlage Helmsdorf der Wismut GmbH [Kießig & Vogel (1997)]. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Membranverfahren sind in Tabelle 65 aufgeführt.

Tabelle 65: Daten für Membranverfahren.

Prozess	Reversosmose RO	Nanofiltration NF	EDR	Rodosan
Vorbehandlung	Ja	Ja	Ja	ja
Rückstände / Nebenprodukte	Schlamm / Sole - Konzentrat	Schlamm / Sole - Konzentrat	Schlamm / Sole - Konzentrat	Schlamm / Sole - Konzentrat, H ₂ , Düngemittel
Vorteile	Trinkwasserqualität	Trinkwasserqualität	Trinkwasserqualität	
Nachteile	Salzverkrustungen, begrenzte Membranlebensdauer, ungeeignet für Kesselstein bildende Wässer	Salzverkrustungen, begrenzte Membranlebensdauer, ungeeignet für Kesselstein bildende Wässer	Salzverkrustungen, begrenzte Membranlebensdauer, ungeeignet für Kesselstein bildende Wässer	Salzverkrustungen, kurze Membranlebensdauer, Stromstärke steigt mit sinkendem SO ₄ Gehalt, Störung durch Cl ⁻ Ionen, nicht für große Durchsätze geeignet
Optimierungen	Antiscalingprozesse gegen Verkrustungen	Antiscalingprozesse gegen Verkrustungen	Antiscalingprozesse gegen Verkrustungen	Eintrag von CO ₂ zur Erhöhung der Leitfähigkeit

Abgeleitet von dem klassischen Prozess der Elektrolyse und der Wanderung von Ionen in einem elektrischen Feld, gibt es mehrere Prozesse der Wasserbehandlung, die auf diesen Eigenschaften beruhen. Dazu zählen vor allem die Elektrodialyse (ED) und die auf ihr beruhenden Prozesse sowie die Elektrokoagulation und die Elektrosorption.

Die Elektrodialyse ist ein Membranprozess, bei dem ein elektrisches Potenzial für die Bewegung von Ionen verwendet wird, die durch eine selektive Membran wandern und ein salzarmes gereinigtes Wasser zurücklassen. In Abbildung 31 sind die Unterschiede von Elektrodialyse und Reversosmose dargestellt.

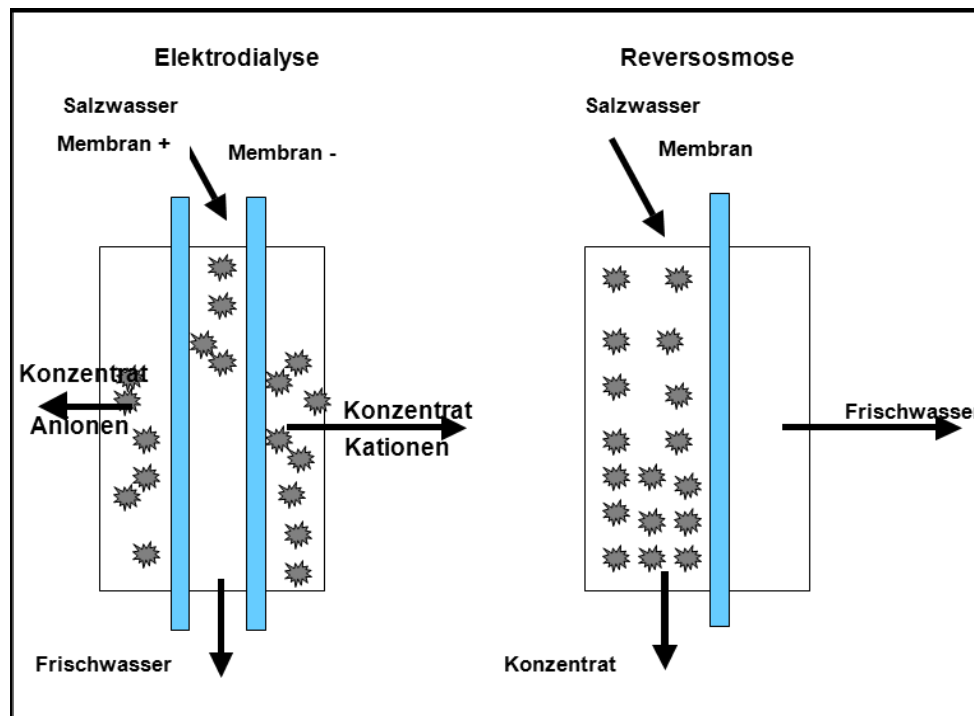


Abbildung 31: Darstellung von Elektrodialyse und Reversosmose.

Die Elektrodialyse ist nur fähig, gelöste dissoziierte und damit elektrisch geladene Ionen der Salze zu entfernen. Die ungeladenen Wassermoleküle verbleiben in der Membrankammer während die Ionen durch die Membran wandern. Parallel zu dem zugeführten salzhaltigen Wasser fließen zwei Ströme in den rechts und links angeordneten Membrankammern. Dabei wird der Wasserstrom während des Durchströmens der Kammer kontinuierlich von den vorhandenen Salzen abgetrennt (Produktstrom) während der andere Strom mit den gelösten Salzen ständig angereichert wird (Konzentratstrom). Für die Sulfatabtrennung müssen die Anionen eine anionenselektive Membran passieren, für die Kationen ist eine kationenselektive Membran vorhanden. Durch die Anordnung von solchen ionenselektiven Membranen werden die Anionen und die Kationen in Konzentratströmen gefangen, während die Wassermoleküle in dem Produktstrom zurückbleiben. Jedes dieser Membranpaare ist eine Zelle.

Bei Bergbauwasserbehandlungen existierte eine solche Technologie in der Uranmine Dolní Rožínka (CZ) zur Gewinnung von Na_2SO_4 im Zusammenhang mit der Wasserbehandlung der sauren sulfathaltigen Grubenwässer [Mitas et.al. (1997)].

6.1.6 ADSORPTIONSVERFAHREN

In die Rubrik der Sorptionsverfahren fallen Ionenaustauschprozesse und Biosorptionsverfahren.

Ionenaustauscher

Meistens bestehen die Ionenaustauschprozesse aus einem Anionen- und Kationenaustauschprozess, um zusätzlich die Metallkationen zu entfernen und einen metallarmen Gipschlamm zu erzeugen und/oder sind mit den entsprechenden Fällungsprozessen aus dem gleichen Grund kombiniert. Ein solcher Prozess ist der GYP-CIX-Prozess. [Gusmann (1997); Schoeman & Steyn (2001)]

Der GYP-CIX-Prozess besteht aus einem Kationenaustauschersystem und einem Anionenaustauschersystem und ist für die Entfernung von gelöstem Sulfat und Kationen geeignet. In den Regenerierungsstufen wird jeweils ein reiner Gipschlamm erzeugt. Das schematische und vereinfachte Fließbild ist in der Abbildung 32 dargestellt.

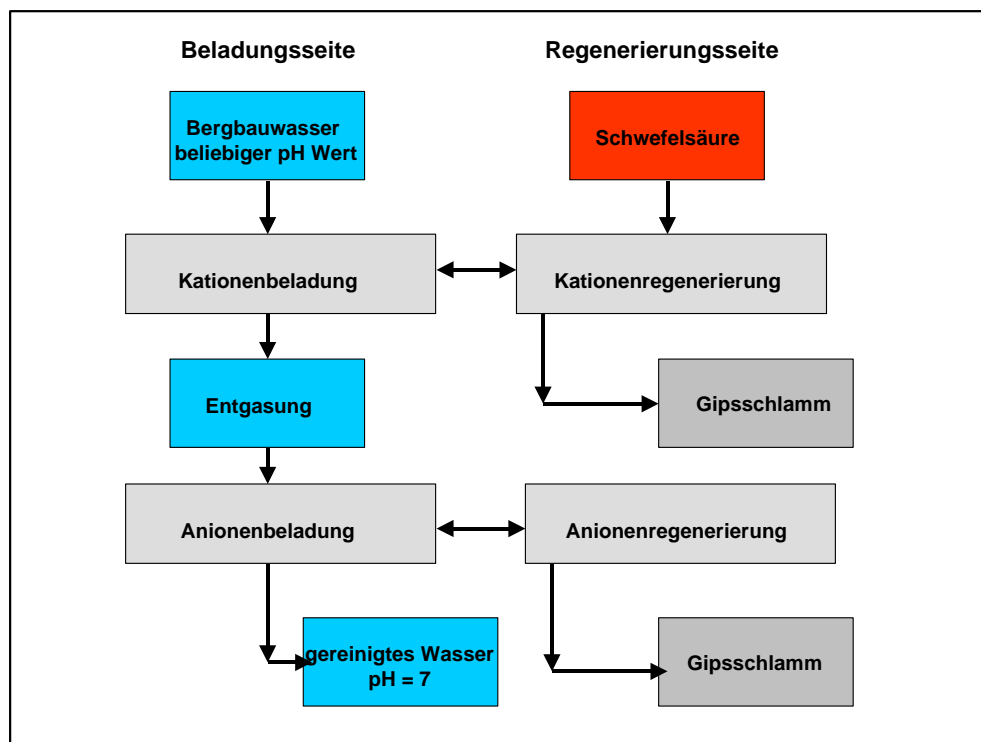


Abbildung 32: Schematische Darstellung des GYP-CIX Prozesses.

Biosorptionsprozesse

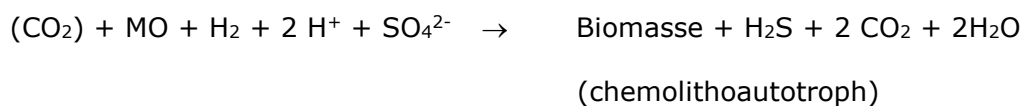
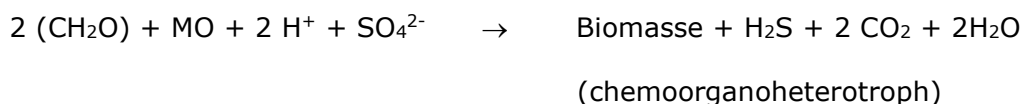
Bei einer Zusammenstellung von Sorptionsprozessen ist neben den Ionenaustauschprozessen auch die Biosorption zu berücksichtigen. Diese Vorgänge beruhen auf den Wechselwirkungen zwischen Mikroorganismen und Metallionen und finden vor allem in den Wetlands statt. Daneben sind die Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und den Metallen in den Böden zu beachten, die unter dem Begriff der Phytoremediation dargestellt und zu Metallabtrennungsprozessen genutzt werden können [Phielers et al. 2014]].

Bei den Biosorptionsprozessen werden Metalle als Anionen oder Kationen an funktionelle Gruppen der Zellwand oder an von Mikroorganismen gebildeten Enzymen und extrazelluläre

ren Substanzen (Schleimschichten bzw. Polysaccharide und oder Polyproteine) gebunden. Dabei sollen diese Prozesse keine aktiven durch Lebensprozesse gesteuerten Vorgänge sein, die durch Bioakkumulation und Aufnahme in das Zellinnere gekennzeichnet sind. Die Konzentration der gebundenen Metallionen ist von der Konzentration in dem zu behandelnden Wasser, dem pH-Wert, der Kontaktzeit und der Art der Bindung abhängig. Verfahren zur Behandlung von Bergbauwässern sind wegen der oft teuren Biomassen und den oft existierenden Konkurrenzionen nur für die Abtrennung von Radionukliden oder von Edelmetallen bekannt [Tsezos (1990); Steudel, K. et al. (2007)].

6.1.7 MIKROBIOLOGISCHE VERFAHREN - SULFATREDUKTION

Eine Behandlung von Bergbauwässern ist prinzipiell auch durch biologische Prozesse möglich, wobei eine Abtrennung auch durch geeignete Pflanzen und gegebenenfalls Algen erfolgen kann. Eine Abtrennung von Metallen und Arsen beruht dabei hauptsächlich auf reduktiven Prozessen, insbesondere der Sulfatreduktion mit anschließender Sulfidfällung. Einen besonderen Stellenwert haben demnach die unterschiedlichen mikrobiologischen Sulfatreduktionsprozesse, da je nach der Lebensart der Mikroorganismen sowohl eine autotrophe Sulfatreduktion mit einem anorganischen Energieträger und der Verwendung von CO₂ neben einer heterotrophen Sulfatreduktion unter Verwendung von organischen Kohlenstoff- und Energiequellen möglich ist.



Dabei bedeuten „MO“ Mikroorganismen und „Biomasse“ die aus den Substraten gebildete Menge an Mikroorganismen. Beide Prozesse sind gegenwärtig technisch oder zumindest im Pilotmaßstab erprobt. Das gebildete Sulfid wird bei Anwesenheit von Schwermetallen zur Fällung der Schwermetalle genutzt, z. B.:



Daneben finden aber auch Oxidations- und Reduktionsprozesse statt. Das ist der Fall, wenn z. B. Fe³⁺-Ionen vorhanden sind und / oder das gebildete Sulfid zu elementarem Schwefel durch vorhandene Sauerstoffspuren in Gegenwart von Mikroorganismen oxidiert wird.



Neben diesen auf den unterschiedlichen Lebensgewohnheiten der Mikroorganismen beruhenden Prozessen sind die sich ergebenden technologischen Besonderheiten zu berücksichtigen. Diese bestehen vor allem in der Wahl und Auswahl der geeigneten Reaktorsysteme wie Festbettreaktoren, Fluidbedreaktoren oder wiederum als spezifische Besonderheit den kontinuierlich betreibbaren Sandfilter mit den jeweils vorhandenen Vor- und Nachteilen.

Je nach Sulfatreduktionsrate kann bei der technischen Durchführung zwischen einer Hochleistungssulfatreduktion (HLSR) und einem partiellen durch eine Prozessgröße gesteuerten

Sulfatabbau unterschieden werden. Die dabei abgetrennten Sulfatmengen bewegen sich zwischen 1-2 g/L h und wenigen mg/L d. Letztere Prozesse spielen insbesondere bei Wetlandkonstruktionen eine entscheidende Rolle, da bei ihnen in der Regel die Abtrennung von Schwermetallen im Mittelpunkt steht.

In Tabelle 66 sind auf der Sulfatreduktion beruhende verschiedene Verfahren und ihre spezifischen Daten zusammengestellt. In der Tabelle sind auch Daten für ein Wetland zur Abtrennung von Radionukliden enthalten sowie Daten für eine gesteuerte Versickerung von Wasser in einer Halde, bei der durch die partielle Sulfatreduktion eine Festlegung von Schwermetallen, insbesondere Eisen erfolgt.

Tabelle 66: Übersicht zu biotechnologischen Verfahren ohne Eisenoxidation.

Prozess	Bioreaktor Paques	THIOPAQ	Hochleistungssulfatreduktion HLSR	Wetlands radioaktives Inventar	Haldenversickerung
Vorbereitung	ja	ja	ja	nein	Fe- und Mn-Abtrennung
Zulauf	SO ₄ : 8.342 mg/L	SO ₄ : 2.400 mg/L	SO ₄ : 3.000 mg/L	SO ₄ : 1200 mg/L	SO ₄ : 2.500 mg/L
Ablauf	SO ₄ : 198 mg/L	SO ₄ : 196 mg/L	SO ₄ : <200-0 mg/L	SO ₄ : 1100 mg/L	SO ₄ : 500 mg/L
Rückstände	Schwefel	Schwefel	Schwefel	nein	nein
Vorteile	Spurenmetallentfernung, Recycling von H ₂ S, Erhöhung Pufferkapazität durch Eintrag von CO ₂	Spurenmetallentfernung, Recycling von H ₂ S, Erhöhung Pufferkapazität durch Eintrag von CO ₂	Spurenmetallentfernung, Erhöhung Pufferkapazität durch Eintrag von CO ₂ , kleine Wasserverweilzeit, geringer spezifischer Substratverbrauch	Spurenmetallentfernung, passive Behandlung, keine Schlammproduktion	passive auch absatzweise Behandlung, SO ₄ -Abbau kann gesteuert werden, keine Schlammproduktion
Nachteile	Kosten für C- und Energiequelle, Erhöhung der Mn- und As- Löslichkeit	Kosten für C- und Energiequelle, Erhöhung der Mn- und As- Löslichkeit	Kosten für C- und Energiequelle, Erhöhung der Mn- und As- Löslichkeit	geringe Sulfatabtrennung, Kosten für C- und Energiequelle, Erhöhung der Mn- und As- Löslichkeit	Regenerierung von Poren bzw. Schluckbrunnen
Optimierungsmöglichkeiten	Recycling von Schlamm, verwenden billiger C- und Energiequellen	Recycling von Schlamm, verwenden billiger C- und Energiequellen	Verwenden billiger C- und Energiequellen	Optimale Reaktionsbeckengestaltung	Zusatz von Enzymen, und/ oder C-Quelle zur Reaktionssteigerung

6.1.8 BEWERTUNG DER RECHERTIERTEN VERFAHREN

Konventionelle passive und aktive Reinigungsverfahren wurden für die Anwendung auf die Grubenwässer im Revier Zinnwald bereits in [Martin et al. (2019)] und in [Martin & Sennewald (2014)] bewertet. Es stellte sich heraus, dass für konventionelle passive Verfahren,

wie Wetlands, im engen Tal des Heerwassers bei weitem nicht ausreichend Flächen vorhanden sind.

Für konventionelle aktive Verfahren, wie Fällung oder Ionenaustausch, sind die Schadstoffkonzentrationen zu gering. Solche Verfahren würden, wegen der verhältnismäßig großen Wassermengen, große Anlagen mit hohen CAPEX- und OPEX-Beträgen erfordern. Dies führt zu extrem hohen Kosten bezogen auf die abgetrennte Schadstoffmenge. Außerdem erfordern größere Anlagen relativ große Flächen. Aus diesen Gründen scheinen solche Maßnahmen unverhältnismäßig.

6.2 IN SITU-VERFAHREN

Betrachtungen zu In situ-Verfahren und deren Anwendung zum untertägigen Schadstoffrückhalt wurden in [Martin et al. (2019)] ausführlich dargestellt. An dieser Stelle werden die Ergebnisse zusammengefasst und auf die Verhältnisse in Zinnwald/Cínovec fokussiert.

6.2.1 CHARAKTERISTIK DER GRUBENWÄSSER

Die Grubenwasserfließverhältnisse im Revier Zinnwald wurden in Abschnitt 2.1 näher dargestellt. Demnach werden die Grubenwässer über drei Entwässerungsstollen abgetragen (Abbildung 1):

- Tiefer Büнау Stolln (TBSt): obere Sohlen nördlicher Bereich
- Tiefer Hoffnung Gottes Stolln (THoffngGSt): obere Sohlen Nordwest-Teil
- Tiefer Hilfe Gotte Stolln (THGSt): tschechischer Feldesteil (gesamt), deutscher Feldesteil obere Sohlen südlicher Bereich und tiefe Sohlen.

Ein großer Teil der Wässer der oberen Sohlen, einschließlich der aus tschechischem Gebiet übergeleiteten, wird untertage vom TBSt auf den THGSt verstürzt und gelangen in den OWK DESN_537182 (Heerwasser, danach Rotes Wasser).

Die Wässer von TBSt und THoffngGSt hingegen werden in den OWK DESN_5371822 (Aschergaben, danach Schwarzwasser) abgetragen.

Die Zinnwalder Stollnwässer weisen einige Eigentümlichkeiten auf. Verglichen beispielsweise mit dem Freiburger Revier zeigen sie deutlich geringere Stoffbelastungen. Hervorzuheben sind höhere Anteile Ba, Be und Mo neben Cd, As im Tiefer Hilfe Gottes Stolln.

Eine chemische Charakterisierung der abfließenden Grubenwässer (Stollnwässer) im Zinnwalder Revier wurde in Abschnitt 2.1 vorgenommen. Ein Vergleich der Stofffrachten der Stollnwässer mit denen der OWK Heerwasser-Rotes Wasser und Aschergaben-Schwarzwasser zeigt die für In Situ-Verfahren relevanten Elemente (siehe Tabelle 1 und Tabelle 3). Frachtanteile > 30 % an der Elementführung des Roten Wassers sind bei Cd, Cu, Ni, Se, U und Zn festzustellen, beim Aschergaben sind dies Al, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Li, Tl, U, Zn.

Die Grubenwässer des Reviers Zinnwald-Cínovec sind dadurch gekennzeichnet, dass ein Großteil der Durchflussmenge und auch der Schwermetallfrachten aus den aufsteigenden Wässern im Cínovec I (Militärschacht, Grube Cínovec/CZ) herrühren [Martin & Sennewald (2014)]. Im Bereich dieses Schachtes gibt es im Niveau des TBSt einen großen eingestauten Sedimentationsraum südlich des Hochpunktes (754,9 mNN) des TBSt, wobei die Gruben-

wässer aus dem gefluteten Grubenfeld nur im Schacht Cínovec I aufsteigen können und von dort in den Haupttrakt des TBSt geleitet werden. Die Wässer treten in der Sohle des Tiefen Büнау Stollns nach Deutschland über. Die Wässer verströmen anschließend auf den Tiefen Hilfe Gottes Stolln und treten aus dessen Mundloch in das Heerwasser/Rotes Wasser über.

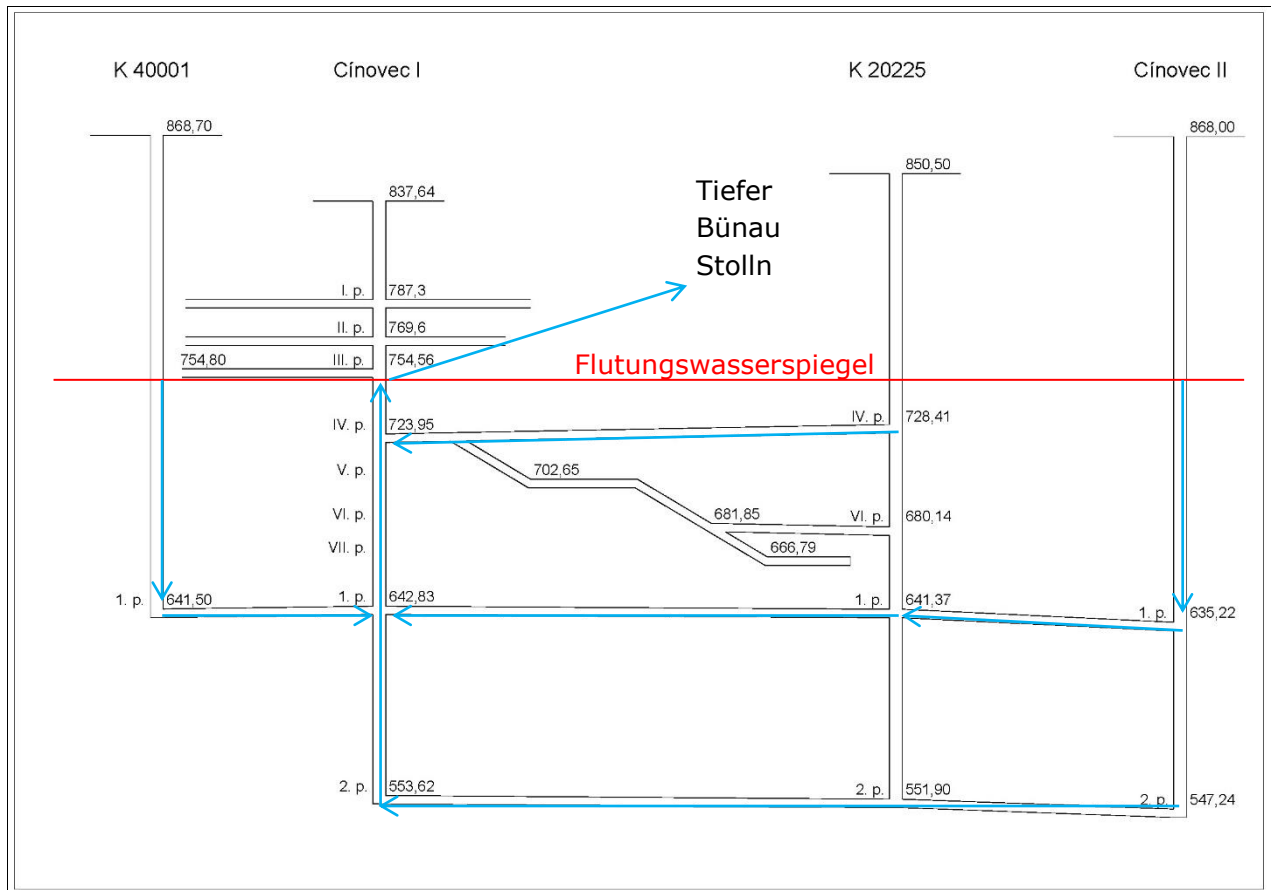


Abbildung 33: Absehbare Wasserfließwege im Flutungsraum Cínovec (Zeichnungsgrundlage aus [Hepnar & Hercík (1990)])

Abbildung 33 zeigt die derzeitigen Strömungsverhältnisse im Flutungsraum der Grube Cínovec mit folgenden Grubenbauen:

- Schacht Cínovec I - „Militärschacht“, ehemals Hauptschacht der Grube Cínovec, alle Sohlen angeschlossen, einzige Verbindung des tschechischen Flutungsraumes zum Tiefen Büнау Stolln
- Schacht Cínovec II - in den 1960er Jahren neu geteufter Schacht für die tiefen Greisenabbau im Feld Cínovec Süd ab 1968, nur in tiefen Sohlen mit Schacht Cínovec I verbunden
- Wetterschacht K40001 im westlichen Teil von Cínovec
- Wetterschacht K20225 im östlichen Teil von Cínovec
- Hauptsohlen

Das Schema zeigt den Flutungsraum mit dem Flutungswasserspiegel. Dieser hat nur einen Überlaufpunkt am Schacht Cínovec I. An dieser Stelle fließt das Grubenwasser in den Tiefen Büнау Stolln und nach Deutschland. Die meisten oberflächlich zufließenden Wässer gelangen zunächst in den Flutungsraum und steigen im Schacht Cínovec I auf. Der Weg über den

Flutungsraum auf den tieferen Sohlen zum Schacht Cínovec I ist auch die einzige Entwässerung für das tiefe Greisenabbaugebiet Cínovec-Süd.

Aus dem Teil-Grubenfeld Zinnwald stammen deutlich geringere Wassermengen, die über den Tiefen Bünau Stolln abgeleitet werden und an dessen Mundloch in den Aschergraben/Schwarzwasser austreten.

In der Grube Zinnwald gibt es insgesamt 12 Sedimentationsstrecken (je sechs im Niveau TBSt und im Niveau THGSt). Diese tragen dazu bei, dass Sedimente nicht in die Vorfluter gespült werden.

Als mittlere Abflussmengen aus den Entwässerungsstolln ergaben sich 1 - 2 L/s aus dem TBSt t und 17 L/s aus dem THGSt.

In Tabelle 67 sind die in den Zinnwalder Grubenwässern relevanten chemischen Elemente aufgeführt.

Tabelle 67: Relevante Elemente in den Zinnwalder Grubenwässern.

Oxidationsstufe +1	Oxidationsstufe +2	Oxidationsstufe +3	Komplexbildung	Anionen bildend
Tl	Ba	Al	U	Se
	Be		z.B. UO_2^{2-} ,	z.B. SeO_3^{2-} ,
	Cd		$[UO_2(CO_3)_3]^{4-}$	SeO_4^{2-}
	Co			
	Cu			As
	Ni			z.B. AsO_4^{3-}
	Zn			

Es zeigt sich, dass vor allem Elemente relevant sind, die zweiwertige Kationen bilden sowie Uran als Komplexe bildendes Element. Der pH der Grubenwässer liegt im schwach sauren bis neutralen Bereich (pH 5,5 - 7,5). Aus Abschnitt 6.1 ergibt sich, dass folgende chemische Rückhalteprozesse in Frage kommen:

- Hydrolysefällung im alkalischen Bereich
- Sulfidfällung im neutralen bis alkalischen Bereich
- Reduktionsprozesse

Die Zinnwalder Grubenwässer sind durch mehrere eher seltene Elemente gekennzeichnet: Ba, Be, Se. Zu diesen Elementen lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Ba - Erdalkalimetall, keine Rückhalteverfahren bekannt,
- Be - Rückhalt und Abtrennung aus Wässern sind nicht erforscht,
- Se - bildet Oxoanionen, Adsorption an Fe(III)-Verbindungen möglich.

6.2.2 CHARAKTERISIERUNG DER IN SITU-VERFAHREN

6.2.2.1 QUELLIMMOBILISIERUNG DURCH HOHEN FLUTUNGSWASSEREINSTAU

Die Grubenwässer fließen im Revier Zinnwald/Cínovec in relativ hohem Niveau (ca. 760 m NN) ab. Ein weiterer Aufstau ist daher nicht möglich. Ein weiterer Aufstau würde zu unkontrollierten Wasseraustritten in der Ortslage Zinnwald führen. Die Tiefbaue auf tschechischer Seite (Cínovec) sind bereits geflutet.

6.2.2.2 OXIDATION/SEDIMENTATION (TRANSFERBEREICH)

Im Revier Zinnwald/Cínovec treten in den Grubenwässern vor allem Elemente auf, die zweiwertige Kationen sowie Uran bilden. Diese Elemente sind bezüglich Oxidation nicht redoxsensitiv, daher wären Rückhalteprozesse mit Oxidation nicht wirksam.

6.2.3 OXIDATION/SEDIMENTATION (GRUBENEXTERNER WETLAND)

Es gilt die gleiche Bewertung wie in Abschnitt 6.2.2.2.

6.2.4 GRUBENWASSER-MANAGEMENT

Das Grubenwassermanagement zielt auf die Verringerung der Menge austretender Grubenwässer. Im Revier Zinnwald/Cínovec gibt es dazu jedoch untertage kaum Möglichkeiten.

Eine wesentliche Option ist jedoch die Beschränkung von Wasserzutritten in die Grubenbaue. Durch solche Maßnahmen wird einerseits der Kontakt zwischen Wasser und Gestein/Resterzen verringert. Andererseits wird die Menge austretender Grubenwässer verringert.

Für Zinnwald ist dies bereits im Zuge der Bergsicherungsmaßnahmen der vergangenen Jahrzehnte teilweise erfolgt, indem Schachtöffnungen verschlossen und oberflächennahe Abbaue versetzt wurden. Im Bereich der Grube Cínovec erfolgten solche Bergsicherungsarbeiten in geringerem Maße. Somit besteht insbesondere dort größeres Potential zur Verringerung der Wasserzu- und Grubenwasseraustritte.

Ein weiterer Aspekt ist die möglichst weitgehende Ableitung der Oberflächenwässer. Dies bedeutet, dass die Niederschlagswasser-Ableitung und die Kanalisation in den Siedlungsbereichen optimiert werden sollten.

6.2.5 REDUKTION UND NEUTRALISATION/FÄLLUNG

Aufgrund ähnlicher Spezifik für den Bereich Zinnwald-Cínovec sollen beide Optionen zusammen behandelt werden. Die In Situ-Abtrennung von Schadstoffen durch Reduktion von Flutungswasser im Rahmen des grubeninternen Wasser- und Bewetterungsmanagements bezweckt die Immobilisierung redoxsensitiver Schadstoffe wie Sulfat. Die Bildung von Sulfid führt anschließend zur Fällung weiterer Schadstoffe wie Cadmium, Eisen oder Mangan. Als Reduktionsmittel müssten anorganische Reduktionsmittel wie metallisches Eisen oder organischer Stoffe/Nährstoffe wie Methanol in Flutungsraum zur Stimulierung/Beschleunigung biochemischer Reduktionsprozesse zugeführt werden.

Die Option Neutralisation/Fällung erfordert ebenfalls die Zufuhr anorganischer Stoffe (Neutralisations- bzw. Fällungsmittel).

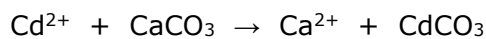
Für die Verfahren Reduktion und Neutralisation/Fällung sind demnach geflutete Grubenbaue größeren Umfangs als Reaktions- und insbesondere Sedimentationsraum notwendig. Solche sind in der Grube Zinnwald nicht vorhanden. Daher kommen diese Optionen auf deutscher Seite nicht in Frage.

Größere geflutete Grubenbaue finden sich hingegen auf tschechischer Seite. Dort fehlt es jedoch an der Zugänglichkeit dieser Grubenbaue (Schächte sind verschlossen). Ein Eingriff könnte somit lediglich über Bohrungen erfolgen.

6.2.6 REAKTIONSTRECKE

Die Grubenwässer im Bereich Zinnwald-Cínovec weisen zwar signifikante Schwermetallgehalte mit entsprechenden Auswirkungen auf die Vorfluter auf, sind jedoch insgesamt relativ gering mineralisiert. Solch gering mineralisierte Wässer sind geeignet, um Schwermetalle über sog. Kalksandfilter abzutrennen. Begünstigend wirkt die moderate Wasserführung des THGSt von ca. 60 m³/h.

Die Schadstoffabtrennung erfolgt durch Kontaktieren des Wassers mit granuliertem CaCO₃ mit großer Oberfläche, z. B. Travertin-Sand. Die Reaktionen verlaufen nach:



Das CdCO₃ ist sehr schwer löslich und führt zur Immobilisierung des Cd. Analog verhalten sich Pb, Cu, Ni und Zn. Erfahrungen zur praktischen Umsetzung dieses Prozesses liegen vor. So wurden im Zuge von Planungen zur Grubenwasserreinigung im Freiburger Revier Laborversuche angestellt, bei denen das Wasser zunächst durch Fällungsverfahren vorgereinigt und anschließend einer Nachreinigung mittels Kalksandfiltern unterzogen wurde [GEOS (2008)]. Tabelle 68 gibt einen Überblick über die Ergebnisse.

Tabelle 68: Ergebnisse der Grubenwasserreinigung mittels Kalksandfiltern von Grubenwässern des Freiburger Reviers.

Element	Grubenwasser vor Kalksandfilter [µg/L]	Grubenwasser nach Kalksandfilter [µg/L]	Vergleich: Tiefe Hilfe Gottes Stolln [µg/L]
Al	780	< 10	230
As	18	< 5	5
Pb	14	< 5	0,68
Cd	492	< 1	2,9
Cu	110	< 10	29
Fe	20	< 10	<30
Ni	370	< 1	1,3
Zn	29.500	70	220

Es zeigt sich, dass die Ausgangsgehalte (Grubenwasser vor Kalksandfilter) bis auf sehr geringe Restkonzentrationen abgereichert werden konnten (Grubenwasser nach Kalksandfilter). In der letzten Spalte sind zum Vergleich die mittleren Gehalte im Wasser des Tiefe Hilfe Gottes Stolln (tiefer Wasserabfluss Zinnwald) angegeben. Vergleicht man die erzielten Behandlungsergebnisse mit diesen mittleren Gehalten, so zeigt sich, dass mittels Kalksandfilter die Elemente im Stollnwasser mindestens wie folgt abgereichert werden könnten:

- Al auf 1/23
- Cd, Cu und Zn je auf 1/3.

Diese Prozesse könnten auch untertage in einer Reaktionsstrecke im Tiefe Hilfe Gottes Stolln etabliert werden. Dazu müsste eine kurze Strecke neben dem Stolln unterhalb der Stollnsohle aufgeföhren werden (siehe Abbildung 34).

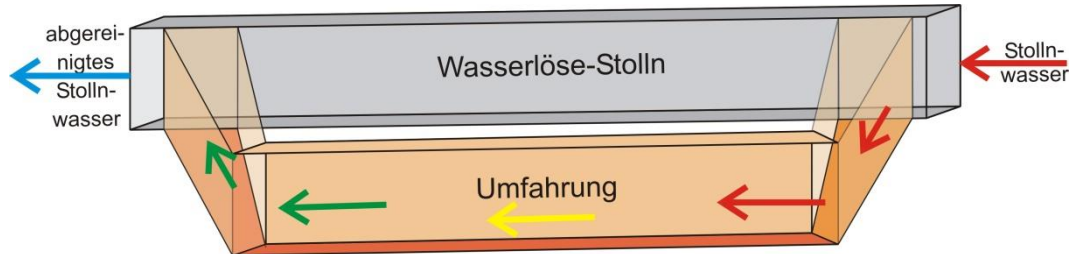


Abbildung 34: Konzept einer Reaktionsstrecke (Adsorption an Kalksand, aus [Martin et al. (2019a)]).

6.2.6.1 BEWERTUNG DER RECHERTIERTEN VERFAHREN UND ANWENDBARKEIT AUF DIE REGIONALEN VERHÄLTNISSE

Bewertung der recherchierten Verfahren und Maßnahmen:

- Anwendbarkeit auf die regionalen Verhältnisse in Zinnwald/Cínovec
- Auswirkungen der Maßnahmen auf die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie

Aus Tabelle 61 kann die Eignung der Verfahren für den Bereich Zinnwald abgeleitet werden. Die Wässer sind nach den Ergebnissen dieser Studie vor allem gekennzeichnet durch die Elemente Zink, Cadmium und Arsen.

Daraus ergibt sich die in Tabelle 69 dargestellte Bewertung der Verfahren hinsichtlich ihrer Relevanz für das Gebiet von Zinnwald. Die Bewertung wurde getrennt für die aktuelle Situation und einen möglichen künftigen Bergbau vorgenommen.

Tabelle 69 Bewertung der Eignung der Behandlungsverfahren für die Verhältnisse in Zinnwald.

	Eignung gegenwärtig	Eignung künftiger Bergbau	Bemerkungen
Aktive Verfahren			
Sulfidfällung	(+)	(+)	Verfahrenstechnik zu aufwendig
Membranverfahren	-	-	zu kostspielig
Elektrochemische Verfahren	-	-	zu kostspielig
Sorption / Ionenaustausch	-	-	Durchflüsse zu groß
Mikrobiologische Verfahren - Sufatreduktion	-	-	Durchflüsse zu groß
Passive Verfahren			
Aerobe Wetlands	-	-	begrenzter Platz
Anaerobe Wetlands	-	-	begrenzter Platz
In Situ-Verfahren			
Flutungswassereinstau	-	+	nach Ende des Bergbaus

	Eignung gegenwärtig	Eignung künftiger Bergbau	Bemerkungen
Oxidation/Sedimentation (Transferbereich)	(+)	(+)	nur für As
Grubenwasser-Management	-	+	nur im aktiven Bergbau und nach Ende des Bergbaus
In situ-Reduktion und Neutralisation/Fällung	-	+	in Deutschland derzeit kein Flutungsraum
Reaktionsstrecke	(+)	+	kann im neuen Bergbau vorgesehen werden

- ungeeignet
- (+) bedingt geeignet
- + geeignet

6.3 ANSATZPUNKTE BEI KÜNFTIGEN BERGBAUVORHABEN

6.3.1 PLANUNGSSTAND ZUR GRUBENWASSERHALTUNG

6.3.1.1 LITHIUMLAGERSTÄTTE ZINNWALD

Die Lithiumlagerstätte Zinnwald wird mit der **Lithiumgrube Zinnwald** nach derzeitiger Bergbauplanung [Deutsche Lithium GmbH (2019)] durch eine Rampe mit dem Mundloch im Bereich des Europarkes Altenberg (Arno-Lippmann Schacht der Grube Altenberg) und einen Wetterschacht an der Langengasse ausgerichtet bzw. aufgeschlossen. Im Bereich des Rampenmundloches sind die erforderlichen Tagesanlagen, die trockene mechanische Aufbereitung (Magnetscheidung) sowie die Anlage für die Herstellung von Versatz aus den Rückständen der Aufbereitung auf engstem Raum konzipiert. Das eigentliche Erzabbaufeld liegt ca. 2,3 km südlich von den Tagesanlagen im Bereich der Ortschaft Zinnwald. Davon zu unterscheiden ist der Altbergbau in der **Grube Zinnwald**.

Abbildung 35 zeigt dazu schematisch die geplante Wasserhaltung für die Lagerstätte Zinnwald. Die einzelnen Abbaubereiche sind mit Teilwasserhaltungen ausgestattet, die das Grubenwasser einer zentralen Grubenwasserhaltung zufördern. Die für die Grube Zinnwald erforderliche Wasserbehandlungsanlage wurde für den untertägigen Einsatz geplant. Der entscheidende Vorteil für eine untertägige Wasserbehandlungsanlage besteht in der Witterungsunabhängigkeit und den kurzen Pumpen- bzw. Förderwegen. Mit einer untertägigen Wasseraufbereitung können redundante Systeme geschaffen werden. Die zum einen die Brauchwasserversorgung in der Grube sicherstellt und zum anderen den Abschlag von Grubenwässern auf ein verträgliches Maß reduziert.

In Abbildung 36 ist das Schema der geplanten untertägigen Wasserbehandlungsanlage dargestellt. Es ist ein Pufferbecken vorgesehen, in das die Teilwasserhaltungen fördern. Von dort wird das Wasser in Reaktionsbecken gefördert, in denen nach Bedarf Hilfsstoffe dosiert werden können. Der anfallende Schlamm setzt sich in einem anschließenden Schlammabsetzbecken ab. Der Schlamm wird untertage mit anderen Bergen in den Abbaukammern versetzt.

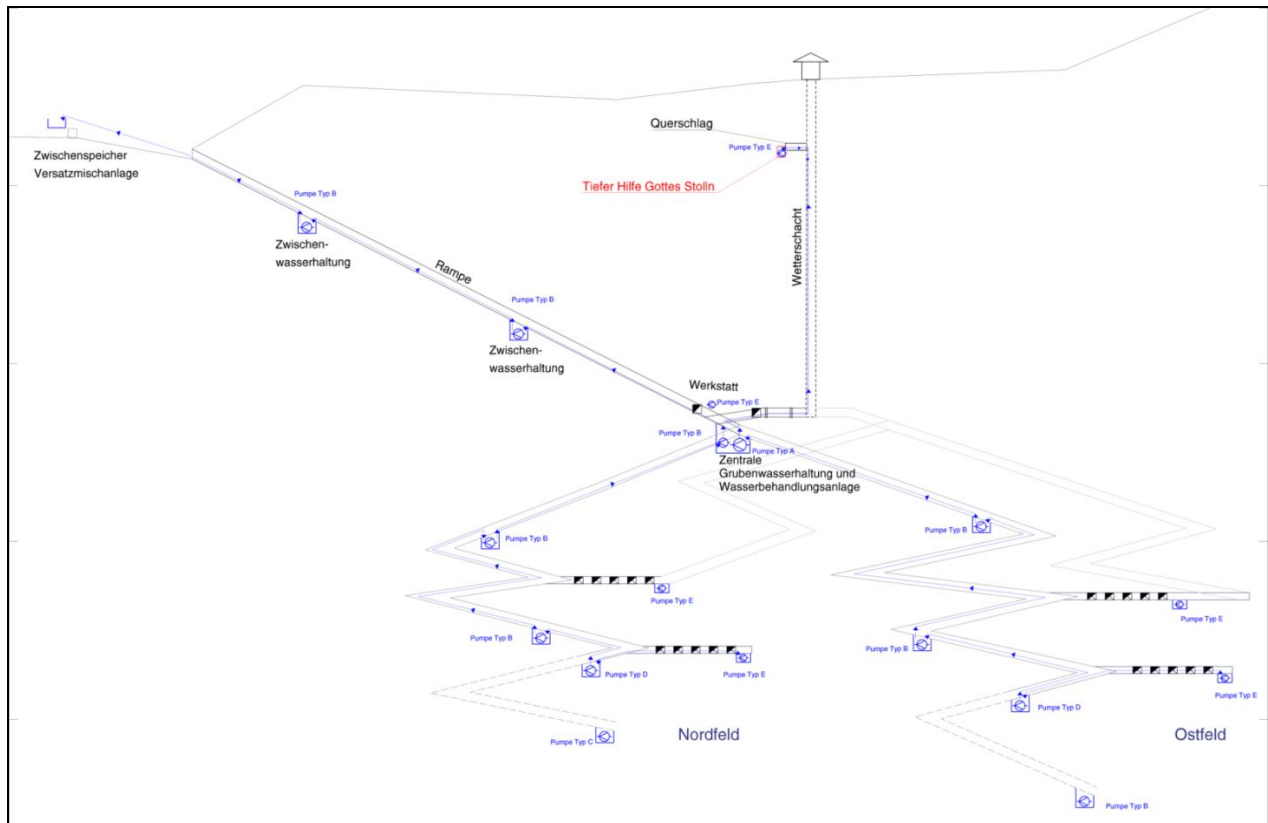


Abbildung 35: Schematische Darstellung der geplanten Grubenwasserhaltung für die Lagerstätte Zinnwald [Deutsche Lithium GmbH (2019)]

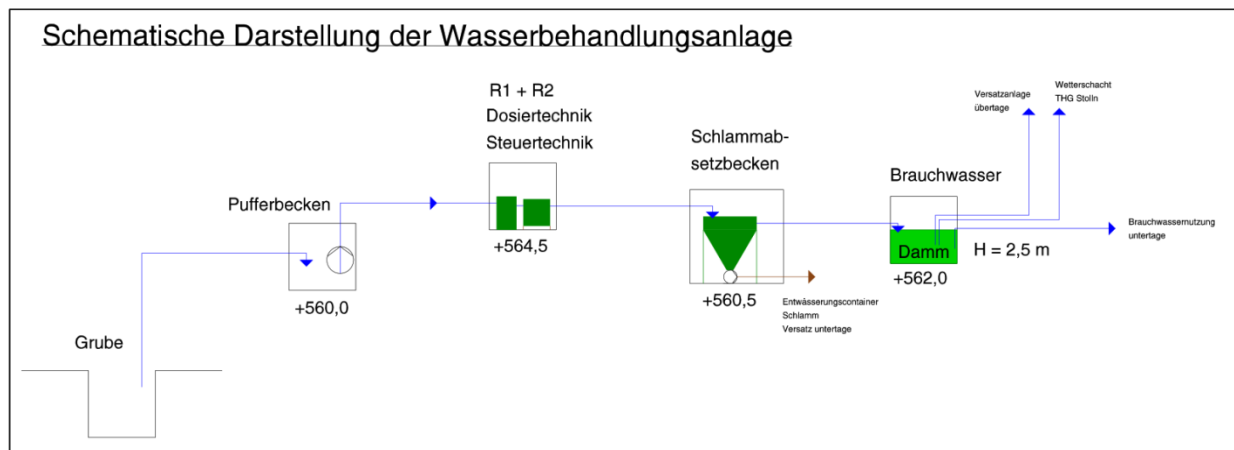


Abbildung 36: Schematische Darstellung der geplanten Wasserbehandlungsanlage für die Lagerstätte Zinnwald [Deutsche Lithium GmbH (2019)]

Das der Wasserbehandlungsanlage entnehmbare Grubenwasser besitzt Brauchwasserqualität und wird folgendermaßen genutzt:

- Brauchwasser für die verschiedenen bergbaulichen Anwendungen untertage (Bohren, Staubbindung usw.)
- Wasser für die Versatzproduktion, dazu Überpumpen der notwendigen Mengen zur übertägigen Versatzanlage
- Überschusswasser wird im Wetterschacht bis zum Tiefen Hilfe Gottes Stolln gepumpt und fließt auf diesem ab.

Es ist davon auszugehen, dass nur in Zeiten erhöhter Wasserzuflüsse zur Grube Überschusswasser über den Tiefen Hilfe Gottes Stolln abgegeben werden muss. Das Überschusswasser gelangt über den genannten Stolln in das Heerwasser (OWK DESN_537182).

Die Variante Zinnwald A1 der Grubenwasserhaltung entspricht dem gegenwärtigen Planungsstand:

- Vom Altbergbau der Grube Zinnwald/Cínovec völlig getrennte Pumpenwasserhaltung mit zentraler Wasserbehandlungsanlage am Fuß der Rampe.
- Am Wetterschacht wird ein Einleitpunkt für überschüssiges Grubenwasser in den THGSt und weiter ins Heerwasser geschaffen. Der THGSt verläuft dort bereits außerhalb des Zinnwalder Granits, so dass es keine Auswirkungen auf den Altbergbau gibt.

Daraus kann eine Prinzipskizze der geplanten Grubenwasserhaltung für den Altbergbau und Gruben Zinnwald bzw. Cínovec und für die geplanten Lithiumgruben Zinnwald bzw. Cínovec gezeichnet werden, die von uns als Variante Zinnwald A1 bezeichnet wird (Abbildung 40).

6.3.1.2 LITHIUMLAGERSTÄTTE CINOVEC

Die Lithiumlagerstätte Cínovec wird mit der **Lithiumgrube Cínovec** nach derzeitiger Bergbauplanung [European Metals Holdings Limited (2017a)] durch eine Rampe als Doppelstolln getrennt für die Bandförderung und für die Großgeräte ausgerichtet. Das Mundloch der Rampe mit den Betriebsanlagen liegt ca. 350 m von der Talbiegung der Bystřice (Seegrund) nach WNW entfernt in einem steilen Nebental auf ca. 750 mNN und damit etwa im Niveau der III. patro (Sohle TBSt) des Altbergbaus der **Grube Cínovec I**. Eine genaue Höhe ist aus den uns vorliegenden Dokumenten nicht zu entnehmen.

Das Mundloch der 1.150 m langen Rampe mit den Betriebsanlagen liegt ca. 350 m von der Talbiegung der Bystřice (Seegrund) nach WNW entfernt in einem steilen Nebental. Eine genaue Höhe, die um das Niveau 750 mNN schwankt, ist aus den uns vorliegenden Dokumenten nicht zu entnehmen. Wenn der Planer beachtet hat, dass auf ca. 750 mNN das Niveau der III. patro (Sohle TBSt) des Altbergbaus der Grube Cínovec I mit dem Grubenwasserüberlauf in die Grube Zinnwald liegt, müsste er maximal diese Höhe gewählt haben. Dieser Planungsansatz passt höhenmäßig ins Nebental, das unten bei ca. 700 mNN ins Tal der Bystřice (Seegrund) übergeht. Allein dieser Planungsansatz hat den Vorteil, dass für den Dauerzustand nach Ende des Lithiumbergbaus, das überlaufende Grubenwasser je nach Abstimmungsergebnis zwischen den Behörden der ČR und der BRD technisch sehr einfach wahlweise zum Rampenmundloch oder zum TBSt nach der deutschen Seite in die Grube Zinnwald überlaufen kann. Diese einfache Entwässerungslösung ist im nachfolgenden Variantenspektrum mit den Varianten Cínovec B1 berücksichtigt. Sollte jedoch der Planer aus Unkenntnis dieser wichtigen Sachlage ein Niveau des Rampenmundloches von mehr als 750 mNN gewählt haben, nach der Karte [European Metals (2020)] könnten das bis 770 mNN sein, dann bleibt für den Dauerzustand nach Ende des Lithiumbergbaus nur der Überlauf auf die deutsche Seite in die Grube Zinnwald übrig, was jedoch hinsichtlich der Frachten und Mengen die Genehmigung eher erschwert. Diese Variante ist im nachfolgenden Variantenspektrum mit der Variante Cínovec B3 berücksichtigt.

Die Rampe fällt in Richtung Lagerstätte ein, führt am Schacht Cínovec II vorbei bis zu einer Brecheranlage, wo auch die Grubenwasserreinigung konzentriert werden soll. Diese Anlagen liegen etwa im Niveau oder kurz unter der alten 1. patro (Abbau- und Erkundungssohle) der Grube Cínovec II mit 640 mNN. Die Schächte Cínovec I, II, und K 20225 werden wie auch die Rampe zur Bewetterung der gesamten neuen Lithiumgrube Cínovec mit Frischwettern

genutzt. Das bedeutet, dass der Schacht Cínovec I im oberen Abschnitt gegen den Altbergbau abgedichtet werden muss und damit ein Abschlag von Grubenwasser auf den TBSt von diesem Schacht aus besondere Vorkehrungen bis hin zum winterlichen Frostschutz erfordert, die bisher nicht durchgeplant sind. Die Abwetter sollen über drei neue Bohrschächte abgeführt werden.

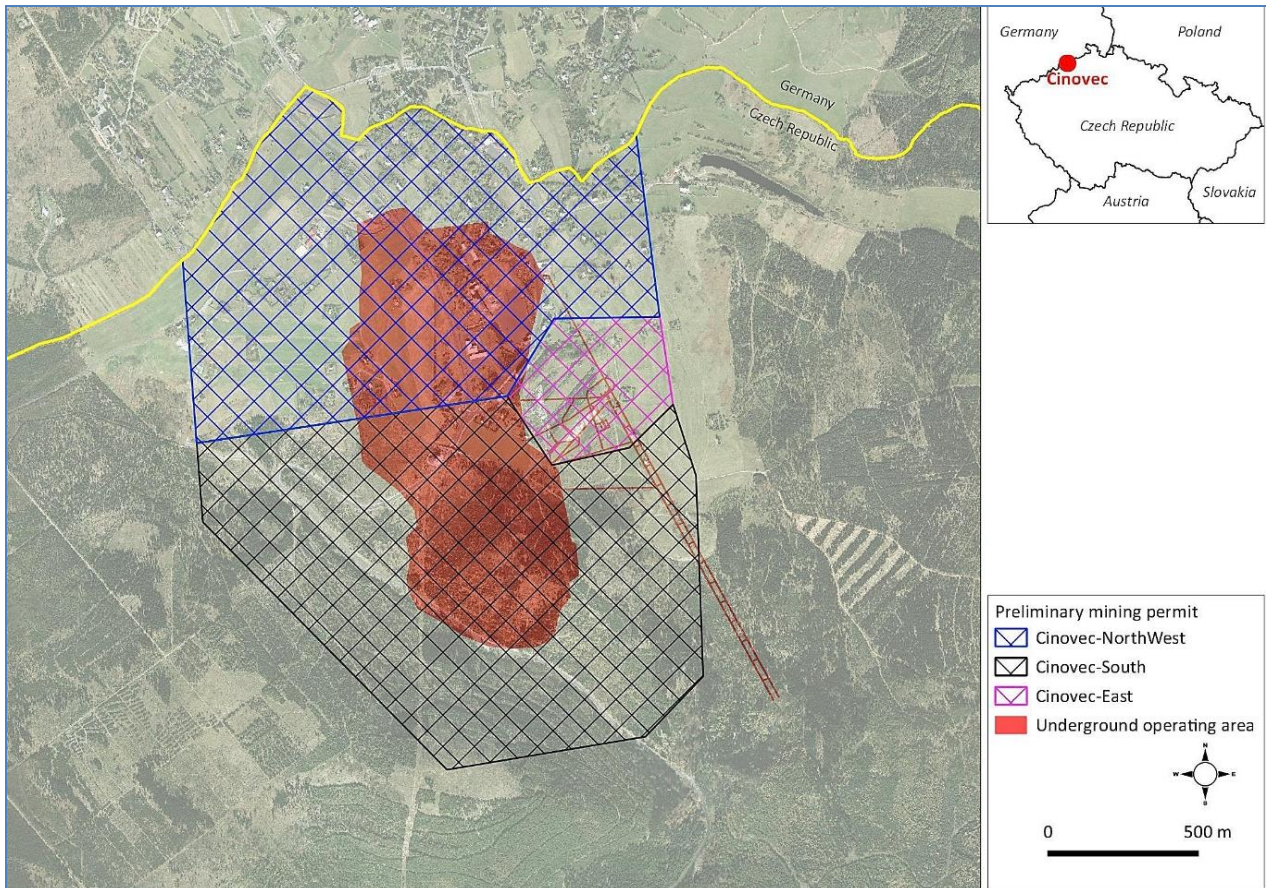


Abbildung 37: Lithiumgrube Cínovec mit drei lizenzierten Grubenfeldern, Rampe und Frischwitterschächten auf Luftbild, Stand Juni 2020 [European Metals Holdings Limited (2020)]

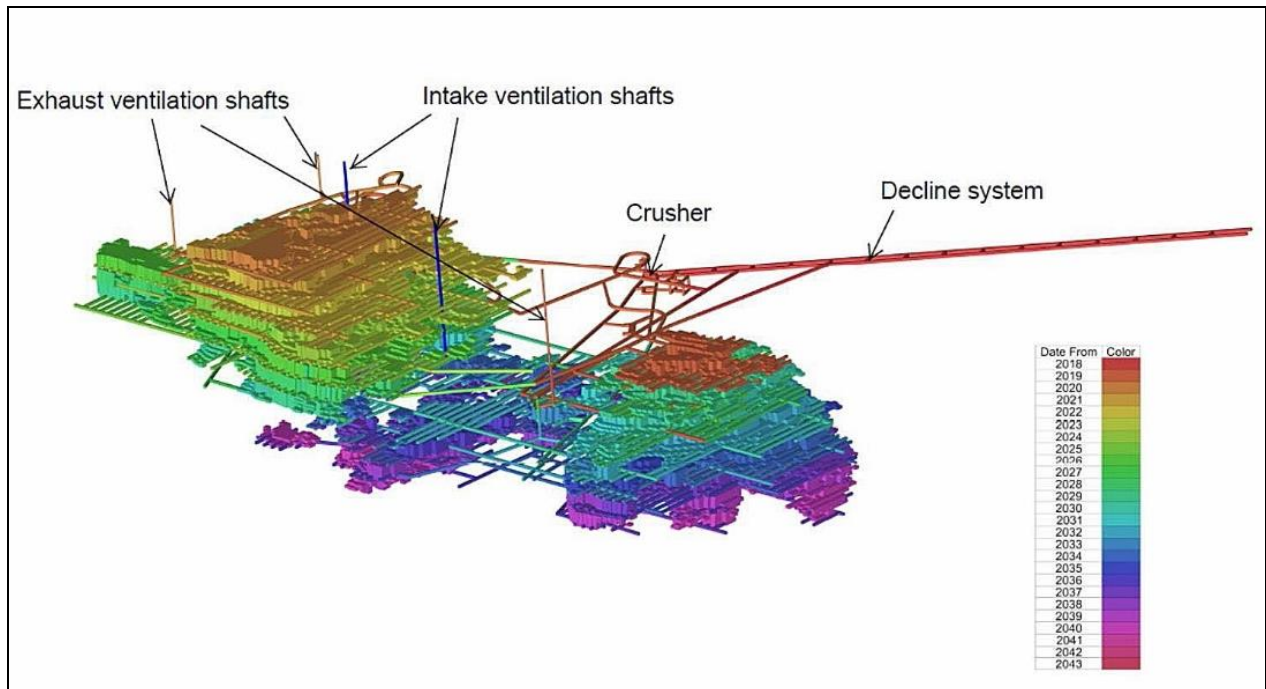


Abbildung 38: Lithiumgrube Cínovec, Raumbild der Erzkörper mit geplantem Abbau von oben nach unten. Rampe (Decline), Brecher (Crusher), geplante Bohrschächte (ventilation shafts) und den drei Frischwetterschächten, Stand 2019 [European Metals Holdings Limited (2019)]

Zur Grubenwasserhaltung der geplanten Variante Cínovec A1 erfährt man noch, dass

- die vom Mundloch in die Lagerstätte abfallende Rampe wegen der viel zu hohen Niveaulage und dem Gefälle in die Grube hinein nicht zur freien Grubenwasserableitung genutzt werden kann,
- aufgrund des umfangreichen Untwerksbaues unter dem TBSt und unter dem Niveau der Rampe eine Pumpenwasserhaltung in der Lithiumlagerstätte notwendig wird,
- das Grubenwasser von den tiefer liegenden Grubenbauen zur Grubenwasserreinigung beim Brecher gepumpt wird und dieser von höheren Niveaus frei zufließt,
- das Grubenwasser der Flözlagerstätte weiterhin auf dem TBSt gehalten und nach der deutschen Seite abgefördert wird,
- dass nicht ganz klar ist, wohin das überschüssige Grubenwasser gepumpt werden soll.

Sicher ist, dass überschüssiges Grubenwasser zum Rampenmundloch gepumpt werden muss. Dort besteht Bedarf auf der Zerkleinerungsanlage vor dem Mundloch der Rampe, weil von dort eine Trübeleitung zur Aufbereitung führen soll, für die Wasser nötig ist. Ob zusätzlich Grubenwasser im Schacht Cínovec I bis zum TBSt gepumpt und dort abgeschlagen wird, bleibt unklar. Zielführend ist dieser zweite Abschlagspunkt für Grubenwasser angesichts der Nutzung des Schachtes Cínovec I als einziehendem Wetterschacht nicht, weil die Förderhöhe bis zum Mundloch der Rampe etwa gleich ist. In jedem Fall sind die Veränderungen im Ablauf auf dem TBSt nach der deutschen Seite mit den deutschen Behörden noch abzustimmen.

Zu den geplanten Anlagen vor dem Mundloch der Rampe informiert eine Zeichnung in einer Wirtschaftlichkeitsstudie zum Lithiumprojekt Cínovec, die aus der Preliminary Feasibility Studie von 2017 [European Metals Holdings Limited (2017a)] stammt.

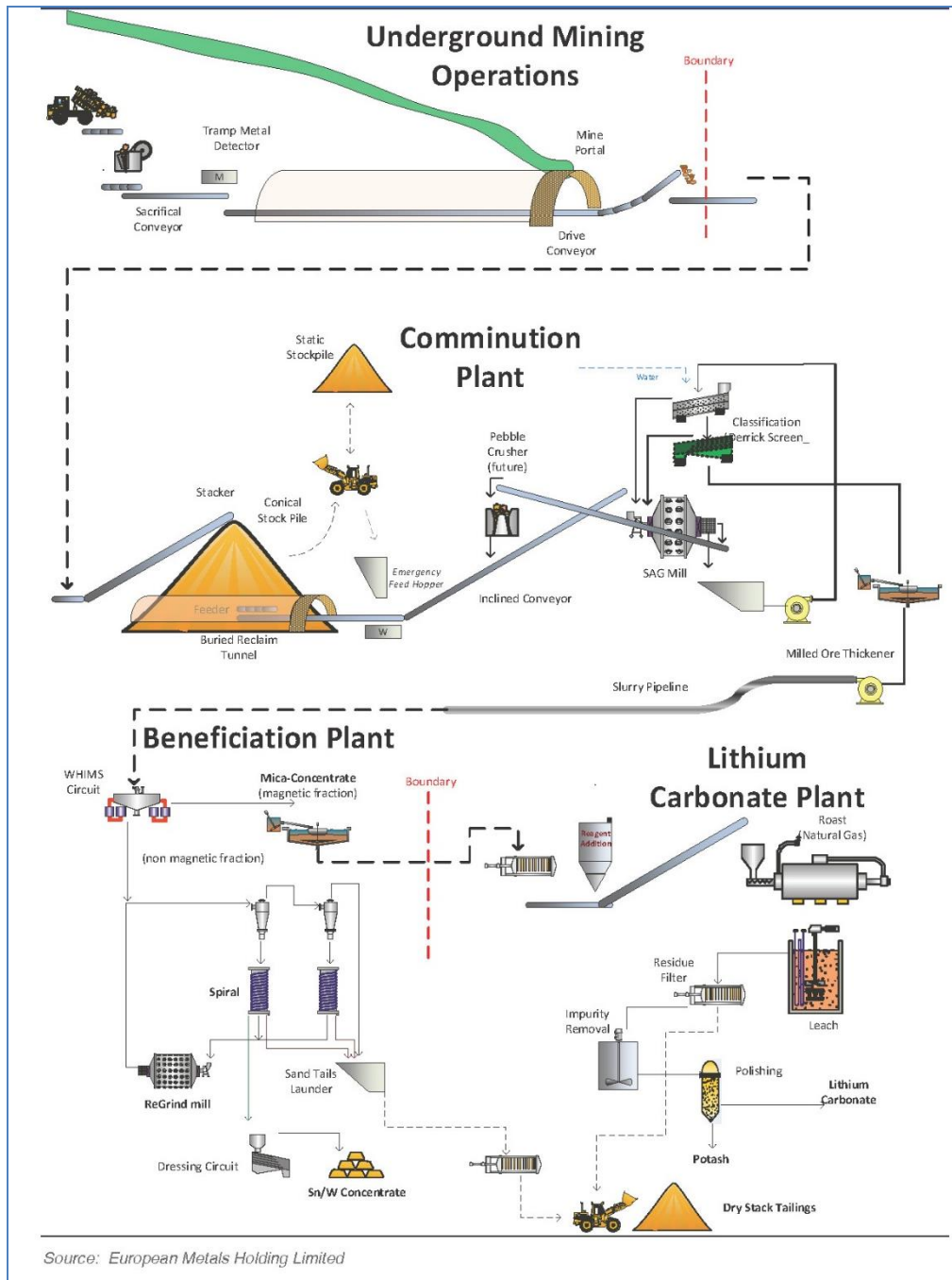


Abbildung 39: Comminution plant (Zerkleinerungsanlage) vor dem Mundloch der Rampe und slurry pipeline (Trübeleitung) zur Aufbereitung, [European Metals Holdings Limited (2017b)] nach [European Metals Holdings Limited (2017a)]

Aus all diesen Angaben kann eine Prinzipskizze der geplanten Grubenwasserhaltung für den Altbergbau der Grube Cínovec I und die für die geplante Lithiumgrube Cínovec gezeichnet werden, die als Variante Cínovec A1 von uns bezeichnet wird (Abbildung 40).

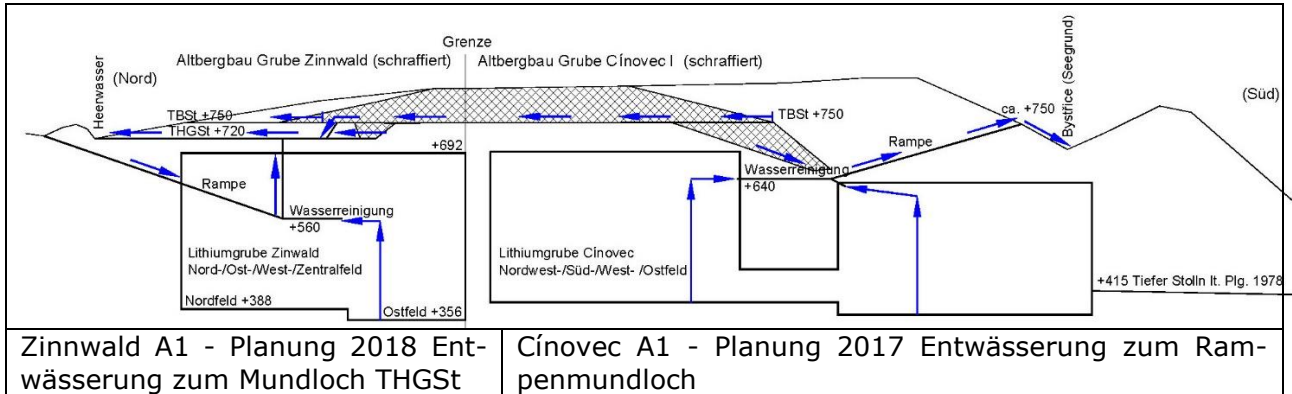


Abbildung 40: Prinzipskizze der gegenwärtig geplanten Grubenwasserhaltungen für den Lithiumabbau, Varianten Zinnwald A1, Cínovec A1, blaue Pfeile - Grubenentwässerung

Nachfolgend werden alle Prinzipskizzen zum Variantenspektrum der Grubenwasserhaltung dargestellt, bevor diese behandelt werden.

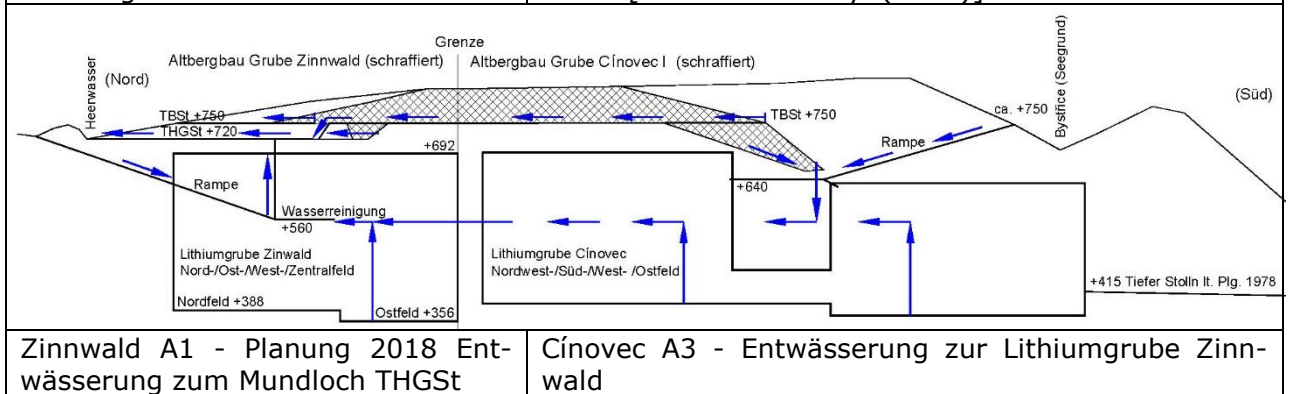
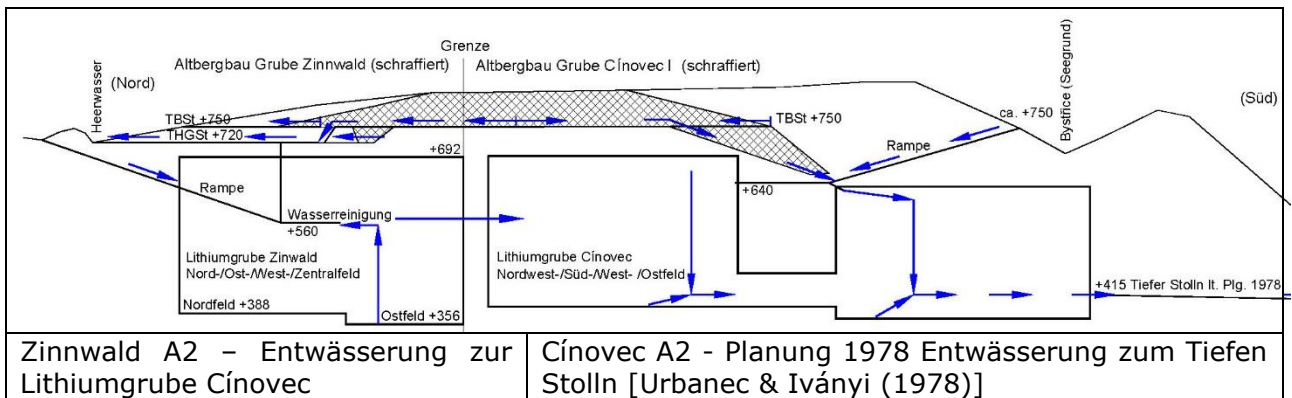


Abbildung 41: Prinzipskizze weiterer Varianten der Grubenwasserhaltungen für den Lithiumabbau (Betriebsphase), Varianten Zinnwald A2, Cínovec A2, A3, blaue Pfeile - Grubenentwässerung

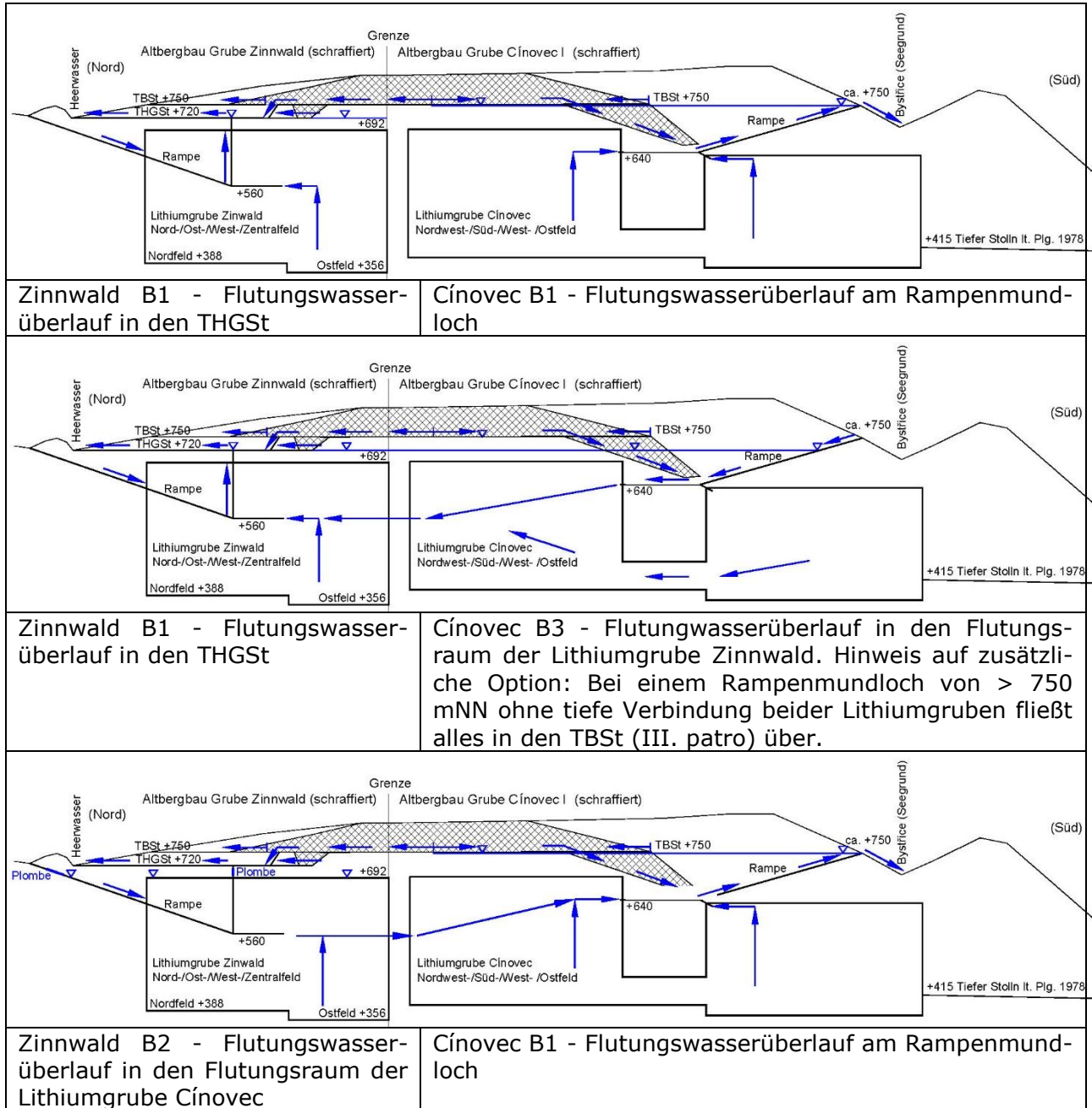


Abbildung 42: Prinzipskizze der Varianten der Grubenwasserhaltungen für den Dauerzustand nach dem Ende des Lithiumbergbaus, Varianten Zinnwald B1, B2, Cínovec B1, B3, blaue Pfeile - Grubenentwässerung

Der Endzustand nach Variante Cínovec B2 mit der Entwässerung zum Tiefen Stolln entspricht der Variante Cínovec A2 (Abbildung 41).

6.3.2 VARIANTENSPEKTRUM DER GRUBENWASSERHALTUNG

Geht man von den o.g. Planungslösungen für die Grubenwasserhaltung aus und fügt die anderen möglichen Varianten hinzu, ergibt sich ein Variantenspektrum, das hinsichtlich der Einflüsse auf den jetzigen Grubenwasserstammbaum und auf das Oberflächenwasser zu bewerten sind. Dabei werden Varianten unterschieden für den Betriebszustand der neuen Lithiumgruben (Varianten A) und für den Endzustand nach Abwerfung dieser Gruben (Vari-

anten B). Da es sich um eine einzige Lithiumlagerstätte handelt, die nur zufällig durch eine Staatsgrenze politisch-administrativ getrennt ist, müssen auch Varianten mit betrachtet werden, bei denen ein einziger Grubenbetrieb grenzüberschreitend arbeitet. Gegenwärtig sind zwei Grubenbetriebe geplant, die in der Tschechischen Republik von European metals und in der BRD von Bacanora entwickelt werden.

Tabelle 70: Variantenspektrum Grubenwasserhaltung Lithiumgruben Zinnwald / Cínovec unter Berücksichtigung des Altbergbaus der Gruben Zinnwald bzw. Cínovec I

Variante	Elemente	Ablauf in Gewässer
Zinnwald A1 – Planung 2018 Entwässerung zum Mundloch THGSt	Altbergbau – Abfluss wie bisher auf TBSt/THGSt und damit strikt getrennt von der Lithiumgrube Zinnwald Lithiumgrube Zinnwald - Pumpenwasserhaltung mit Wasserbehandlung in der Grube 560 mNN), Nutzung Altstolln - THGSt (720 mNN) für Ableitung von hochgepumptem Überschusswasser der Lithiumgrube Zinnwald	Altbergbau - Heerwasser Lithiumgrube Zinnwald - Heerwasser
Zinnwald A2 – Entwässerung zur Lithiumgrube Cínovec	Altbergbau – Abfluss wie bisher auf TBSt/THGSt und damit strikt getrennt von der Lithiumgrube Zinnwald Lithiumgrube Zinnwald - Pumpenwasserhaltung mit Wasserbehandlung in der Grube, Überleitung des Überschusswassers im Lithiumgreisenabbau Ost nach der tschechischen Seite (etwa 560 mNN) und dortiger Ablauf lt. Varianten Cínovec A1 oder Cínovec A2. Das macht Sinn, wenn dort die Aufbereitung steht und Brauchwasser benötigt. Nutzung Altstolln - keine	Altbergbau - Heerwasser Lithiumgrube Zinnwald - Bystrice bzw. Mstišovský potok
Cínovec A1 - Planung 2017 Entwässerung zum Rampenmundloch	Altbergbau – Abfluss auf TBSt zur deutschen Seite wie bisher und damit strikt getrennt von der Lithiumgrube Cínovec. Lithiumgrube Cínovec - Pumpenwasserhaltung mit Wasserbehandlung in der Grube (ca. 640 mNN) bis Mundloch Rampe (ca. 750 bis 770 mNN) Nutzung Altstolln – TBSt (III. patro)	Altbergbau - Heerwasser Lithiumgrube Zinnwald - Bystrice bzw. Mstišovský potok
Cínovec A2 - Planung 1978 Entwässerung zum Tiefen Stolln [Urbanec & Iványi (1978)]	Altbergbau – Abfluss in die Lithiumgrube Cínovec Lithiumgrube Cínovec – Ablauf im freien Gefälle bis Tiefer Stolln bei Mstišov (415 bis 390 mNN), Pumpen aus Unterwerksbauen bis Tiefer Stolln, Wasserreinigung auf Tiefen Stolln, Aufbereitung vor dessen Mundloch bei Mstišov Nutzung Altstolln – keine	Lithiumgrube Cínovec - Mstišovský potok
Cínovec A3 - Entwässerung zur Lithiumgrube Zinnwald	Altbergbau – Abfluss aus der Grube Cínovec I auf TBSt zur deutschen Seite wie bisher und damit strikt getrennt von der Lithiumgrube Cínovec. Lithiumgrube Cínovec - Pumpenwasserhaltung mit Wasserbehandlung in der Grube, Überleitung des Überschusswassers im Lithiumgreisenabbau Ost nach der Lithiumgrube Zinnwald (etwa 560 mNN) und dortiges Pumpen zum THGSt (720 mNN) Nutzung Altstolln - THGSt (720 mNN) für Ableitung des gesamten hochgepumpten Überschusswasser der Lithiumgrube Cínovec	Heerwasser
Zinnwald V (Vortrieb)	Altbergbau – Abfluss auf TBSt zur deutschen Seite	Altbergbau -

Variante	Elemente	Ablauf in Gewässer
Rampe, Aufbau Grubenwasserhaltung)	wie bisher und damit strikt getrennt von der Lithiumgrube Zinnwald Rampe und Wasserhaltungsgrubenbaue – Beim Vortrieb der Rampe zufließendes Kluftwasser wird mit einer Bauwasserhaltung gefasst, abgepumpt, gereinigt und in das Schwarzwasser eingeleitet.	Heerwasser Rampe - Schwarzwasser
Cínovec S (Sümpfung der Grube Cínovec II, Rampe, Aufbau Grubenwasserhaltung)	Altbergbau – Abfluss wie bisher auf TBSt/THGSt und damit strikt getrennt von der Lithiumgrube Cínovec. Grube Cínovec II – Flutungswasser muss abgepumpt werden. Z.Zt. kein Planungsdokument bekannt. Vermutlich soll das passieren: I) im Schacht Cínovec I bis zum TBSt und dort bis ins Heerwasser oder II) im Wetterschacht K 20225 bis über Tage zum Petzold potok – Petzoldwasser – Heerwasser auf die deutsche Seite. Möglich ist auch von beiden Schachtköpfen aus das Pumpen über die Erzgebirgskammlinie hinweg ins Tal der Bystřice. Rampe und Wasserhaltungsgrubenbaue – Das zufließende Kluftwasser muss mit einer Bauwasserhaltung gefasst, abgepumpt, gereinigt und in das Bystřice eingeleitet werden. Nach dem Durchschlag fließt das Rampenwasser frei in den Flutungsraum der Grube Cínovec II und muss dort bauzeitlich mit abgepumpt werden.	Altbergbau - Heerwasser Sümpfung Cínovec II - Heerwasser oder Bystřice Rampe - By- střice

Tabelle 71: Dauerzustand nach Beendigung des Lithiumbergbaus

Variante	Elemente	Ablauf in Gewässer
Zinnwald B1 - Flutungswasserüberlauf in den THGSt	Altbergbau – Abfluss von der Grube Zinnwald wie bisher auf TBSt/THGSt zum Heerwasser und damit strikt getrennt von der Lithiumgrube Zinnwald. Altbergbau – aus der Lithiumgrube Cínovec entweder auf die tschechische Seite zur Bystřice bzw. zum Mstišovský potok (Varianten Cínovec B1, B2) oder auf die deutsche Seite zum Heerwasser (Variante B3) Lithiumgrube Zinnwald – Flutung mit kontrollierbarem Überlauf am Wetterschacht in den THGSt (720 mNN) Nutzung Altstolln - THGSt für Ableitung des Überlaufwassers der Lithiumgrube Zinnwald	Heerwasser oder Bystřice bzw. Mstišovský potok
Zinnwald B2 - Flutungswasserüberlauf in den Flutungsraum der Lithiumgrube Cínovec	Altbergbau – Abfluss von der Grube Zinnwald wie bisher auf TBSt/THGSt und damit strikt getrennt von der Lithiumgrube Zinnwald Altbergbau – aus der Lithiumgrube Cínovec auf die tschechische Seite zur Bystřice bzw. zum Mstišovský potok (Varianten Cínovec B1, B2) Lithiumgrube Zinnwald – Flutung und bei offener hydraulischer Verbindung im Lithiumgreisenabbau Ost nach der Lithiumgrube Cínovec (etwa	Heerwasser und Bystřice bzw. Mstišovský potok

Variante	Elemente	Ablauf in Gewässer
	560 mNN) und dortiger Überlauf lt. Varianten „Cínovec B1“ bzw. „Cínovec B2“ Nutzung Altstolln - TBSt/THGSt für Ablauf aus dem Altbergbau	
Cínovec B1 - Flutungswasserüberlauf am Rampenmundloch	Altbergbau – Abfluss in die Lithiumgrube Cínovec Lithiumgrube Cínovec – Flutung und Überlauf am Mundloch Rampe (ca. 750 mNN) Nutzung Altstolln – TBSt (III. patro) für Ablauf aus dem Altbergbau	Bystřice
Cínovec B2 - Flutungswasserüberlauf im Tiefen Stolln lt. Planung 1978 [Urbanec & Iványi (1978)]	Altbergbau – Abfluss in die Lithiumgrube Cínovec Lithiumgrube Cínovec – Flutung und Überlauf bis zum Tiefen Stolln (415 mNN) Nutzung Altstolln – TBSt (III. patro) für Sammlung des Wassers aus dem Altbergbau	Mstišovský potok
Cínovec B3 (Flutungswasserüberlauf in den Flutungsraum der Grube Zinnwald)	Altbergbau – Abfluss in die Lithiumgrube Cínovec Lithiumgrube Cínovec – Flutung und bei offener hydraulischer Verbindung im Lithiumgreisenabbau Ost nach der Lithiumgrube Zinnwald (etwa 560 mNN) und dortiger Überlauf in den THGSt (720 mNN) Nutzung Altstolln – TBSt (III. patro) für Sammlung des Wassers aus dem Altbergbau. Hinweis auf zusätzliche Option: Bei einem Rampenmundloch von > 750 mNN ohne tiefe Verbindung beider Lithiumgruben fließt alles in den TBSt (III. patro) über.	Heerwasser

6.3.3 PROGNOSE DER EINFLÜSSE AUF DEN GRUBENWASSERSTAMMBAUM (GRUBENWASSERMENGEN UND BESCHAFFENHEIT)

Die Bestimmung und Bewertung der Veränderungen am Grubenwasserstammbaum durch den geplanten neuen Lithiumbergbau folgt dem Variantenspektrum getrennt für den Aufschluss beider Gruben bis zur Inbetriebnahme der Grubenwasserhaltung (Varianten V wie Vortrieb Rampe und S wie Sümpfung der Grube Cínovec II), für den Betriebszustand der neuen Lithiumgruben (Varianten A) und für den Endzustand nach Abwerfung dieser Gruben (Varianten B).

6.3.3.1 VERÄNDERUNGEN AM GEGENWÄRTIGEN GRUBENWASSERSTAMMBAUM DES ALTBERGBAUS (ANLAGE 5) IN DER SÜMPFUNGS- UND VORTRIEBSPHASE DES NEUEN BERGBAUS

Bis die Grubenräume der Grubenwasserhaltungen für den Betriebszustand der beiden neuen Lithiumgruben aufgefahren, ausgebaut und die technischen Anlagen eingebaut sind, muss eine Bauwasserhaltung betrieben werden (Varianten V, S).

Tabelle 72: Bauzeitliche Grubenwasserhaltung Lithiumlagerstätten Zinnwald / Cínovec – Mengenänderungen am Grubenwasserstammbaum

Variante	Veränderungen am Grubenwasserstammbaum	Ablauf in Gewässer
Zinnwald V (Vortrieb Rampe, Aufbau Grubenwasserhaltung)	Altbergbau – wie bisher Abfluss auf TBSt/THGSt und damit strikt getrennt von der Rampe. Rampe und Wasserhaltungsgrubenbaue – ohne Einfluss auf den gegenwärtigen Grubenwasserstammbaum, weil strikt getrennt vom Altbergbau	Heerwasser-Menge unverändert aus dem Altbergbau, Schwarzwasser - zusätzlich Menge des Rampenwassers
Cínovec S (Sümpfung der Grube Cínovec II, Rampe, Aufbau Grubenwasserhaltung)	Altbergbau – aufquellendes Grubenwasser am Schacht Cínovec I versiegt im Umfang von 6 bis 8 l/s (Kapitel 3.5.1). Es fließt zur Flutungswasserhaltung der neuen tschechischen Grube, alles andere bleibt unverändert, insbesondere das starke Anschwellen der Grubenwassermenge aus dem Altbergbau bis auf den TBSt bei Tauwetter und Starkregen. Deshalb müssen die Strecken des TBSt/THGSt für Kontrollen fahrbar bleiben. Sümpfung – das abzupumpende Sümpfungswasser aus dem Flutungsraum der Grube Cínovec II greift nur in den gegenwärtigen Grubenwasserstammbaum ein, wenn es zum TBSt am Schacht Cínovec I gepumpt werden sollte und dort über den TBSt/THGSt mit abfließen soll. Rampe, Aufbau Grubenwasserhaltung - ohne Einfluss auf den gegenwärtigen Grubenwasserstammbaum, weil strikt getrennt vom Altbergbau.	Heerwasser-Menge aus dem Altbergbau sinkt um die 6 bis 8 l/s. Heerwasser-Menge steigt um das gesamte abgepumpte Flutungswasser, falls das zum TBSt oder Petzold potok gepumpt werden sollte. Bystrice – Menge steigt um das Rampenwassers und das gesamte abgepumpte Flutungswassers, falls letzteres dorthin abgepumpt würde.

Bewertungen zur Grubenwassermenge und -qualität

1. Auffahren der Rampen und der Herrichtung der Grubenwasserhaltung

- Die anfallenden relativ geringen Grubenwassermengen aus Kluftwasserzuflüssen berühren die Abflussmengen des Altbergbaus (Grubenwasserstammbaum) nicht. Es werden dafür eigenständige, bauzeitliche Pumpen- und Wasserreinigungsanlagen aufgebaut. Außerdem soll das bauzeitliche Grubenwasser nicht, wie das Wasser aus dem Altbergbau, ins Heerwasser, sondern soll in die Bystrice (Lithiumlagerstätte Cínovec) und ins Schwarzwasser (Lithiumlagerstätte Zinnwald) eingeleitet werden.
- Die Rampen werden im Teplitzer Quarzporphyr, jedoch außerhalb der anthropogenen Einflüsse der Streusiedlungen Zinnwald/Cínovec aufgefahren. Es wird also Kluftwasser mit dem geogenen Hintergrund des Teplitzer Quarzporphyrs erwartet. Repräsentativ dafür sind die Analysen an den Grubenwassermesspunkten W 01 (Tiefer Bünau Stolln Grenzschachtfeld am Damm 4.1), (GW 21) W 29 (Tiefer Bünau Stolln

Georgenfelder Querschlag, Kluft Station 250), W 67 (Tiefer Hilfe Gottes Stolln Station 0+216 Westflügel) in den Projekten VODAMIN und Vita-Min. Durch den Beton- ausbau der Rampen wird das Kluftwasser alkalisch beeinflusst.

2. Sumpfung der Grube Cínovec

- Die Sumpfung der Grube Cínovec II führt zur zeitweiligen Einleitung einer größeren Wassermenge in die Vorfluter. Der Flutungsraum wurde im Hydrogeologischen Gutachten zur Grubenschließung 1990 mit 140.000 bis 150.000 m³ (2. patro) plus 70.000 m³ (1. Patro) angegeben [Hepnar & Hercík (1990)]. Nimmt man die Grubenbaue unterhalb der 3. bis zur 7. patro der Flözgrube hinzu, wofür es keinerlei Volumenangaben gibt, muss man von deutlich mehr als 250.000 m³ Flutungswasser ausgehen. Wenn ein Ablauf auf dem TBSt und den THGSt geplant wird, muss die Ableitkapazität der rekonstruierten Stollntrasse mit der Planungsgröße von 2012 mit 250 l/s Gesamtabfluss berücksichtigt werden oder es muss eine gewünschte erhöhte Menge anhand der gut befahrbaren Streckenquerschnitte neu nachgewiesen werden. Beiden Stolln können höhere Mengen als 250 l/s durchaus abführen
- Die Qualität des bei der Sumpfung anfallenden abgepumpten Flutungswassers ist nach den Analysen am Grubenwasserbeobachtungspunkt Cí 11 (Schacht Cínovec I TBSt) bekannt. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass sich mit zunehmender Luftfüllung der alten Grubenräume die Frachten etwas erhöhen. Das lässt sich mit den Frachten zu Beginn der Flutung in Šubrt (1990), wiedergegeben im VODAMIN-Bericht [Martin & Sennewald (2014), Anlage 4-13] begründen.

3. Genehmigungsrecht

- Für die Sumpfung der Grube Cínovec II und für die bauzeitliche Grubenentwässerung nach den Varianten S und V sind separate Kapitel in den wasserrechtlichen Verfahren für zu erteilende Teilerlaubnisse notwendig.
- Es muss hinsichtlich der Frachten in der Erschließungsphase der Gruben eine Überwachung des Grubenwassers erfolgen.

6.3.3.2 VERÄNDERUNGEN AM GEGENWÄRTIGEN GRUBENWASSERSTAMMBAUM DES ALTBERGBAUS (ANLAGE 5) IN DER BETRIEBSPHASE DES NEUEN BERGBAUS

Der gegenwärtige Grubenwasserstammbaum erfasst den gesamten Altbergbau in der Flöz- lagerstätte Cínovec und Zinnwald bis in das Niveau des TBSt +750 mNN auf der tschechi- schen Seite und auf der deutschen Seite bis in das Niveau des THGSt + 720 mNN. Das ge- samte Grubenwasser aus dem Altbergbau fließt gegenwärtig zum Mundloch des THGSt (Heerwasser), nur ein kleiner Anteil zum Mundloch des TBSt ab. Dort wird der Georgenfel- der Bach gespeist, der ins Heerwasser mündet, vorher aber per Wasserteiler den Unteren Aschergaben speist.

Der gegenwärtige Grubenwasserstammbaum erfasst zusätzlich das aus der tschechischen Greisenlagerstätte Cínovec II und von den Flözsohlen 4 bis 7 am Schacht Cínovec I bis auf den TBSt aufquellende Grubenwasser.

Während der gesamten Betriebsphase des Lithiumbergbaus in den einzelnen Greisenkör- pern, der grundsätzlich unterhalb des Altbergbaus der Flözlagerstätte stattfinden soll, wer- den je nach Variante der Grubenwasserhaltung Veränderungen an der durchschnittlichen jährlichen Grubenwassermenge und hinsichtlich der Einleitungsstellen in die Vorflut auftre- ten.

Tabelle 73: Betriebszustand Grubenwasserhaltung Lithiumlagerstätten Zinnwald / Cínovec – Veränderungen am Grubenwasserstammbaum

Variante	Veränderungen am Grubenwasserstammbaum	Ablauf in Gewässer
Zinnwald A1 – Planung 2018 Entwässerung zum Mundloch THGSt	Lithiumgrube Zinnwald – hinzukommt, dass überschüssiges Grubenwasser der Lithiumgrube Zinnwald im Umfang von 1,9 l/s plus dem Rampenwasser auf den THGSt (720 mNN) hochgepumpt wird. Altbergbau – falls die Lithiumgrube Cínovec in Betrieb geht, versiegt aufquellendes Grubenwasser am Schacht Cínovec I im Umfang von 6 bis 8 l/s (Kapitel 3.5.1). Es fließt zur Grubenwasserhaltung der Lithiumgrube Cínovec, alles andere bleibt unverändert, insbesondere das starke Anschwellen der Grubenwassermenge aus dem Altbergbau bei Tauwetter und Starkregen. Deshalb müssen die Strecken des TBSt/THGSt für Kontrollen fahrbar bleiben.	Heerwasser - Menge sinkt um die genannten 6 bis 8 l/s, hinzu kommen jedoch 1,9 l/s plus das Rampenwasser aus der Lithiumgrube Zinnwald
Zinnwald A2 – Entwässerung zur Lithiumgrube Cínovec	Lithiumgrube Zinnwald - die 1,9 l/s überschüssiges Grubenwasser plus das Rampenwasser der Lithiumgrube Zinnwald fließen zur Grubenentwässerung der neuen Lithiumgrube Cínovec. Altbergbau – wie bei Variante Zinnwald A1	Heerwasser - Menge sinkt um die genannten 6 bis 8 l/s, Bystrice bzw. Mstišovský potok - nehmen die 1,9 l/s plus das Rampenwasser aus der Lithiumgrube Zinnwald mit auf
Cínovec A1 - Planung 2017 Entwässerung zum Rampenmundloch	Altbergbau – wie bei Variante Zinnwald A1 Lithiumgrube Cínovec – hinzu kommt die Pumpenwasserhaltung mit Wasserbehandlung in der Lithiumgrube Cínovec (ca. 640 mNN) bis zum Mundloch der Rampe (ca. 750 bis 770 mNN)	Heerwasser - Menge sinkt um die genannten 6 bis 8 l/s, Lithiumgrube Cínovec - Bystrice
Cínovec A2 - Planung 1978 Entwässerung zum Tiefen Stolln [Urbanec & Iványi (1978)]	Altbergbau – Abfluss in die Lithiumgrube Cínovec Lithiumgrube Cínovec – Ablauf im freien Gefälle bis Tiefer Stolln bei Mstišov (415 bis 390 mNN), Pumpen aus Unterwerksbauten bis Tiefer Stolln, Wasserreinigung auf Tiefen Stolln, Aufbereitung vor dessen Mundloch bei Mstišov	Heerwasser - Menge sinkt um die genannten 6 bis 8 l/s, Lithiumgrube Cínovec - Mstišovský potok
Cínovec A3 - Entwässerung zur Lithiumgrube Zinnwald	Altbergbau – Abfluss auf TBSt zur deutschen Seite wie bisher Lithiumgrube Cínovec - Pumpenwasserhaltung mit Wasserbehandlung in der Lithiumgrube Cínovec, Überleitung des Überschusswassers im Lithiumgreisenabbau Ost nach der Lithiumgrube Zinnwald (etwa 560 mNN) und dortiges Pumpen zum THGSt (720 mNN)	Heerwasser

Bewertungen zur Grubenwassermenge und -qualität

Aussagen zur Entwicklung der Wasserqualität der Grubenwässer in der Betriebsphase der geplanten Bergwerke lassen sich anhand folgender Prämissen treffen:

a) Nebengestein

- Das Grundwasser im unverritzten Gebirge ist gering mineralisiert und weist nur geringe Schwermetallbelastungen auf.

b) Flözabbau (Altbergbau Zinnwald - Cínovec)

- Die Vererzung in den Flözen ist deutlich reicher an levanten Metallen (z.B. Sulfide mit Zink, Cadmium, Blei, Kupfer) als die in den Greisenkörpern.
- Im Flözabbau wurden sehr große Gesteinsflächen freigelegt (Abbau von bis zu 11 parallel liegenden Flözen). Daher ergibt sich ein stärkerer Zutritt von Luftsauerstoff und Feuchtigkeit.
- In den Flözabbauen liegen große Mengen Versatz mit großem Porenvolumen und Gehalten an Resterzen.
- Abbau erfolgte meist oberhalb der Stollnsohle und die Hohlräume sind wasserfrei mit entsprechenden Luftzutrittsmöglichkeiten.
- Der Altbergbau wird von den neuen Gruben nicht berührt. Die durch ihn bedingten Schwermetallausträge werden daher anhalten.

c) Greisenabbau der neuen Bergwerke

- Die Vererzung der Greisen ist relativ arm an Sulfiden (Zink, Cadmium, Blei, Kupfer).
- Die freigelegten Flächen sind relativ klein (Kammerabbau).
- In die Greisenabbaue wird Versatz eingebracht, der kaum mobilisierbare Metalle enthält (entsprechend Versatzverordnung).

Nachfolgend wird eine Einschätzung der Tendenz von Grubenwassermenge und -qualität in Bezug auf die Planungsvarianten vorgenommen. Prognosen zur Wasserqualität würden Modellrechnungen erfordern, die jedoch mit den derzeitig verfügbaren Daten und der gegenwärtigen Planungstiefe nicht möglich sind.

1. Zinnwald A1 - Planung 2018 Entwässerung zum Mundloch des THGSt

- Die aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I kommende Wassermenge, die im TBSt auf die deutsche Seite abgeleitet werden muss, wird um 6 bis 8 l/s reduziert, falls die Lithiumgrube Cínovec in Betrieb geht, weil dann kein Grubenwasser mehr im Schacht Cínovec I aufquillt. Falls nur die Lithiumgrube Zinnwald in Betrieb geht, bleibt die Wassermenge aus dem Altbergbau unverändert zur gegenwärtigen Wassermenge.

Tabelle 74: Abschätzung der Grubenwasserhaltungsmengen [Raithel & Pohl (2018)]

Abbau- horizont	Gestein	Reichweite R [m], real	Fläche Ein- zugsgebiet A _E [km ²]	Grundwasser- neubildung GWN q _u [l/skm ²]	Wasserhal- tungsmenge Q _{WH} [l/s]
1.Sohle	Porphyrsersatz	648	1,31	1,0	1,31
1.Sohle	Granitzersatz	330	0,34	1,0	0,34
2.Sohle	Porphyr	916-648 = 268*	0,23	0,5	0,12
2.Sohle	Granit	450-330 = 120*	0,05	0,5	0,1

*Da sich die 2. Abbausohle praktisch unter der 1. Sohle befindet, fallen die Wässer der 1. Sohle in der 2. Sohle nicht an.

- Die durchschnittlich aus der Lithiumgrube Zinnwald auf den THGSt abzupumpende Wassermenge wurde auf 1,9 l/s berechnet. Hinzu kommt das Rampenwasser. Im Grubenwasserstammbaum würde diese Menge erst mundlochseitig vom Albert Schacht bei der Grube Gnade Gottes zwischen den Grubenwasserbeobachtungspunkten W 58 / W 59 in den THGSt eingeleitet werden. Die Menge würde in voller Höhe nur bei Betriebsruhephasen anfallen, weil sonst große Teile davon als Betriebswasser genutzt werden und mit dem Versatz in der Grube verbleiben. Die Angaben sind dem hydrogeologischen Gutachten[Raithel & Pohl (2018)] entnommen. Dort wird davon ausgegangen, dass eine wirksame Reichweite der Grundwasserentspannung als Folge der Grubenwasserhaltung nur über dem Abbaufeld der 1. Sohle und ggf. der 2. Sohle zu erwarten ist. In den tieferen Abbausohlen wird es wegen der natürlichen und der bergmännisch erzeugten Klüftigkeit zu insgesamt geringen Zuflussmengen mit praktisch nicht nachweisbaren Reichweiten kommen.

Die genannten Reichweiten in Tabelle 74 sind nur dann potentiell möglich, wenn die Klüftungen und/oder Störungen durchgängig wasserwegsam wären. Weiterhin ist anzumerken, dass die Druckentspannung nicht linear, sondern asymptotisch erfolgt. Das heißt, mehr als 4/5 der ermittelten Radian sind in der Praxis technisch kaum oder nicht messbar.

Rechnerisch ergibt sich für die 1. und 2. Sohle bei vollständigem Aufschluss eine Wasserhaltungsmenge von $Q_{WH} \sim 1,9 \text{ l/s}$ bzw. $59.918 \text{ m}^3/\text{a}$, die aus der Grube entfernt werden muss.

Nicht berücksichtigt ist in dieser Menge die Rampe, der Kluftwasser aus dem Quarzporphyr zufließen wird. Das betrifft den Bereich vom Rampenmundloch bis in den unverwitterten Quarzporphyr (witterungsabhängige Zuflüsse), die Talquerung des Schwarzwassers (ständige Zuflüsse) sowie den weiteren Verlauf der Rampe mit einzelnen Kaskaden in offenen Kluftsystemen oder in tektonischen Störungen. Beim Vortrieb kommt es zur Entlastung des Kluftwassers in den durch die Rampe angeschnittenen Klüften mit etwas erhöhten Zuflüssen, die nach wenigen Tagen auf dauerhafte Zuflussmengen zurückgehen. Zur Abschätzung der Kluftwassermenge können die Planer von BACANORA auf Beobachtungen im Tiefen Büнау Stolln bis Station 65 (entfestigter Quarzporphyr) und weiter bis Station 250 (unverwitterter Quarzporphyr) zurückgreifen oder den Georgenfelder Querschlag als Modell für Kaskaden unter einem Tal im unverwitterten Quarzporphyr) nutzen. Für tiefe Zonen der Rampe kann auf Beobachtungen in der Grube Altenberg im Querschlag Arno Lippmann Schacht 5. Sohle bis zum Granit zurückgegriffen werden.

- Die berechnete Grubenwassermenge der Lithiumgrube Zinnwald stellt mit 1,9 l/s plus dem Rampenwasser einen Durchschnittswert dar, dagegen werden die Kluftwasserzuflüsse lokal begrenzt und schwankend auftreten. Dazu werden in [Raithel & Pohl (2018)] einige Erläuterungen gegeben, die hier mit Erfahrungen aus dem Altbergbau ergänzt und neu formuliert übernommen werden.
 - Die über dem Altbergbau dem Hangenden zufließenden Kluftwässer sowie die am Schacht Cínovec I aufquellenden Flutungswässer werden komplett im Altbergbau gefasst und über den TBSt/THGSt geordnet abgeleitet.
 - Die Trasse des Tiefen Hilfe Gottes Stolln folgt zwischen dem Niedervereinigt-felder Schacht und dem Grubenwasserbeobachtungspunkt W 58 dem Frisch Hoffnung Morgengang, der eine tiefreichende tektonische Störung ist, die aus hydrologischer Sicht eine kluftwasserführende Schwächezone im Gebirge ist. Hier muss mit gespanntem Grundwasser auch aus dem Liegenden des Abbau-bereiches Lithiumgrube Zinnwald gerechnet werden.
 - Die Westflanke der Lagerstätte In Richtung und unter dem Georgenfelder Bach ist im Altbergbau durch Staffelbrüche mit Kluftwasserführung gekennzeichnet. Es ist auch nach den Erkundungsbohrungen damit zu rechnen, dass sich diese Staffelbrüche bis in die Abbaufelder der Lithiumgrube Zinnwald fortsetzen.
 - Kluftwasserzutritte in Grubenbaue sind aus dem Altbergbau über offene Klüfte und Störungen sowie zwischen dem Zinnwalder Granit und dem Teplitzer Quarzporphyr grundsätzlich nur auf kurze Distanzen bekannt. Die Gesteinsgrenze und auch die Störungen setzen sich nach der Tiefe in Abbaufelder der Lithiumgrube Zinnwald fort und leiten Kluftwasser kaskadenartig nach unten verengt in diese größeren Tiefen.
 - Mit zunehmender Tiefe nimmt die Klüftigkeit des Gebirges sowohl im Zinnwalder Granit als auch im Quarzporphyr ab, so dass nur vereinzelte Kaskaden Kluftwasser bis in die Tiefe der Lithiumgrube Zinnwald leiten. Generell ist der Zinnwalder Granit quasi wasserdicht und die kleineren Klüfte sind mit tonigem Material belegt, während im Quarzporphyr vereinzelte offene Kluftzonen Wasser in größere Tiefen leiten.
 - Die anfallenden Wassermengen werden im Niveau der 1. Sohle der Lithiumgrube Zinnwald den Wetterlagen folgend schwanken, weil über das bis in etwa 15 bis 20 m unter der Felslinie entfestigte bis angewitterte und damit weitgehend offenkluftige Deckgebirge die Kluftwasserneubildung im darunter liegenden unverwitterten Gebirge bewirkt wird.
 - Nach den Erfahrungen im Altbergbaubereich wird die Abbautätigkeit im Zinnwalder Granit kaum zusätzliche Fließwege im Gebirge erzeugen.
- Grundsätzlich liegt eine geogene Vorbelastung mit Arsen und Cadmium vor. Mit der bergbaubedingten Belüftung des Gebirges wird sich, ähnlich wie im alten Abbaugebiet in [Raithel & Pohl (2018)] nachgewiesen, die Schwermetallbelastung, insbesondere bei Arsen und Cadmium sowie ggf. Blei, aber auch bei Uran, Zink und Kupfer, erhöhen.
- Das durch den Betrieb der Grube Zinnwald anfallende Sumpfungswasser sollte eine ähnliche Beschaffenheit haben, wie das Altbergbauwasser (Konzentrationen - Messstelle W39B). Was die ausgetragenen Frachten angeht, so hängt dies vom Anteil des als Betriebswasser genutzten Grubenwassers ab.

Die Sumpfungswässer der Grube Cínovec nehmen die verhältnismäßig stark belaste-

ten Wässer des Altbergbaus Cínovec auf. Qualität und Frachten sind sehr stark abhängig vom Anteil des als Betriebswasser genutzten Grubenwassers, so dass keine weitergehenden Prognosen getroffen werden können.

2. Zinnwald A2 - Entwässerung zur Lithiumgrube Cínovec über Abbauverbindungen

- Die aus dem Altbergbau kommende Wassermenge wird um 6 bis 8 l/s reduziert, weil kein Grubenwasser mehr im Schacht Cínovec I aufquillt, sondern in der Lithiumgrube Cínovec mit der Sumpfung beginnend abfließt.
- Es wird die im hydrogeologischen Gutachten [Raithel & Pohl (2018)] berechnete relativ geringe Menge Grubenwasser von bis zu 1,9 l/s plus dem Rampenwasser ohne Einfluss auf den gegenwärtigen Grubenwasserstammbaum zur Lithiumgrube Cínovec gepumpt und mit dem dortigen Grubenwasser in den Vorfluter geleitet.
- Hinsichtlich der Grubenwasserqualität gilt das für Variante Zinnwald A1 prognostizierte Bild.

3. Cínovec A1 - Planung 2017, Entwässerung der Lithiumgrube Cínovec zum Rampenmundloch

- Die aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I kommende Wassermenge, die im TBSt auf die deutsche Seite abgeleitet werden muss, wird um 6 bis 8 l/s reduziert, wenn die Grube Cínovec II für die dortige Lithiumgrube Cínovec gesümpft wird, weil dann kein Grubenwasser mehr im Schacht Cínovec I aufquillt.
- Für die Wassermenge aus der Lithiumgrube Cínovec sind uns keine Planungsdaten zugänglich. Aus der Grube Cínovec II, mit umfangreichen Erkundungsstrecken und bisher einem einzigen Abbaufeld in der Kuppe eines Greisenkörpers auf der 1. patro wurden in der letzten Betriebsphase durchschnittlich 11 l/s abgepumpt (Kapitel 3.5.1). Die Zuflüsse kamen aus Störungen im Zinnwalder Granit und vom Kontakt mit dem Quarzporphyr bis hinauf zur IV. patro der Grube Cínovec I (Flözbergbau). Nach Abbildung 38 sind in der Kuppe der Greisenkörper nunmehr um ein vielfaches großflächigere Kammer-Pfeiler-Abbaufelder geplant, die zu einer deutlichen Erhöhung der Grubenwassermenge führen werden. Hinzu kommt, dass aus dem Quarzporphyr Kluftwasser entlang der beiden Stolln der Rampe zusickern. Man kann vorsichtig geschätzt von rund 20 l/s ausgehen.
- Durch die wegfallenden Wässer des Altbergbaus Cínovec wird sich die Wasserqualität des THGSt deutlich verbessern. Allerdings werden Sumpfungswässer der Grube Zinnwald eingeleitet, so dass sich ein ähnliches Bild ergibt, wie in Variante Zinnwald A1.

4. Cínovec A2 - Entwässerung der Lithiumgrube Cínovec über einen Tiefen Stolln lt. Planung von 1978 zum [Urbanec und Iványi (1978)] Mstišovský potok

- Die aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I kommende Wassermenge, die im TBSt gegenwärtig auf die deutsche Seite abgeleitet werden muss, wird komplett in die Lithiumgrube Cínovec zum Tiefen Stolln geleitet und fließt dort mit ab. Damit fällt die-

ses Wasser dauerhaft aus dem gegenwärtigen Wasserstammbaum heraus. Der Überlauf von Grubenwasser der tschechischen Grube auf die deutsche Seite wird dauerhaft eingestellt.

- Die Lithiumgrube Cínovec wird auf dem 5,3 km langen Tiefen Stolln zum Mundloch bei Mstišov entwässert, der zugleich als Förderstolln dient. Die dort in die Vorflut gelangende Grubenwassermenge ist wegen der großen Stollnlänge im tektonisch gestörten Steilabfall des Erzgebirges noch etwas höher als bei der Variante Cínovec A1.
- Die Elementfrachten auf deutscher Seite werden signifikant zurückgehen, da die Wässer aus dem gut durchlüfteten tschechischen Altbergbau entfallen. Auf tschechischer Seite werden Mineralisation und Frachten insbesondere von Be, Cd, Cu, Mo, U, Zn entsprechend ansteigen (Siehe Wasserqualität Probe Cí 11 in Anlage 8.1).

5. Cínovec A3 - Entwässerung der Lithiumgrube Cínovec zur Lithiumgrube Zinnwald

- Die aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I kommende Wassermenge, die im TBSt auf die deutsche Seite abgeleitet werden muss, wird zwar um 6 bis 8 l/s reduziert, wenn die Grube Cínovec II für die dortige Lithiumgrube Cínovec gesümpft wird, weil dann kein Grubenwasser mehr im Schacht Cínovec I aufquillt. Andererseits würde dieses Grubenwasser wieder auf die deutsche Seite zum Einleitpunkt in den THGSt gepumpt.
- Aus der Lithiumgrube Cínovec würde in diesem Falle das gesamte neu erschotene Grubenwasser ebenfalls per Pumpen den Weg zur deutschen Seite nehmen und die Menge am Einleitpunkt in den THGSt und an der Einleitstelle im Heerwasser erhöhen. Es würden etwa 12 l/s hinzukommen. Damit würde kein Grubenwasser in Vorfluter zum Südabhang des Erzgebirges gelangen.
- Es lässt sich prognostizieren, dass die Elementkonzentrationen der Grubenwässer des THGSt leicht zurückgehen werden, da schwach belastete Wässer der Neuauffahrungen beigemischt werden (Verdünnung). Hinsichtlich der Elementfrachten auf deutscher Seite ist mit einem Anstieg zu rechnen, da mit den Wässern der Neuauffahrungen gewisse Mengen Schwermetalle zugeführt werden.

6. Genehmigungsrecht

- Es sind in den wasserrechtlichen Anträgen separate, vollständige Darstellungen für die gewählte Variante zur Lithiumgrube Zinnwald notwendig, um nach Prüfung Teilerlaubnisse zu erteilen. Bei der Variante Zinnwald A2 muss die Grubenentwässerung mit den tschechischen Behörden einvernehmlich abgestimmt werden, um den wasserrechtlichen Vorgaben zu entsprechen.
- Es sind in den wasserrechtlichen Anträgen separate, vollständige Darstellungen für die gewählte Variante zur Lithiumgrube Cínovec notwendig, um nach Prüfung Teilerlaubnisse zu erteilen. Alle drei Varianten (Cínovec A1, A2, A3) gehen mit Veränderungen des Abflusses aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I (Flözbergbau) nach der deutschen Seite einher und sind deshalb mit den deutschen Behörden einvernehmlich abzustimmen, um den wasserrechtlichen Vorgaben zu entsprechen.

- Es muss hinsichtlich der Frachten in der Betriebsphase der Lithiumgruben eine Überwachung erfolgen, weil a) so die durchaus begründeten Annahmen der Planung in der Praxis geprüft werden können, b) Einleitgrenzwerte überwacht werden müssen und c) die Veränderungen der Frachten beim Abbaubetrieb beobachtet werden sollten, um ggf. darauf zu reagieren. Es sind bisher nur sichere Anfangswerte zum Altbergbauwasser durch die Projekte VODAMIN und VITAMIN bekannt. Vor allem die tschechische Seite sollte aufgefordert werden, alle relevanten Betriebsdaten zu chemischen Analysen des Grubenwassers aus der Flutungsphase der Grube Cínovec II 1990/1991 im Archiv von Rudné Doly Příbram, závod Cínovec, das im Betriebsarchiv von DIAMO in Příbram liegt, im OBÚ Most (Bergamt Most) und der ehemaligen Krajská hygienická stanice Ústí n. L. herauszuziehen und in die wasserrechtlichen Anträge einzubinden.
- Es ist zusätzlich zu klären, wer für die Kontrolle des geordneten Grubenwasserablaufes auf dem TBSt in der Grube Cínovec I künftig verantwortlich ist. 1990 ist dazu zwischenstaatlich durch die Bergbehörden nichts festgelegt worden. Die ersten Kontrollergebnisse sind im Rahmen des Stollnsanierungsprojektes [Bozenhard & Sennewald (2012)], des VODAMIN- [Martin & Sennewald (2014)] und VITAMIN-Projektes (diese Studie) quasi nebenbei mit angefallen. Das betrifft insbesondere die Funktion der Sohlschwellen zur Einhaltung der Fließwege auf dem TBSt und die Wasserwegsamkeit im Bereich querender tektonischer Störungen mit Firstfallerscheinungen. Außerdem ist mit neuen Einbauten auf dem TBSt zur Grubenwasserregulierung am Schacht Cínovec I und wohl auch an Übergängen auf die IV. patro der Grube Cínovec I (Flözgrube) zu rechnen. Die Kontrolltätigkeit erfordert a) technische Maßnahmen zum Einstieg in die Kontrollwege (Massenberäumungen) und b) die generelle Einrichtung einer funktionierenden Radonentwetterung in der Grube Cínovec I (Flözgrube) in Abstimmung mit der vorhandenen Be- und Auswetterung des Besucherbergwerkes Zinnwald. Letzteres wird umso nötiger, weil der Schacht Cínovec I als Frischwetter-schacht genutzt werden soll und dafür gegen den Altbergbau auf gesamter Länge abgedichtet werden muss. Damit würde dieser Schacht für die natürliche Radon-Entwetterung des Altbergbaus entfallen und die ohnehin ungeordnete Radonauswetterung des tschechischen Altbergbaus in der Grube Cínovec I auf diffuse Bruchbereich der Altschächte beschränkt. Eine Öffnung von mindestens zwei, besser drei geeigneten Altschächten (Veveři-jama, Petri-jama, Anna-jama) würde das Problem rasch und einfach lösen. Die Planungslösungen müssen für die Betriebsphase und den nachfolgenden Dauerzustand passen.

6.3.3.3 VERÄNDERUNGEN AM GEGENWÄRTIGEN GRUBENWASSERSTAMMBAUM DES ALTBERGBAUS (ANLAGE 5) IM DAUERZUSTAND NACH BEENDIGUNG DES NEUEN BERGBAUS

Nach Ende des Lithiumbergbaus müssen in den Planungen die Flutungen des Grubengebäudes bis zu natürlichen Niveaus des Überlaufes in die Vorfluter als Regetechnologie vorgesehen werden.

Tabelle 75: Dauerzustand nach Beendigung des Lithiumbergbaus Grubenwasserhaltung Lithiumlagerstätten Zinnwald / Cínovec – Veränderungen am Grubenwasserstammbaum

Variante	Veränderungen am Grubenwasserstammbaum	Ablauf in Gewässer
Zinnwald B1 - Flutungswasserüberlauf in den THGSt	<p>Altbergbau Grube Cínovec - Das gesamte Grubenwasser der Grube Cínovec I wird in die dortige Lithiumgrube Cínovec geleitet und fließt nach den Varianten Cínovec B1, B2 in die Bystřice bzw. den Mstišovský potok ab. Bei der Variante B3 fließt es zwar in die Lithiumgrube Cínovec ab, wird jedoch von dort zur Lithiumgrube Zinnwald am Überlauf in den THGSt fließen und damit zum Heerwasser abgeleitet. So oder so gibt es grundsätzliche Veränderungen am Grubenwasserstammbaum beim Abfluss aus dem Altbergbau.</p> <p>Altbergbau Grube Zinnwald – unveränderter Abfluss wie gegenwärtig.</p> <p>Lithiumgrube Zinnwald – Das Flutungswasser der Lithiumgrube Zinnwald kann am Wetterschacht dauerhaft kontrollierbar in den THGSt (720 mNN) zum Heerwasser überlaufen.</p>	Heerwasser, Bystřice bzw. Mstišovský potok
Zinnwald B2 - Flutungswasserüberlauf in den Flutungsraum der Lithiumgrube Cínovec	<p>Altbergbau Grube Cínovec - Das gesamte Grubenwasser der Grube Cínovec I wird in die dortige Lithiumgrube Cínovec geleitet und fließt nach den Varianten Cínovec B1, B2 in die Bystřice bzw. den Mstišovský potok ab. Im Grubenwasserstammbaum fließt das gesamte Grubenwasser des tschechischen Altbergbaus dann nicht mehr zur deutschen Seite.</p> <p>Altbergbau Grube Zinnwald – unveränderter Abfluss wie gegenwärtig.</p> <p>Lithiumgrube Zinnwald – Flutung bis ca. 750 mNN), Abdichtung Überlauf in den THGSt und Ablauf bei offener hydraulischer Verbindung im Lithiumgreisenabbau Ost von der Lithiumgrube Zinnwald zur Lithiumgrube Cínovec (etwa 560 mNN) und dortiger Überlauf lt. Varianten „Cínovec B1“ bzw. „Cínovec B2“</p>	Heerwasser, Bystřice bzw. Mstišovský potok
Cínovec B1 - Flutungswasserüberlauf am Rampenmundloch	<p>Altbergbau Grube Cínovec – Fast das gesamte Grubenwasser der Grube Cínovec I wird in die dortige Lithiumgrube Cínovec geleitet und läuft in die Bystřice über. Im Grubenwasserstammbaum fließt bis auf Reste das gesamte Grubenwasser des tschechischen Altbergbaus nicht mehr zur deutschen Seite.</p> <p>Lithiumgrube Cínovec – Die Flutung in der Lithiumgrube Cínovec wird bis zum Überlauf am Mundloch der Rampe (ca. 750 mNN) geführt.</p>	Bystřice
Cínovec B2 - Flutungswasserüberlauf im Tiefen Stolln lt. Planung 1978 [Urbanec & Iványi (1978)]	<p>Altbergbau Grube Cínovec - Das gesamte Grubenwasser der Grube Cínovec I wird in die dortige Lithiumgrube Cínovec geleitet und läuft in den Mstišovský potok über. Im Grubenwasserstammbaum fließt bis auf Reste das gesamte Grubenwasser des tschechischen Altbergbaus nicht mehr</p>	Mstišovský potok

Variante	Veränderungen am Grubenwasserstamm- baum	Ablauf in Gewässer
	zur deutschen Seite. Lithiumgrube Cínovec – Die Flutung der Lithiumgrube Cínovec wird nur bis zum Überlauf in den Tiefen Stolln (415 mNN) geführt.	
Cínovec B3 (Flutungsüberlauf in den Flutungsraum der Lithiumgrube Zinnwald)	Altbergbau Grube Cínovec - Das gesamte Grubenwasser der Grube Cínovec I wird in die dortige Lithiumgrube Cínovec geleitet. Dieses Grubenwasser fließt zur Lithiumgrube Zinnwald auf tieferem Niveau. Lithiumgrube Cínovec – Die Flutung in der Lithiumgrube Cínovec wird bei offener hydraulischer Verbindung im Lithiumgreisenabbau Ost nach der Lithiumgrube Zinnwald (etwa 560 mNN) nur bis zum dortigen Überlauf in den THGSt (720 mNN) geführt. Hinweis auf zusätzliche Option: Bei einem Rampenmundloch von > 750 mNN ohne tiefe Verbindung beider Lithiumgruben fließt alles in den TBSt (III. patro) über.	Heerwasser

Bewertungen zur Grubenwassermenge und -qualität

Aussagen zur Entwicklung der Wasserqualität der Grubenwässer nach Flutung der Baue lassen sich anhand folgender Prämissen treffen:

a) Nebengestein

- Das Grundwasser im unverritzten Gebirge ist gering mineralisiert und weist nur geringe Schwermetallbelastungen auf.

b) Flözabbau (Altbergbau Zinnwald - Cínovec)

- Die Vererzung in den Flözen ist deutlich reicher an levanten Metallen (z.B. Sulfide mit Zink, Cadmium, Blei, Kupfer).
- Im Flözabbau wurden sehr große Gesteinsflächen freigelegt (Abbau von bis zu 11 parallel liegenden Flözen). Daher ergibt sich ein stärkerer Zutritt von Luftsauerstoff und Feuchtigkeit.
- In den Flözabbauen liegen große Mengen Versatz mit großem Porenvolumen und Gehalten an Resterzen.
- Abbau erfolgte meist oberhalb der Stollnsohle und die Hohlräume sind wasserfrei mit entsprechenden Luftzutrittsmöglichkeiten.
- Der Altbergbau wird von den neuen Gruben nicht berührt. Die durch ihn bedingten Schwermetallausträge werden daher anhalten.

c) Greisenabbau der neuen Bergwerke

- Die Vererzung der Greisen ist relativ arm an Sulfiden (Zink, Cadmium, Blei, Kupfer).
- Die freigelegten Flächen sind relativ klein (Kammerabbau).

- In die Greisenabbaue wird Versatz eingebracht, der kaum mobilisierbare Metalle enthält (entsprechend Versatzverordnung).
- Abbau erfolgt nur deutlich unterhalb der Stollnsohle und die Grubenbaue werden nach Abschluss geflutet. Dadurch wird der Zutritt von Sauerstoff wirksam unterbunden.

1. Zinnwald B1 - Planung 2018 Flutungswasserüberlauf in den THGSt

- Im Falle einer Flutung Lithiumgrube Zinnwald muss man für den Zufluss aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I vier Szenarien unterscheiden, von denen eine aktuell sein wird:

Szenario I) Die Lithiumgrube Cínovec geht nicht in Betrieb und die Lithiumgrube Zinnwald wird geflutet - keine Änderung am Wasserstammbaum für den Zufluss und die Zuflussmenge aus der Grube Cínovec I.

Szenario II) Die Lithiumgrube Cínovec ist in Betrieb und die Lithiumgrube Zinnwald wird geflutet – Es kommen 6 bis 8 l/s weniger Grubenwasser aus der Grube Cínovec I, weil das im Schacht Cínovec I gegenwärtig aufquellende Grubenwasser in der Lithiumgrube Cínovec abgepumpt wird bzw. zum Tiefen Stolln verfällt.

Szenario III) Beide Gruben sind geflutet (Varianten Cínovec B1, B2) – Es kommt gar kein Grubenwasser mehr aus der Grube Cínovec I in die Grube Zinnwald, weil das mit ins Flutungswasser der Lithiumgrube Cínovec geleitet wird.

Szenario IV) Beide Gruben sind geflutet, aber hydraulisch verbunden (Variante Cínovec B3) – Die Zuflussmenge aus der Grube Cínovec I bleibt gleich, wird nun jedoch am Überlaufpunkt der Lithiumgrube Zinnwald auf den THGSt geleitet. Hinweis auf zusätzliche Option: Bei einem Rampenmundloch von > 750 mNN ohne tiefe Verbindung beider Lithiumgruben fließt alles in den TBSt (III. patro) über.

- Für den Zufluss aus dem Altbergbau der Grube Zinnwald gilt unverändert der gegenwärtige Wasserstammbaum. Es sei denn, vom Sächsischen Oberbergamt werden die in der Bergschadenkundlichen Analyse [Dietrich et al. (2019)] vorgelegten notwendigen Nachrüstungen am Grubenwasserablauf vorgenommen.
- Aus der gefluteten Lithiumgrube Zinnwald gibt es dann einen Flutungswasser-Überlauf in den THGSt (+720 mNN), der bei der berechneten abzupumpenden Wassermenge von 1,9 l/s plus Rampenwasser liegen soll.
- Wenn beide Gruben geflutet und hydraulisch verbunden sind (Variante Cínovec B3) würde das gesamte Grubenwasser der Lithiumgrube Cínovec mit dem Altbergbau Cínovec I mit vorsichtig geschätzt 20 l/s am Überlaufpunkt der Lithiumgrube Zinnwald auf den THGSt (+720 mNN) geleitet. Hinweis auf zusätzliche Option: Bei einem Rampenmundloch von > 750 mNN ohne tiefe Verbindung beider Lithiumgruben fließt alles in den TBSt (III. patro) über.
- Aus den oben genannten Prämissen folgt, dass die überlaufenden Flutungswässer der Lithiumgrube Cínovec durch den Altbergbau Cínovec mineralisiert werden. Die Wasserqualität wird sich etwas dem Zustand der Messstelle Cí 11 annähern. Auf deutscher Seite liefert der Altbergbau deutlich geringe Durchflussmengen mit

niedrigerer Mineralisation. Aus den gefluteten Tiefbauen der Lithiumgrube Zinnwald sind ebenfalls deutlich geringer mineralisierte Wässer zu erwarten.

2. Zinnwald B2 - Flutungswasserüberlauf in die Entwässerung der Lithiumgrube Cínovec

- Diese Variante setzt voraus, dass die Lithiumgrube Cínovec aus der Betriebsphase in die Flutungsphase eingetreten ist und beide Gruben hydraulisch verbunden sind.
- Der Zufluss aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I im gegenwärtigen Wasserstammbaum versiegt. Es kommt gar kein Grubenwasser mehr aus der Grube Cínovec I in die Grube Zinnwald, weil das mit ins Flutungswasser der Lithiumgrube Cínovec geleitet wird.
- Aus der gefluteten Lithiumgrube Zinnwald gibt es dann einen Überlauf in die Lithiumgrube Cínovec, der bei der berechneten abzupumpenden Wassermenge von 1,9 l/s plus Rampenwasser liegen soll.
- Wenn beide Gruben geflutet und hydraulisch verbunden sind würde das gesamte Grubenwasser der Lithiumgrube Zinnwald (1,9 l/s plus Rampenwasser) mit dem der Lithiumgrube Cínovec sowie aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I mit vorsichtig geschätzt 20 l/s am Überlaufpunkt der Lithiumgrube Cínovec abgeleitet (Variante Cínovec B1, B2). Das wären die Rampe bei +750 mNN und der Tiefe Stolln bei +415 mNN.
- Für den Zufluss aus dem Altbergbau der Grube Zinnwald gilt unverändert der gegenwärtige Wasserstammbaum. Es sei denn, vom Sächsischen Oberbergamt werden die in der Bergschadenskundlichen Analyse [Dietrich et al. (2019)] vorgelegten notwendigen Nachrüstungen am Grubenwasserablauf vorgenommen.
- Die Qualität der überlaufenden Flutungswässer der Lithiumgrube Cínovec wird wiederum maßgeblich durch den Altbergbau Cínovec beeinflusst. Die Wasserqualität wird sich etwas dem Zustand der Messstelle Cí 11 annähern. Die auf deutscher Seite abfließenden Grubenwässer würden fast ausschließlich aus den Wässern des Altbergbaus Zinnwald bestehen. Sie würden relativ geringe Mineralisation mit niedrigen Frachten entsprechend Messstelle W39B in Anlage 8.1 aufweisen.

3. Cínovec B1 - Flutungsüberlauf der Lithiumgrube Cínovec am Rampenmundloch

- Nach Abschaltung der Pumpen in der Lithiumgrube Cínovec ist für den dauerhaften, freien Flutungswasserüberlauf entscheidend, ob das geplante Rampenmundloch vom Planer bereits sinnvollerweise im Niveau nicht höher als 750 mNN angeordnet ist und damit geringfügig tiefer liegt, als das Niveau des TBSt (III. patro) im Altbergbau der Grube Cínovec I. Dieses Niveau ist im Seitental der Bystřice leicht einzuhalten. Wenn das so ist, wie es nach der Zeichnung in [EUROPEAN METALS HOLDING LIMITED (2020)], Abbildung 38 aussieht, dann fließt nur noch ein sehr kleiner Teil des Grubenwassers aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I in die Grube Zinnwald, weil alles andere am Rampenmundloch in Richtung Bystřice abfließen kann. Der gegenwärtige Grubenwasserstammbaum würde sich dementsprechend verändern.

- Falls das Rampenmundloch geringfügig über der III. patro liegen sollte, wäre das mit den Planern im Genehmigungsverfahren mit dem Ziel einer Tieferlegung auf unter 750 mNN zu erörtern oder man könnte den Grenzdamm auf deutscher Seite schließen und so den Überlauf der Grubenwasser aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I bewirken.
 - Es würden aus der Lithiumgrube Cínovec sowie aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I vorsichtig geschätzt 20 l/s am Überlaufpunkt der Lithiumgrube Cínovec abgeleitet. Da sich jedoch der Druck im Kluftwasserkörper mit der Flutung wieder aufbaut, fließt ein Teil davon in den Klüften ab, so dass der Überlauf am Rampenmundloch niedriger sein wird, als der Ablauf in der Betriebsphase.
 - Die Qualität der über die Rampe ablaufenden Flutungswässer der Lithiumgrube Cínovec würde maßgeblich durch den Altbergbau Cínovec beeinflusst. Die Wasserqualität wird sich etwa dem Zustand der Messstelle Cí 11 annähern.
4. Cínovec B2 - Flutungswasserüberlauf der Lithiumgrube Cínovec in den Tiefen Stolln lt. Planung 1978 [Urbanec & Iványi (1978)]
- Der Tiefe Stolln würde fast die gesamte Lithiumgrube Cínovec trocken halten. Nur wenige Unterwerksbaue, die tiefer als 415 mNN liegen, wären geflutet. Es würden aus der Lithiumgrube Cínovec sowie aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I vorsichtig geschätzt 20 l/s im Tiefen Stolln abgeleitet. Hinzu kämen die Zuflüsse auf den 5,3 km langen Stolln selbst, der mehrere Störungszonen quert. Seitens der tschechischen Behörden wird bei dieser Variante die Einwirkung auf den tiefen Grundwasserumlauf zu den Teplitzer Thermalquellen erneut erörtert werden müssen.
 - Es fließt nur noch ein sehr kleiner Teil des Grubenwassers aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I in die Grube Zinnwald, weil alles andere zum Tiefen Stolln in Richtung Mstišovský potok abfließen kann. Der gegenwärtige Grubenwasserstammbaum würde sich dementsprechend verändern.
 - Die Qualität der in den Tiefen Stolln überlaufenden Flutungswässer der Lithiumgrube Cínovec würde maßgeblich durch den Altbergbau Cínovec beeinflusst. Die Wasserqualität wird sich etwa dem Zustand der Messstelle Cí 11 annähern. Die Auswirkung des sehr niedrigen Flutungs-niveaus von 415 mNN lässt sich nicht prognostizieren. Die trockene Stilllegung der Grube bewirkte Oxidationsvorgänge im Versatz und an den Felsoberflächen, die dort wo Kluft- und Grubenwasser fließen, diese höher mit Frachten anreichern als bei einer gefluteten Grube, wo nach der ersten Lösungsphase ein Rückgang der Frachten eintritt. Die auf deutscher Seite abfließenden Grubenwässer würden fast ausschließlich aus den Wässern des Altbergbaus Zinnwald bestehen. Sie würden relativ geringe Mineralisation mit niedrigen Frachten entsprechend Messstelle W39B in Anlage 8.1 aufweisen.
5. Cínovec B3 - Flutungsüberlauf der Lithiumgrube Cínovec in den Flutungsraum der Lithiumgrube Zinnwald
- Wenn in der gesamten Lithiumlagerstätte nur eine (einheitliche) Grube betrieben wird, kommt es zu einer hydraulischen Verbindung aller Abbaufelder. In diesem Falle wird das frei abfließende Flutungswasser der Lithiumgrube Cínovec den im Niveau niedrigsten Überlauf nutzen. Das ist der 30 m unter dem Niveau Rampenmundloch

der Lithiumgrube Cínovec und ebenso tief unter dem TBSt liegende Überlauf in den THGSt (+720 mNN) am Wetterschacht der Lithiumgrube Zinnwald. Im Altbergbau der Grube Cínovec stellt sich der Flutungswasserspiegel kurz unter dem Niveau der IV. patro ein.

- Es fließt nur noch ein sehr kleiner Teil des Grubenwassers aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I in die Grube Zinnwald, weil alles andere zum Flutungsraum abfließen kann. Der gegenwärtige Grubenwasserstammbaum würde sich dementsprechend verändern.
- Für den Zufluss aus dem Altbergbau der Grube Zinnwald gilt unverändert der gegenwärtige Wasserstammbaum. Es sei denn, vom Sächsischen Oberbergamt werden die in der Bergschadenkundlichen Analyse [Dietrich et al. (2019)] vorgelegten notwendigen Nachrüstungen am Grubenwasserablauf vorgenommen
- Es würden aus der Lithiumgrube Cínovec sowie aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I vorsichtig geschätzt 20 l/s abgeleitet. Hinzu kommen 1,9 l/s plus Rampenwasser aus der Lithiumgrube Zinnwald, die ebenfalls bis 720 mNN geflutet würde.
- Hinweis auf zusätzliche Option: Bei einem Rampenmundloch von > 750 mNN ohne tiefe Verbindung beider Lithiumgruben fließt alles in den TBSt (III. patro) über.
- Die Qualität der in den THGSt überlaufenden Flutungswässer der Lithiumgrube einschließlich Altbergbau Cínovec wird maßgeblich durch letzteren beeinflusst. Die Wasserqualität wird sich etwas dem Zustand der Messstelle Cí 11 annähern. Die auf deutscher Seite abfließenden Grubenwässer würden fast ausschließlich aus den Wässern des Altbergbaus Zinnwald bestehen. Sie würden relativ geringe Mineralisation mit niedrigen Frachten entsprechend Messstelle W39B in Anlage 8.1 aufweisen.

6. Genehmigungsrecht

- Es sind in den wasserrechtlichen Anträgen separate, vollständige Darstellungen für die gewählte Variante der Flutung zur Lithiumgrube Zinnwald notwendig, um nach Prüfung Teilerlaubnisse zu erteilen. Bei der Variante Zinnwald B2 muss die Flutung mit den tschechischen Behörden einvernehmlich abgestimmt werden, um den wasserrechtlichen Vorgaben zu entsprechen.
- Es sind in den wasserrechtlichen Anträgen separate, vollständige Darstellungen für die gewählte Flutungsvariante zur Lithiumgrube Cínovec notwendig, um nach Prüfung Teilerlaubnisse zu erteilen. Alle drei Varianten (Cínovec B1, B2, B3) gehen mit Veränderungen des Abflusses aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I (Flözbergbau) nach der deutschen Seite einher und sind deshalb mit den deutschen Behörden einvernehmlich abzustimmen, um den wasserrechtlichen Vorgaben zu entsprechen.
- Es muss hinsichtlich der Frachten während und nach der Flutung der Lithiumgruben eine Überwachung erfolgen, weil a) so die durchaus begründeten Annahmen der Planung in der Praxis geprüft werden können, b) Einleitgrenzwerte überwacht werden müssen und c) die Veränderungen der Frachten bei und mehrere Jahrzehnte nach der Flutung beobachtet werden sollten, um ggf. darauf zu reagieren. Es sind bisher einige sichere Anfangswerte zum Altbergbauwasser durch die Projekte VODAMIN und Vita-Min bekannt. Vor allem die tschechische Seite sollte aufgefordert werden, alle relevanten Betriebsdaten zu chemischen Analysen des Grubenwassers aus der Flu-

tungsphase der Grube Cínovec II 1990/1991 im Archiv von Rudné Doly Příbram, závod Cínovec, das im Betriebsarchiv von DIAMO in Příbram liegt, im OBÚ Most (Bergamt Most) und der ehemaligen Krajská hygienická stanice Ústí n. L. herauszuziehen und in die wasserrechtlichen Anträge einzubinden.

- Es ist zu klären, wer für die Kontrolle des geordneten Grubenwasserablaufes aus den gefluteten Lithiumgruben künftig verantwortlich ist und wie die Kontrollen im Einzelnen durchzuführen und zu protokollieren sind.
- Hinsichtlich der durch die Flutung beeinflussten Radonentwetterung gilt:
 - I) Lithiumgrube Zinnwald – Die Grube wird komplett unter Wasser gesetzt, keine Radonentwetterung nötig.
 - II) Lithiumgrube Cínovec Varianten B1, B2 - Es bleiben große Hohlräume des Altbergbaus offen, die im Zusammenhang mit offenem Altbergbau der Grube Zinnwald radonmäßig geordnet zu entwettern sind. Das ist bereits in der Betriebsphase nötig (s. oben), muss und kann mit der Flutung noch einmal verändert werden.
 - III) Lithiumgrube Cínovec Variant B3 – Es bleiben große Hohlräume des Altbergbaus offen, hinzukommen sehr große Hohlräume des Lithiumbergbaus im Niveau zwischen 415 mNN und ca. 850 mNN, die im Zusammenhang mit offenem Altbergbau der Grube Zinnwald radonmäßig geordnet zu entwettern sind.

6.3.4 PROGNOSE DER EINFLÜSSE AUF DIE OBERFLÄCHENWÄSSER

Das Variantenspektrum der Grubenwasserhaltung schließt Einleitpunkte in das Heerwasser, die Bystřice und den Mstišovský potok ein. Dabei ist die Herkunft der Grubenwässer abhängig von den Varianten der Grubenwasserhaltung beim Aufschluss der Lithiumlagerstätte (Variante S, V), in der Betriebsphase (Varianten Zinnwald A1, A2, Cínovec A1, A2, A3) und im Dauerzustand nach der Flutung (Varianten Zinnwald B1, B2, Cínovec B1, B2, B3).

Tabelle 76: Übersicht zu den variantenabhängigen Grubenwassereinträgen in die Vorfluter

Variante der Grubenwasserhaltung	Heerwasser Schwarzwasser	Bystřice	Mstišovský potok
Zinnwald V (Vortrieb Rampe, Aufbau Grubenwasserhaltung)	Heerwasser - Menge unverändert aus dem Altbergbau Schwarzwasser - Menge des Rampenwassers		
Cínovec S (Sümpfung der Grube Cínovec II, Rampe, Aufbau Grubenwasserhaltung)	Heerwasser - Menge aus dem Altbergbau sinkt um die 6 bis 8 l/s. Szenario I) Heerwasser - Menge steigt um das gesamte abgepumpte Flutungswasser, falls das zum TBSt oder	Bystřice – Menge des Rampenwassers plus Szenario II) das gesamte abgepumpte Flutungswasser	

Variante der Grubenwasserhaltung	Heerwasser Schwarzwasser	Bystřice	Mstišovský potok
	Petzold potok gepumpt werden sollte.		
Zinnwald A1 – Planung 2018 Entwässerung zum Mundloch THGSt	Heerwasser - hinzukommen 1,9 l/s plus das Rampenwasser aus der Lithiumgrube Zinnwald. Menge sinkt um die genannten 6 bis 8 l/s, wenn Lithiumgrube Cínovec gesümpft wird.		
Zinnwald A2 – Entwässerung zur Lithiumgrube Cínovec	Heerwasser - Menge sinkt um 6 bis 8 l/s, da Lithiumgrube Cínovec gesümpft ist	Bystřice bzw. Mstišovský potok - nehmen die 1,9 l/s plus das Rampenwasser aus der Lithiumgrube Zinnwald mit auf	
Cínovec A1 - Planung 2017 Entwässerung zum Rampenmundloch		Bystřice - Grubenwasser der Lithiumgrube Cínovec	
Cínovec A2 - Planung 1978 Entwässerung zum Tiefen Stolln Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.			Mstišovský potok – Grubenwasser der Lithiumgrube Cínovec -
Cínovec A3 - Entwässerung zur Lithiumgrube Zinnwald	Heerwasser – hinzukommt das Grubenwasser der Lithiumgrube Cínovec		
Zinnwald B1 - Flutungswasserüberlauf in den THGSt	Heerwasser – nur noch aus Altbergbau Grube Zinnwald und geringem Rest aus Grube Cínovec I, Flutungswasser Lithiumgrube Zinnwald		
Zinnwald B2 - Flutungswasserüberlauf in den Flutungsraum der Lithiumgrube Cínovec	Heerwasser - nur noch aus Altbergbau Grube Zinnwald und geringem Rest aus Grube Cínovec I	Bystřice bzw. Mstišovský potok - nehmen die 1,9 l/s plus das Rampenwasser aus der Lithiumgrube Zinnwald mit auf	
Cínovec B1 - Flutungswasserüberlauf am Rampenmundloch	Heerwasser - nur noch aus Altbergbau Grube Zinnwald und geringem Rest aus Grube Cínovec I	Bystřice – gesamter Flutungswasserüberlauf der Lithiumgrube Cínovec mit Altbergbau Grube Cínovec I	
Cínovec B2 - Flutungswasserüberlauf im Tiefen Stolln lt. Planung 1978 Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.)	Heerwasser - nur noch aus Altbergbau Grube Zinnwald und geringem Rest aus Grube Cínovec I		Mstišovský potok – gesamter Flutungswasserüberlauf der Lithiumgrube Cínovec mit Altbergbau Grube Cínovec I

Variante der Grubenwasserhaltung	Heerwasser Schwarzwasser	Bystřice	Mstišovský potok
Cínovec B3 (Flutungsüberlauf in den Flutungsraum der Lithiumgrube Zinnwald)	Heerwasser - aus Altbergbau Grube Zinnwald mit geringem Rest aus Grube Cínovec I und das gesamte Flutungswasserüberlauf der beiden Lithiumgruben		

Es werden zunächst die geplanten Varianten hinsichtlich Menge und Frachten sowie genehmigungsrechtlicher Aspekte getrennt für die Aufschlussphase, die Betriebsphase und die Phase nach der Flutung kurz betrachtet.

Für die **Aufschlussphase** werden die vollständigen Anträge auf wasserrechtliche Genehmigungen gemäß den gegenwärtigen Planungen zu beiden Lithiumgruben folgende Veränderungen an den Vorflutern beinhalten:

1. Heerwasser

Gemäß Variante Zinnwald V gibt es keine Veränderung, dafür wird ins Schwarzwasser bauzeitlich gereinigtes Wasser aus dem Vortrieb eingeleitet. Wenn die Lithiumgrube Cínovec wie geplant über die Rampe oder einen Schacht nach der Bystrice gesümpft wird, fallen im Heerwasser 6 bis 8 l/s Grubenwasser weg, das jetzt noch am Schacht Cínovec I aufquillt, weitere ca. 5 l/s fließen weiterhin aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I oberhalb vom TBSt (III. patro) dem Heerwasser zu. Dadurch werden die Frachten im Grubenwasser aus dem Altbergbau im Heerwasser stark gesenkt, weil dies zu 2/3 aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I kommen, dagegen in Bystřice stark erhöht. So oder so fließt das Grubenwasser zur Elbe und dort ab.

2. Bystřice

Gemäß Variante Cínovec S wird das gesamte Vortriebs- und Flutungswasser zur Bystřice abgeleitet, erhöht dort zeitweilig stark die Menge und Frachten.

3. Heerwasser

Gemäß Variante Cínovec S besteht gegenwärtig noch keine Klarheit darüber, ob nicht der Planer von European metals das gesamte Flutungswasser zum Heerwasser ableiten will. In diesem Falle ist wegen der zeitweilig anfallenden Mengen und der Frachten eine Betrachtung für das Flussgebiet Heerwasser/Müglitz notwendig und es ist gemeinsam mit den tschechischen Wasserbehörde abzuwägen, welcher Fließweg zur Elbe aus wasserwirtschaftlicher Sicht günstiger ist (Bystřice oder Heerwasser).

Für die **Betriebsphase** zweier getrennter Lithiumgruben werden die vollständigen Anträge auf wasserrechtliche Genehmigungen gemäß den gegenwärtigen Planungen zu beiden Lithiumgruben folgende Veränderungen an den Vorflutern beinhalten:

1. Heerwasser

Gemäß Variante Zinnwald A1 wird das Überschusswasser aus der Lithiumgrube Zinnwald über den THGSt in das Heerwasser gepumpt. Die Menge wird berechnet 1,9 l/s plus das noch nicht kalkulierte Rampenwasser umfassen.

Wenn parallel die Lithiumgrube Cínovec, wie geplant in Betrieb ist, fallen im Heerwasser 6 bis 8 l/s Grubenwasser weg, das jetzt noch am Schacht Cínovec I aufquillt, weitere

ca. 5 l/s fließen weiterhin aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I oberhalb vom TBSt (III. patro) dem Heerwasser zu. Es wird also übers Jahr gesehen zu einer Verringerung der Einleitmenge aus dem Bergbau in das Heerwasser kommen. Dadurch sinken auch die Frachten im Grubenwasser.

2. Bystřice

Gemäß Variante Cínovec A1 wird das gesamte Grubenwasser zur Bystřice abgeleitet, erhöht dort stark die Menge und Frachten.

3. Heerwasser

Gemäß Variante Cínovec A1 besteht noch keine Klarheit darüber, ob der Planer von European metals nicht eine Teilmenge an Grubenwasser über den TBSt (III. patro) der Grube Cínovec I ableiten will, die beispielsweise maximal der jetzigen 6 bis 8 l/s entspricht, die im Schacht Cínovec I aufquellen. Diese geringfügige Änderung am Istzustand müsste dann mit der deutschen Wasserbehörde genau überlegt und abgestimmt werden.

Für die **Zeit nach der Flutung** zweier getrennter Lithiumgruben werden die vollständigen Anträge auf wasserrechtliche Genehmigungen gemäß den gegenwärtigen Planungen zu beiden Lithiumgruben folgende Veränderungen an den Vorflutern beinhalten:

1. Heerwasser

Gemäß Variante Zinnwald B1 läuft das Flutungswasser aus der Lithiumgrube Zinnwald über den THGSt in das Heerwasser mit 1,9 l/s plus Rampenwasser über. Aus dem Altbergbau der Grube Cínovec I kommt nur noch ein geringer Rest und aus dem Altbergbau der Grube Zinnwald die unveränderte Menge. Insgesamt ist damit im Dauerzustand die ins Heerwasser fließende Menge des Grubenwassers geringer als gegenwärtig, weil ein großer Teil des Grubenwassers der Grube Cínovec I in die dortige Lithiumgrube Cínovec fließt und im Flutungswasser mit überläuft.

2. Bystřice

Gemäß Variante Cínovec B1 wird der Überlauf des Grubenwassers am Rampenmundloch zur Bystřice abgeleitet, erhöht dort stark die Menge und Frachten.

3. Heerwasser

Falls jedoch die Lithiumgrube Cínovec nicht in Betrieb geht oder noch nicht geflutet ist, wird sich die Grubenwassermenge im Heerwasser um die Menge des überlaufenden Flutungswasser der Lithiumgrube Grube Zinnwald erhöhen.

Getrennte Lithiumgruben oder eine gemeinsame Lithiumgrube – Genehmigungsrechtliche Eckpunkte zum Oberflächenwasser

Insgesamt gesehen sind die jetzt geplanten Varianten für beide getrennt voneinander geplanten Lithiumgruben von den Wasserbehörden der Tschechischen Republik und der BRD weitgehend getrennt voneinander zu genehmigen. Es gibt nur dann Abstimmungsbedarf, wenn eine Seite in den Istzustand der anderen Seite eingreift. Das ist bei den jetzt geplanten Varianten aus deutscher Sicht nur der Fall, wenn

- bei der Variante Cínovec S (Sümpfung Lithiumgrube Cínovec) Grubenwasser ins Einzugsgebiet des Heerwassers statt in das der Bystřice abgeschlagen werden soll,
- bei einer der Varianten der Lithiumgrube Cínovec das jetzt noch am Schacht Cínovec I aufquellende Grubenwasser von 6 bis 8 l/s abgezogen wird und somit und aus dem Einzugsgebiet des Heerwassers in das der Bystřice gelangt,

- Grubenwasser der Lithiumgrube Cínovec anteilig zum TBSt (III. patro) gepumpt werden soll und damit ins Einzugsgebiet des Heerwassers fließt.

Falls einmal eine Verbundgrube mit hydraulischer Verbindung durch Unternehmenszusammenschluss entstehen sollte, um mit einem einzigen Bergwerk/Aufbereitung die Lithiumlagerstätte wirtschaftlicher als bisher geplant abzubauen, würde eine der oben mehrfach behandelten Varianten ins Spiel kommen, die grundsätzlich beide Staatsgebiete berührt und mit den Wasserbehörden beider Staaten abzustimmen wäre. Die Bergbaubetreiber werden in solch einem Falle mit einer wirtschaftlichen technischen Lösung kommen, die in jedem Falle den jetzigen Abfluss in die Einzugsgebiete der Bystrice und des Heerwassers verändern wird, einfach, weil mehr Grubenwasser in der Betriebsphase und nach der Flutung anfällt. Entscheidend wird dann sein, welche Spannbreite der Grubenwassermengen man in beiden Flüssen aus abgestimmter behördlicher Sicht zulassen kann und ob das im Grubenbetrieb und nach der Flutung technisch machbar sein wird.

Die Erweiterung und Präzisierung des Wasserstammbaums Zinnwald/Cínovec erfolgt auf der Grundlage folgender Arbeiten:

- einer ausführlichen Zustandsanalyse der lokalen Oberflächen- und Grundwasserkörper
- einer Beschreibung der hydrogeologischen Situation im regionalen Maßstab einschließlich hydrologischer Situation
- einer detaillierten Analyse der montanistischen Verhältnisse in Zinnwald/Cínovec mit Tagesöffnungen, Vortriebs-, Gewinnungs- und Abbauverfahren, Grubenausbau, Versatz, Wasserhaltung, Bewetterung, Gruben- und Schachtförderung sowie Verwahrungstechnologien
- einer Betrachtung der zeitlichen Abfolge des Bergbaus (Bergbauperioden) und der Auswirkungen auf den Wasserpfad in der Grube
- einem abgestimmten Messprogramm an allen wichtigen Punkten in der Grube unter Einbeziehung von Stolln des Altbergbaus in der Umgebung von Altenberg-Zinnwald zu den relevanten Grubenwasserparametern einschließlich einigen gezielten Tritium- und Radonuntersuchungen. Damit wird das Probenahmeschema des VODAMIN-Projektes systematisch vervollständigt.

Der Wasserstammbaum beruht auf einer nach der hydraulischen Charakteristik vorgenommenen Untergliederung der Grube Zinnwald/Cínovec in sechs Grubenbereiche:

- Grubenbereich 1 - Grube Cínovec mit dem Grenz Schacht Grubenfeld der Grube Zinnwald
- Grubenbereich 2 - Zentrum und Ostflanke der Grube Zinnwald
- Grubenbereich 3 - Westflanke Grube Zinnwald auf den Neuschachtflügel des Tiefen Büнау Stollns
- Grubenbereich 4 - Tiefe Hilfe Gottes Stolln zwischen Verfallpunkt und Albert Schacht
- Grubenbereich 5 - Haupttrakt Tiefer Hilfe Gottes Stolln zwischen Albert Schacht und Mundloch
- Grubenbereich 6 - Haupttrakt Tiefer Büнау Stolln zwischen Flöz 7 und Mundloch

Hinsichtlich Abflussspitzen lassen sich folgende Aussagen ableiten:

- Die Grube Cínovec-Zinnwald reagiert insgesamt wegen der flächigen tagesnahen Abbaue und vieler vertikaler Grubenbaue und Verbrüche äußerst rasch mit steigenden Grubenwasserabflüssen bei Niederschlägen bzw. Tauwetter.
- Zusätzlich gibt es einen Einleitpunkt für Oberflächenwasser in die Grube Zinnwald am Gabriele Schacht.
- Damit verbunden sind relativ zum Niedrigabfluss sehr hohe und kurzzeitige Abflussspitzen.
- Diese Abflussspitzen aus der Grube Cínovec-Zinnwald gelangen erst in die Vorflut, nachdem dort die Abflussspitzen vorüber sind.
- Bei stärkeren Hochwasserereignissen wird die Abflussspitze aus der Grube um 250 l/s erreichen.

- Bei Abflussspitzen erhöht sich der Anteil der Grube Zinnwald am Gesamtabfluss Cínovec-Zinnwald von ca. 30 % (Trockenheit) auf ca. 50 %. Ursache dafür sind direkte Oberflächenwasserzuflüsse hauptsächlich aus dem Überlauf von Feuerlöschteich und von zwei Versickerungsflächen.
- Der Verlauf der Tauwetter hat großen Einfluss auf die Abflussspitzen. Dazu können zwei Typen von Tauwettern unterschieden werden. Typ 1 (langgezogen) und Typ 2 (schnell). Beide Typen wurden im Beobachtungszeitraum beobachtet und die Daten ausgewertet.
- In der Grube wurden bei der Stollnrekonstruktion 2007 bis 2011 keine neuen Bauwerke zur Abflussverzögerung eingebaut. Zwei kleinere, vorhandene Brauchwasserstauräume und der Grenzdamm wurden zur Stolln entwässerung geöffnet und die Strecken entschlammt, sodass diese kontinuierlich ohne weitere manuelle Eingriffe entwässern können und insgesamt der Grubenwasserspiegel abgesenkt wurde.
- In den bebauten Flözbahnen und den Spülversatzfeldern gibt es nach wie vor kleinere Stauräume zur Abflussverzögerung. Die Grenzdamluke kann im Bedarfsfall geschlossen werden, was zum Rückstau von Grubenwasser in der Grube Cínovec mit dem angeschlossenen Grenzschaftfeld führt.

Folgende Aussagen sind zu Niedrigabflüssen möglich:

- Die meiste Zeit des Jahres sind Niedrigabflüsse aus der Grube Cínovec-Zinnwald zu beobachten. Nach Tauwettern und Starkregen oder Regenwetter sinkt die Grubenwassermenge langsam kontinuierlich ab und erreicht je nach Dauer der Trockenheit, d. h. Tagen mit weniger als 5 mm Niederschlag, einen Beharrungswert von ca. 16 l/s. Im Beobachtungszeitraum wurde der niedrigste Gesamtabfluss aus der Grube mit 13,23 l/s gemessen. In diesem Falle laufen bereits die Klufwasserleiter leer.
- Der Zufluss kommt bei Trockenheit zu 70 % aus der Grube Cínovec. Das entspricht etwa dem Flächenanteil an der aufgeschlossenen Flözlagerstätte um den Schacht Cínovec I.

Eine statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte zur Beurteilung der Umweltwirkungen und zur Präzisierung der Ausweisung von geogenen Hintergrundkonzentrationen. Aus den erhobenen Daten (Schadstoffkonzentrationen und Durchflussmengen) wurden die Schadstofffrachten ermittelt.

Aus den Daten wurden auf der Grundlage des Wasserstammbaums für die aus Umweltsicht besonders wichtigen Parameter Arsen, Beryllium, Cadmium, Zink, Chlorid und Sulfat hydrochemische Fließschemata entwickelt. In diesen sind die Fließwege auf den beiden Hauptsohlen Tiefer Büнау Stolln und Tiefer Hilfe Gottes Stolln abgebildet. Dabei spiegeln sich Genese und Verteilung der Grubenwässer wider. Während im Tiefen Büнау Stolln der Siedlungseinfluss mit erhöhten Chlorid- und Sulfatgehalten dominiert, wird die Zusammensetzung des Stollnwassers des Tiefen Hilfe Gottes Stollns maßgeblich durch die darauf abgeschlagenen Flutungswässer der Grube Cínovec mit erhöhten Gehalten von Arsen, Beryllium und Zink bestimmt. Cadmium ist ubiquitär verbreitet und in beiden Stollnwässern erhöht.

Eine Verbesserung des Gewässerzustands in der Region lässt sich grundsätzlich durch Maßnahmen an den Bergbauwässern erreichen. Daher wurden Best-Practice-Verfahren zur Verbesserung der Gewässerqualität unter den heutigen Verhältnissen recherchiert und bewertet. Dies sind zum einen passive Reinigungsverfahren, zum anderen konventionelle aktive Verfahren. Es ist dabei sehr wesentlich, den heutigen Zustand der Entwässerung des Reviers über den (höher gelegenen) Tiefen Büнау Stolln und den (tiefer liegenden) Tiefen Hilfe Gottes Stolln, den Abtrag signifikanter Mengen Grubenwässer aus dem tschechischen Revier Cínovec einschließlich der Überlaufwässer der gefluteten Tiefbaue und den möglichen künftigen Bergbau auf deutscher und/oder tschechischer Seite des Reviers Zinnwald-Cínovec zu berücksichtigen.

Hinsichtlich konventioneller aktiver Reinigungsverfahren wurden Fällungsverfahren, Membrantrennprozesse, elektrochemische Prozesse, Sorptionsverfahren einschließlich Ionenaustauschprozesse und mikrobiologische Verfahren analysiert.

Passive Verfahren sind in der Regel Wetlandsysteme, die künstlich gestaltete oder bereits natürlich vorhandene Ökosysteme sind. Von diesen wurden aerobe und anaerobe Wetlands hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit im Gebiet von Zinnwald geprüft.

Aus den Recherchen und Betrachtungen wurde geschlussfolgert, dass für konventionelle aktive Verfahren, wie Fällung oder Ionenaustausch, die Schadstoffkonzentrationen der Grubenwässer zu gering sind. Solche Verfahren würden, wegen der verhältnismäßig großen Wassermengen, große Anlagen mit hohen CAPEX- und OPEX-Beträgen erfordern. Dies führt zu extrem hohen Kosten bezogen auf die abgetrennte Schadstoffmenge. Außerdem erfordern größere Anlagen relativ große Flächen und es gilt das oben Gesagte.

Für konventionelle passive Verfahren, wie aerobe oder anaerobe Wetlands, sind in dem engen Tal des Heerwassers bei weitem nicht ausreichend Flächen vorhanden. Dies wird vor allem durch die relativ großen Grubenwasserabflüsse bedingt.

Ein Vorteil von in situ-Verfahren ist die Möglichkeit, diese untertage anzuwenden, wodurch keine Notwendigkeit von Flächen an der Oberfläche besteht. Für die Verhältnisse in Zinnwald näher betrachtet wurden die Verfahrensansätze Flutungswassereinstau, Grubenwasser-Management, In situ-Reduktion und Fällung von Schadstoffen und Schaffung einer Reaktionsstrecke zur Beeinflussung des Grubenwasserchemismus. Von diesen erscheint die Reaktionsstrecke als günstigste Variante, die sowohl im bestehenden Altbergbau als auch im potentiellen neuen Bergbau umsetzbar ist. Die anderen Varianten erfordern größere untertägige Eingriffe und erscheinen nur im Zusammenhang mit dem neuen Bergbau umsetzbar. Das Variantenspektrum der Bergbauplanungen der Grubenwasserhaltung führt zu drei Einleitpunkten: Heerwasser (DE), Bystřice (CZ), Mstišovsky potok (CZ). Dabei ist die Herkunft der Grubenwässer abhängig von den Varianten der Grubenwasserhaltung, die strikt getrennt für die Zustände beim Aufschluss der Lithiumlagerstätte, in der Betriebsphase sowie im Dauerzustand nach der Flutung betrachtet werden müssen. Diese drei Phasen sind in den gegenwärtigen Bergbauplanungsdokumenten noch nicht ordentlich durchgeplant. Außerdem ist von den Genehmigungsbehörden im Blick zu halten, A) dass die tschechische Aufbereitung mit Prozesswasser arbeiten soll und B) dass eine grenzüberschreitende Verbundgrube für den Neuen Bergbau wegen der relativ kleinen Lithiumlagerstätte entstehen könnte.

Ausgehend von einer Analyse des Variantenspektrums der Planungen zur Grubenwasserhaltung werden, soweit dies möglich ist, Prognosen vorgenommen

- zu den Einflüssen auf den Grubenwasserstammbaum hinsichtlich Durchflussmengen und Beschaffenheit
- zu den Veränderungen am gegenwärtigen Grubenwasserstammbaum des Altbergbaus in der Sumpfungs- und Vortriebsphase zu Beginn des neuen Bergbaus
- zu den Veränderungen am gegenwärtigen Grubenwasserstammbaum des Altbergbaus in der Betriebsphase des neuen Bergbaus
- zu den Veränderungen am gegenwärtigen Grubenwasserstammbaum des Altbergbaus im Dauerzustand nach Beendigung des neuen Bergbaus

Außerdem werden Aussagen zu den Einflüssen auf die Oberflächenwässer getroffen.

LITERATURVERZEICHNIS

- Archiv der WISMUT M69-d (1948) Геологические результаты разведочных работ CAO Висмут в 1948г. (Jahresbericht der SAG Wismut 1948 auf Mikrofilm)
- Archiv der WISMUT G-1696 (1973): Оленин, В.; Калмуков, В.; Кучке, Д.: Геологическое строение и перспективы ураноносности восточной части Рудных гор ГДР. Geologischer Bau und Uranperspektive des Osterzgebirges. Bericht über die Ergebnisse der geologischen Spezialkartierung auf dem Territorium der Messtischblätter, Frauenstein, Dippoldiswalde, Nassau und Altenberg im Zeitraum 1968-1972. – SDAG Wismut, zentraler Geologischer Betrieb, Nr. G-1696, in russischer Sprache
- Archiv der WISMUT 54841 ▪ Желнов В. П. И коллектив авторов (1988): Отчёт о результатах поисковых работ на уран в Теплицкой вулкано-тектонической структуре (Восточные Рудные горы) 1983-1988 годов. СГАО Висмут Грюна 1988. (Schelnow, W.P. und Autorenkollektiv: Ergebnisbericht Sucharbeiten auf Uran in der Teplitzer vulkano-tektonischen Struktur im Osterzgebirge 1983-1988. – SDAG Wismut, zentraler Geologischer Betrieb, Nr. 54841, in russischer Sprache
- Autorenkollektiv (1978): Šest set let dolovani na Cínovci (600 Jahre Erzbergbau in Zinnwald). – Teplice 1978.
- Autorenkollektiv (2001): Vysvětlivy k základní geologické mapě České republiky: 02-143 Cínovec, 02-321 Dubí 1:25.000. – Český geologický ústav Praha 2001. Geofond Praha GFP101509
- Autorenkollektiv (2003): Rudné a uranové hornictví České Republiky - Anagram Ostrava 2003 (Erz- und Uranbergbau in der tschechischen Republik), str. 188 nach David, J. a. kol. (1991): Závěrečná likvidační zpráva za ložisko Cínovec-Jih. Surovina Sn, W, Li rudy, Rudné doly Příbram, s. p. 1991
- Autorenkollektiv (2014): Zinnwald Lithium Project. Report According to PERC Standard (Compliance and Guidance Standards Proposed by Pan-European Reserve & Resources Reporting Committee). – SolarWorld Solicium GmbH Freiberg 01.10.2014, update 15.01.2018. Internetveröffentlichung URL: www.solarworld.de/fileadmin/downloads_new/konzern/nachhaltigkeit/Sw_zinnwald_per-report-1;
- Barsch, W.; Giegling, H.; Stöckel, W. (1978): Geising und seine Bergbauschauanlage Silberstolln. – Geising 1978.
- Barsch, W.; Müller, F.; Weigel, H. (1991): Bergschadenkundliche Analyse Zinnwald-Georgenfeld. – Bergsicherung Dresden, 31.01.1991 (Bergschadenkundliche Analyse Zinnwald Teil VI).
- Barsch, W.; Symmangk, R. (1997): Die Grundherrschaft Lauenstein und ihr Bergbau auf niedrigere Metalle. – Manuskript Zinnwald 25.11.1997
- Barsch, W.; Symmangk, R. (1998): Zeittafel zur Bergbau- und Ortsgeschichte von Zinnwald. – Manuskript Zinnwald 12.01.1998;
- Barsch, W.; Sennewald, R. (2016): Montanregion Erzgebirge. Eine faszinierende Fotodokumentation aus den Jahren 1906 bis 1944 von Markscheider Dr. Paul Schulz. – Witzschdorf 2016.
- Barsch, W. (2018): Ein blinder Bergmann im Zinnbergbau von Böhmischem-Zinnwald. – In: Erzgebirgische Heimatblätter. Jg. 40 (Marienberg 2018), Heft 1, S. 25-27.

- Bauer (2000): Generalentwässerungsplan Ortsteil Zinnwald, Lageplan bestehendes Entwässerungssystem, Genehmigungsplanung. – Bauer Osterzgebirge, Beratende Ingenieure, Lauenstein 2000, Bestand Stadt Altenberg.
- Bergarchiv Freiberg A-40080_261 (alt: BA-Neug/XVII/21) 1551 bis 1769 Bergwerkssachen. Enthält u.a.: Nachrichten von den Stolln im Zinnwalder Revier von 1551
- Bergarchiv Freiberg A-40080_400 (alt: BA-Neug/XIII/1) 1554 bis 1565 Bergbuch alle Reviere, Lauenstein, Zinnwald, Hut- und Hirschberg
- Bergarchiv Freiberg A-40080_403 (alt: BA-Neug/XIII/4) 1565 bis 1626 Bergbuch Revier Zinnwald, Neugeisinger Gemeinde
- Bergarchiv Freiberg A-40080_404 (alt: BA-Neug/XIII/5) 1566, 1624 bis 1696 Bergbuch Revier Zinnwald, Neugeisinger Gemeinde
- Bergarchiv Freiberg A-40006_1097 (alt: BA-A/XIX/23) 1685 bis 1700 Bergbuch Altenberg Nr. 7
- Bergarchiv Freiberg A-40080_102 (alt: BA-Neug/VIII/6) April 1730 bis August 1732 Bau einer Wasserfördermaschine für das Bilinische Territorium und Vorschlag zur Übernahme von drei Schichten Kosten durch Vereinigt-Zwitterfeld sowie Bedenken des Bergamtes Neugeising darüber
- Bergarchiv Freiberg A-40080_240 (alt: BA-Neug/XIV/41) Februar 1756 bis Dezember 1757 Protokoll des Bergamtes Neugeising von 1757
- Bergarchiv Freiberg A-40080_408 (alt: BA-Neug/XIII/10) 1700 bis 1771 Berg- und Gegenbuch Revier Zinnwald
- Bergarchiv Freiberg A-40080_023 (alt: BA-Neug/III/4) 23.09. bis 18.10.1740 Verweigerte Entrichtung der Stolln- und Wasserzuschußgelder durch Gewerken der Eichhörner-Abendstern und der Trau Gott Zeche.
- Bergarchiv Freiberg A-40080_090 (alt: BA-Neug/VII/9) 16.08. bis 13.10.1752 Stand des Rechtsstreits über die Streitigkeiten zwischen den Zinnwalder Stolln- und Biermaul-Querschlaggewerken und der Fürstlich-Clarischen und Lobkowitzschen Herrschaften als Mitgewerken dieses Stollns
- Bergarchiv Freiberg A-40080_096 (alt: BA-Neug/VII/14 Vol. 2) 1753 bis 1765. Differenzen wegen des Tiefen Zinnwalder Erbstollns Band 2
- Bergarchiv Freiberg A-40080_302 (alt: BA-Neug/XVII/75) Hesse, Emanuel Heinrich (28.06.1823): Beschreibung des Bergbaues am Zinnwalde, Hochgräflich Hohenthalschen Antheils, in technischer und merkantilischer Hinsicht
- Bergarchiv Freiberg A-40170_334 (alt: Bd.57 Nr. 309, BA-A/B/II/309 Vol. IV) 1855 bis 1857 Betriebsangelegenheiten und Haushalt bei Vereinigt Zwitterfeld Fundgrube zu Zinnwald, Band IV
- Bergarchiv Freiberg A-40024-16_0002-2, 1906 bis 1921 Zinn- und Wolframerzbergbau im Gebiet Altenberg, besonders Zinnwald Enthält: Röhling, H. M. (1920): Bericht des Bergdirektors der Stahlwerk Becker AG, Grubenbetrieb Zinnwald vom Juli 1920, 32 Blatt, 27 Anlagen
- Bergarchiv Freiberg A-40024-17_0011 1909 bis 1910 Untersuchung von Wässern auf Radioaktivität, Bd. 3.
- Bergarchiv Freiberg A-40028-1_1158 (alt: OBA-BW 1158) 1937 bis 1942 Vereinigt Zwitterfeld Fundgrube in Zinnwald, Gewerkschaft Zinnwalder Bergbau in Altenberg, lange Monatsberichte, Bd.1
- Bergarchiv Freiberg, OBA I 0255, 1942 bis 1945 Kriegswirtschaftsaufgaben der Steine- und Erdenindustrie.

- Bergarchiv Freiberg R-40097_H60 Fischer, J. G. (29.07.1735): Grund- und Seigerriss Neuhoffnung Gesenk. Grund und Seyger Rieß Des Vereinigten Zwitter Feldes betreffende, um zu sehen: Ob das Neuhoffnung Gesencke aufm tieffen ErbStolln unterfahren? Abgemeßen am 14. et 29. Jul. 1735
- Bergarchiv Freiberg R-40040_B724 (alt: I.A.18) Meutzner, E. L. (1849): Gruben und Situations-Riß über einen Theil der Zinnwälder Neugeisinger Revier. Aufgenommen und gezeichnet im Jahre 1849
- Bergarchiv Freiberg R-40040_B711 (alt: I.A.8) Weiß, F. J. (1855): Graphische Darstellung der Wassergefälle zwischen Zinnwald, Altenberg, Geising und Bärenstein
- Besser, M. (1990): Abbruchbericht Zinn Altenberg, Suche 2, Teilgebiet Zinnwald. – VEB Geologische Forschung und Erkundung Freiberg, 17.12.1990
- Beyer, A. (1751): Bergmännischer Aufstand von dem Zinnwälder Berg-Wercke, so wohl Königl. Böhmischer, als Churfürstl. Sächsischer Seite d. a. 1736. – In: Otia metallica oder Bergmännische Neben-Stunden, Band II. Schneeberg 1751, S. 47-84
- Beyer, A. (1758): Von denen Arten in Bergwercken zu schießen, Besonders aber wie solches an einige Orten und auf den Zinn-Walde mit Schwärmergen verrichtet wird. – In: Otia metallica oder Bergmännische Neben-Stunden, Band III. Schneeberg 1758, S. 101-140
- Bock, W.-D.; Helbig, M.; Kühn, K.; Müller, A.; Dittrich, T.; Henker, J.; Gowans, R. (2018): Zinnwald Lithium Project - Technical Report according to NI 43-101, ohne Ort
- Bozenhard, M.; Sennewald, R. (2012): Verwahrungsdokumentation zum Projekt Geordnete Ableitung des Grubenwassers aus dem ehemaligen Bergbaugebiet Zinnwald – Georgenfeld. – Bergsicherung Freital GmbH 14.12.2012
- Burda, J. (2016): Rebilance zásob podzemních vod. Závěrečná zpráva, příloha č. 2/48 stanovení zásob podzemních vod, hydrogeologický rajon 6133-Teplický ryolit. – Česká geologická služba 2016 (Vorratsbestimmung Grundwasser im hydrogeologischen Gebiet des Teplitzer Quarzporphyrs).
- Česká geologická služba (2016): Rebilance zásob podzemních vod. Závěrečná zpráva - Hydrogeologický rajon 6133 – Teplický ryolit (Rebilanzierung der Grundwasservorräte. Abschlussbericht hydrogeologischer Bezirk 6133 - Teplitzer Rhyolit). Hrsg.: J. Burda (ČGS), Prag 2016
- Czekalla, C.; Mevius, W.; Hanert, H. (1995): Quantitative removal of iron and manganese by 1434 microorganisms in rapid sand filters (in situ investigations), Water Supply vol. 3, Berlin "B" 1435 pp 111–123, Pergamon Press Ltd., Great Britain
- Deutsche Lithium GmbH (2018): Zinnwald Lithium Project - Report on the Mineral Resource. <http://www.deuschelithium.de/investor-relations/#berichte> (abgerufen 21.02.2019)
- Deutsche Lithium GmbH (2019): Zinnwald Lithium Project - Technical Report on the Feasibility Study for the Zinnwald Lithium Project, Germany". <http://www.deuschelithium.de/investor-relations/#berichte>
- Dietrich, M.; Lenhard, G.; Sennewald, R. u.a. (2019): Bergschadenkundliche Analyse Zinnwald-Georgenfeld. – GolHo Niederschöna, G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft 30.10.2019
- DWD Climate Data Center (CDC): Aktuelle tägliche Stationsbeobachtungen (Temperatur, Druck, Niederschlag, Sonnenscheindauer, etc.) für Deutschland, Qualitätskontrolle noch nicht vollständig durchlaufen, Version recent, abgerufen am 18.04.2020

- European Metals Holdings Limited (2017a): Preliminary Feasibility Study confirms Cínovec as potentially low cost Lithium Carbonate producer. 19.04.2017. <https://www.europeanmet.com/announcements/> (abgerufen 21.02.2019)
- European Metals Holdings Limited (2017b): Research Note. The largest lithium hard rock project in Europe. 24.04.2017. URL: <https://www.europeanmet.com> (abgerufen 21.02.2019)
- European Metals Holdings Limited (2019): Preliminary Feasibility Study update confirms potential of low-cost lithium hydroxide production. 17.06.2019. URL: <https://www.europeanmet.com> (abgerufen 15.07.2020) [RAUMBILD]
- European Metals Holdings Limited (2020): Preliminary Mining permit at Cínovec granted. 16.06.2020. (Karte der Bergbaulizenz in 3 Grubenfeldern, Rampe), URL: <https://www.europeanmet.com> (abgerufen 15.07.2020)
- G.E.O.S. (2008): Erarbeitung einer Vorplanung mit Kostenschätzung zur Sanierung und Unterhaltung des künstlichen Gewässers Roter Graben. Auftraggeber: Landesdirektion Chemnitz
- Glombitza, F.; Kutschke, S.; Kießig, G.; Zellmer A. (2007): Treatment of Uranium containing Drainage water in a Pilot -Scale Plant by means of Microbial Reduction, Advanced Materials res. Vol. 20 – 21 (2007) pp 205- 208 / Biohydrometallurgy: from the single cell to the environment Proceedings of the 17 th international biohydrometallurgy Symposium 2 – 5 Sept. 2007 Frankfurt/ Main, Germany Eds.: A. Schippers, W. Sand, F. Glombitza, S. Willscher ISSN 1022-6680
- Glöckner, P. (1979): Operativní zpráva Cínovec-hydrogeologie. – Geindustria n.p. Praha závod Dubí u Teplic. Geofond Praha GFP028810 (Hydrogeologische Feldarbeiten zur Grube Cínovec-Jih).
- Glöckner, P.; Hercík, M. et al. (1984): Závěrečná zpráva úkolu Cínovec - hydrogeologie. – Geindustria n.p. Praha závod Dubí u Teplic. Geofond Praha GFP043915 (Abschlussbericht zu den hydrogeologischen Untersuchungen in der Grube Cínovec II)
- Görl, H. (1990): Schreiben vom 04.04.1990 Zinnerz Altenberg an Abt. Wismutangelegenheiten zum Grubenwasserüberlauf aus der Grube Cínovec ab 1992.
- Götz, B.; Vojtek, V. (1985): Závěrečna zpráva Cínovec-Jih 1. patro. – Rudné doly n.p. Příbram závod Cínovec. (Abschlussbericht zur Greisenlagerstätte Cínovec-Süd 1. Sohle; Lagerstätte und Technologien betreffend); Götz, B.; Vojtek, V. (1985): Závěrečna zpráva Cínovec-Jih 2. patro. – Rudné doly n.p. Příbram závod Cínovec (Abschlussbericht zur Greisenlagerstätte Cínovec-Süd, 2. Sohle; Lagerstätte und Technologien betreffend)
- Greif, A.; Klemm, W. (2010): Oberflächenwassergenaue Ableitung von Referenzwerten geogener Hintergrundbelastungen für Schwermetalle und Arsen in der Wasserphase sowie im schwebstoffbürtigen Sediment sächsischer Fließgewässer im Einzugsgebiet des Erzgebirges/Vogtlandes. Schriftenreihe des LfULG, Heft 10/2010.
- Grunewald, V. (1978): Neueinschätzung Rohstoffführung Erzgebirge, Gebiet Osterzgebirge – Metallogenie und Prognose Zinnwald, Teil 1 Metallogenie, Teil 2 Prognose. - Bericht Zentrales Geologisches Institut Berlin 1978
- Gussmann, H. (1997): Anwendung von Ionenaustauschern bei Abtrennung von Sulfaten, Metallen und Radionukliden aus sauren Grubenwässern, Proceedings des internat. Workshops der Wismut GmbH „Wasserbehandlung und Rückstandsentsorgung“ 24. – 26. 09. 1997 Chemnitz

- Hahmann, H. (1864): Journal einer Reise in das Erzgebirge und nach Böhmen 1864. S. 11-14b Zinnwald, Bibliothek Bergakademie Freiberg, Bergmännische Specimen Nr. 2673.
- Hartinger, L. (1995): Handbuch der Abwasser- und Recyclingtechnik für die metallverarbeitende Industrie. 2. Auflage 1995
- Hepnar, M.; Hercík, M. (1990): Vliv zatopení dolu Cínovec na prameniště vody, hydrogeologický posudek. – Geindustria st.p. Praha závod GMS Praha. Geofond Praha GFP097446 (Hydrogeologisches Gutachten zum Vorhaben der Flutung der Grube Cínovec, Grubenschema, Wassermengen).
- Hesse, E. H. (1803): Fahr-Bericht über das Berggebäude Vereinigt Zwitter Feld Fundgrube in Zinnwalde, Freyberg den 16ten Juni 1803 gefertigt, eingereicht d. 20sten Jun. 1803, Bibliothek Bergakademie Freiberg, Bergmännische Specimen Nr. 748.
- Hofmann, S.; Schmidt, A. (2018): Tiefer Hilfe Gottes Stolln und Tiefer Büнау Stolln in Zinnwald-Georgenfeld, Bericht zur Kontrollbefahrung. – GolHo Niederschöna 01.11.2018
- Hydroekologický informační systém výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, veřejná výzkumná Instituce, Brno URL: <http://www.heis.vuv.cz> . Základní vodohospodářská mapa ČR 1986 bis 1999 1:50.000 (Wasserwirtschaftliche Grundkarte, Blatt 02-14 Petrovice (1991), Blatt 02-32 Teplice (1989) Die Kartenrechte liegen bei diesem Institut (VÚV TGM , v.v.i.) und dem ČÚZK Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK)
- Jahrbuch (1915): Vereinigt Zwitterfeld Fundgrube zu Zinnwald: Gruben- und Haldenbetrieb, Seilbetrieb im Stollen abgeworfen, Haldenseilbahn, Abteufpumpe in Reichtroster Weitung, 1914. – In: Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen Jahrgang 1915, S. B 200
- Jahrbuch (1916): Vereinigt Zwitterfeld Fundgrube zu Zinnwald: Kompressor im Reichtroster Schacht für Bohrmaschinenbetrieb, Haldenbetriebe u.a. mittels Greiszecher Tageschacht, Grubenbetrieb, Hochdruckturbinenpumpe ersetzt hydraulischen Widder am Neuschacht, 1915. – In: Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen Jahrgang 1916, S. B 190, B 191-194
- Jahrbuch (1917): Vereinigt Zwitterfeld Fundgrube zu Zinnwald: Tiefbohrung, Tiefen Hilfe Gottes Stollen aufgewältigt, Haldenbetrieb, zweiter Kompressor, Bohrhämmer, Zuförderung im Stollen, Aufbereitungsanlagen weiter ausgebaut, Pelswäsche modernisiert, 1916. – In: Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen Jahrgang 1917, S. B 199, B 202-203, B 204-205.
- Janneck, E. (1997): Untersuchungen zur passiven Behandlung saurer Sickerwässer aus dem Schieferbergbau“, Tagungsband zum internationalen Workshop „Wasserbehandlung und Rückstandsentsorgung – konventionelle und innovative Lösungen“, Wismut GmbH 24.09.-26.09.1997 in Chemnitz
- Just, G.; Schilka, W. (1993): Radonperspektivität Altenberg - Untersuchungen zum Vorkommen und zur Dynamik von Radon. Ergebnisse der Testmessungen zum Vorkommen und zur Dynamik von Radon im Bereich der Wolfer Sohle und der Radonsohle. – Manuskript 1993, im Bestand Schilka. 27.09.2007, Bestand Stadt Altenberg.
- Kaufmann, H. (1981): Schreiben an Technischen Leiter H. Riedel wegen verfallender Oberflächenwässer im Sanierungsgebiet Zinnwald vom 13.03.1981. Betrifft: Beobachtungen und Festlegungen am 13.07.1980 und 11.03.1981 nördlich der B 170
- Kießig, G.; Vogel, D. (1997): Erfahrungen bei realisierten Wasserbehandlungen bei Wismut, Tagungsband zum internationalen Workshop „Wasserbehandlung und Rückstandsentsorgung – konventionelle und innovative Lösungen“, Wismut GmbH 24.09.-26.09.1997 in Chemnitz

- Klír, S.; Trachultec, J.; Zeman, J. (1994): Zpráva o výsledcích geologickoprůzkumných prací – Artézia Praha, 11/1994, 18 str. (Hydrogeologische Untersuchung zum Vorhaben einer Tankstelle in Cínovec mit besonderer Berücksichtigung des Schutzes der Teplitzer Thermalquellen). Zuarbeit von Zmítko, J. / Dubí aus dem Bestand Báňské projekty Teplice a.s.
- Kummer, V.; Menzel, Th.; Schiffner, K.; Goldacker, Ei.; Scheuermann, J.; Aurin, R.; Jentsch, St. (2007): Hochwasserschutzkonzeptionen Fließgewässer II. Ordnung: HWSK für die Städte Geising und Altenberg, Abschlussbericht einschließlich Anlagen. – iKD Ingenieur-Consult GmbH 15.12.2006/18.04.2007
- Kumpera, P. (1992): Zpráva o výsledcích geologicko-průzkumných prací Cínovec-zdroj, Firma Hydro-eco. Geofond Praha GFP077354 (Ergebnisse der hydrogeologischen Erkundungsbohrungen HV-1/1992 und HV-2/1992).
- Kühn, K. et al. (2019): Rahmenbetriebsplan nach § 52 Abs. 2 Nr. 1 BbergG (fakultativer Rahmenbetriebsplan) für das Bergwerk Zinnwald. – Deutsche Lithium GmbH Freiberg, 20.06.2019
- Landschaftsforschungszentrum (2012): Naturräume und Naturraumpotentiale des Freistaates Sachsen. – Landschaftsforschungszentrum Dresden e.V.; Interaktive Karten URL: www.naturraume.lfz-dresden.de.
- Lange, R. (1976): Studie zur technologischen Vorbereitung des Zinnwälder Sanierungsabschnittes Zinnwald-Nord (Michaeliser Flözgruppe/Nordwestfeld). – Bergsicherung Dresden 04.12.1976 (Bergschadenkundliche Analyse Zinnwald Teil IV).
- Lange, R.; Weigel, H. (1977): Abschlussdokumentation Sanierung Grenzübergangsstelle (GÜSt) Cínovec. – Bergsicherung Dresden, (Bergschadenkundliche Analyse Zinnwald Teil V), 28.02.1977
- Lange, R. (1978): Schreiben Bergsicherung Dresden an Zentrales Geologisches Institut Berlin zur Verwahrungsmethodik, der künftigen bergtechnischen Situation, mit Hinweis zur Auswirkung auf eine Vorratsberechnung. Archiv der Bergsicherung Freital GmbH, 16.03.1978
- Lange, R. (1987): Zinnwald. Eine erzgebirgische Bergbaugeschichte. – Berlin, Manuskript 1987
- Lächelt, A. (1959): Ergebnisse der Erkundungsarbeiten 1958 mit Bohrungen auf Lithium in Zinnwald (Erzgeb.). Zwischenbericht. Zentraler Geologischer Dienst der DDR, Geologischer Dienst Freiberg. – Archiv Freiberg, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie;
- Lächelt, A. (1960): Bericht über die Ergebnisse der Erkundungsarbeiten 1954/55 und 1958/60 mit Bohrungen auf Lithium in Zinnwald/Erzgebirge. – Geologischer Dienst Freiberg 1960.
- LfULG (2015): Bericht über die sächsischen Beiträge zu den Maßnahmenprogrammen der Flussgebietseinheiten Elbe und Oder nach § 82 WHG bzw. Artikel 11 der Richtlinie 2000/60/EG für den Zeitraum von 2016 bis 2021, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- LfULG (2018): Stolln-Steckbriefe, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, online verfügbar unter URL: https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/download/Steckbrief_Stolln.pdf [Abrufdatum: 14.11.2017].
- LfULG (2019a): Steckbrief Oberflächenwasserkörper, Rotes Wasser (DESN_537182). Bewertungszeitraum 2009-2015, Stand 30.07.2019

- LfULG (2019b): Steckbrief Oberflächenwasserkörper, Schwarzwasser (DESN_5371822). Bewertungszeitraum 2009-2015, Stand 02.07.2018
- Luftbild_1946: Alliierten-Luftbild um 1946 vom Grenzgebiet Cínovec/Zinnwald mit tagesnahem Bergbau und Haldenrückbau. Quelle: aus Privatbesitz. Das Original wird von der LUFTBILD-DATENBANK DR. CARLS GMBH in Estenfeld verwaltet.
- Malásek, F. (1995): Závěrečná zpráva úkolu Cínovec - Krupka, závěrečné zhonocení. – GIS cz a.s. Stříbro. Geofond Praha GFFZ006448. (Umfangreicher Abschlussbericht Cínovec - Krupka).
- Martin, M.; Sennewald, R. (2014): Bericht VODAMIN Teilprojekt 03 Vorortuntersuchungen und Auswertung der Wassermengenverhältnisse sowie Wassergüte Oberflächenwasser im Grenzraum Zinnwald/Cínovec. Teilprojekt P 06 Wechselwirkungen des Gruben- und Oberflächenwassers im Grenzraum Zinnwald/Cínovec. – G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft 04.08.2014.
- Martin, M.; Janneck, E.; Paul, M.; Meyer, J.; Jenk, U.; Baacke, D. (2019a): Möglichkeiten des Schadstoffrückhalts in unterirdischen Grubengebäuden des Erz- und Spatbergbaus. Abschlussbericht zum TP 1.2 Projekt „Vita-Min, Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden (unveröff.)
- Martin, M.; Kuhr, J.; Greif, A. (2019b): Schadstoffe - Ableitung von Hintergrundwerten, Teil: Ausweisung bergbaulich beeinflusster Oberflächenwasserkörper (OWK). (Bergbaukulisse für bergbaubelastete Oberflächenwasserkörper (OWK). G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Halsbrücke, AG: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- Martin, M.; Walther, J.; Jordan, I. (2020): Zusammenstellung der Bergbaukulisse für alterzbergbaubelastete Grundwasserkörper (GWK) in Sachsen. G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Halsbrücke, AG: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- Meißner, C. (1747): Umständliche Nachricht von der Churfl. Sächß. Schriftsäßigen freyen Zien-Berg-Stadt Altenberg in Meissen an der böhmischen Gränze gelegen, nebst dahin gehörigen Diplomatus und einem Anhang von den benachbarten Städten und Berg-Oertern. – Dresden und Leipzig 1747
- Mitas, J. et.al. (1997): Processing of uranium ore on the chemical treatment plant GEAM Dolni Rozinka in the conditions of completely closed technological waters cycle with minimalizing of environmental impact in: Proceedings of the 6th international symposium on mine planning and equipment selection. Ostrava, 3th - 6th- September 1997 , pp. 785 - 790, Eds.: V. Strakos, V. Kebo, R. Farana, L. Smutny , printed by A. A. Balkema Rotterdam/Brookfield 1997
- Mouchet, P. (1992): From conventional to biological removal of iron and manganese in 1437 France. J AWWA April:158–167
- Müller, F. et al. (ab 1970): Betriebsgrubenbild Grube Zinnwald der Bergsicherung Dresden, Maßstab 1:200, angelegt zwischen 31.12.1970 und 31.12.1988, nachgetragen bis mindestens 1996.
- Müller, F. (1991): 6. Nachtrag zum Objektplan Verwahrung des Südwestfeldes II in Zinnwald - BSD Schacht XXI (U Schacht Felix II auf dem Felix Morgengang) vom 12.04.1991. Betrifft: Versatzbohrlöcher und weitere 20 südwestliche Erkundungsbohrlöcher.
- Olberg, H. (1981): Aktennotiz verfallende Oberflächenwässer im Sanierungsgebiet Zinnwald vom 24.03.1981. Betrifft: Beobachtungen am 13.03.1981 nördlich der B 170

- Pätzig, W. (1961): Abschließendes hydrogeologisches Übersichtsgutachten über die Möglichkeiten der Wasserversorgung im Raum Zinnwald-Georgenfeld, Kreis Dippoldiswalde, Dresden, 52 Blatt. Archiv LfULG Freiberg, MS-5248:3/037
- Peters, T.; Kraume, M. (2005): Entwicklung und Perspektiven druckgetriebener Membranen. Chemie Ingenieur Technik 77 (5) (2005) 473 – 85
- Petzhold, P. A. (1859): Bericht über eine im September 1859 in das obere Erzgebirge Sachsens unternommene Instructionsreise, eingegangen den 20. April 1860. S. 19-22, Zinnwald, Bibliothek Bergakademie Freiberg, Bergmännische Specimen Nr. 2639
- Petzold, H. (1965): Der Protestantismus in Böhmischem-Zinnwald, sein Ende 1728, und die Wirksamkeit des Geisinger Pfarrers Immanuel Heinrich Kauderbach. – Dissertation, Karl-Marx-Universität Leipzig 1965. Druck: Schriften der Zentralstelle für Personen- und Familiengeschichte Band 21. Frankfurt am Main 1968;
- Pfütze, A. (2004): Verwahrungsdokumentation Tagesbruch Obervereinigtfelder Schacht Flurstück 43/10 in Zinnwald 12/0355/142 vom 23.07.2004, Sächsisches Oberbergamt Freiberg im Gemeindeordner 12/03/55 S. 591-609
- Pfütze, A. (2016): Verwahrungsdokumentation Tagesbruch an katholischer Kirche an der K 9033 in Altenberg OT Zinnwald 12/03/55/124 vom 26.11.2016, Archiv Bergsicherung Freital GmbH
- Pfütze, A. (2003): Verwahrungsdokumentation zum Tagebruch Teplitzer Straße 9 Poststelle 12/03/55/141 vom 20.06.2003, Sächsisches Oberbergamt Freiberg, im Gemeindeordner 12/03/55 S. 570-581.
- Pfütze, A. (2014): Dokumentation zu Sicherungsarbeiten nach massivem Spülsandaustrag auf dem Tiefe Hilfe Gottes Stolln im Bereich der Schachtumfahrung Albertschacht, Schadstellen 12/03/55/138 und 12/03/55/146 vom 14.02.2014.
- Pfütze, A. (2016): Kurzbericht Tagebruch an der Katholischen Kirche über dem BSD Schacht XXXI 12/03/55/124 vom 26.04.2016, enthält auch Bezüge zur Verwahrung 1994, Erkundung 2008, Sächsisches Oberbergamt Freiberg, im Gemeindeordner 12/03/55 S. 339-344.
- Phielier, R.; Voit, A.; Kothe, E. (2014): Microbially aided phytoremediation of heavy metal contaminated soils – strategies and applications Geobiotechnology Springer Verlag 2014 (im Druck)
- Proněk, S.; Kučera, J.; Kříž, V. (1990): Plán zajištění dolu provozu Cínovec. – Rudné Doly Příbram, závod Cínovec. Geofond Praha GFP138724. (Plan zur Schließung der gesamten Grube Cínovec).
- Raithel, E.; Pohl, M. (2018): Hydrogeologisches Gutachten Lagerstätte Zinnwald. – G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH für Deutsche Lithium GmbH als Antragsunterlage, 16.02.2018
- Rautenbach, R. (1997): Membranverfahren – Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung. Springer Verlag, Heidelberg 1997 ISBN 978-3-540-34328-8
- Riedel, H. et al. (1996): Verwahrungsdokumentation Sanierungsabschnitt Ausreisespur Grenzübergangsstelle 12/03/55/123 vom 07.10.1996. Enthält: Text, Anlagen, Bohrungen, BSD Schacht XXVI, BSD Schacht XXXIV, BSD Schacht XLIV, im Gemeindeordner 12/03/55 S. 306-331
- Rose, W. (1981): Aktennotiz verfallende Oberflächenwässer im Sanierungsgebiet Zinnwald vom 12.05.1981. Betrifft: Beobachtungen am 12.03.1981 und 13.03.1981 nördlich der B 170

- Röhling, H. M. (1924): Bericht über den Betrieb Vereinigt Zwitterfeld Fundgrube 1910 bis 1914.
- Rösner, S.; Sennewald, R. (2007): Studie Radonvorkommen und deren Nutzung als Heilmittel für die Stadt Altenberg. – G.E.O.S Ingenieurgesellschaft mbH Freiberg
- Scheibner, K. H. (1863): Journal über eine wissenschaftliche Instructionsreise in das sächsische Erzgebirge und das angrenzende Böhmen, unternommen Ende August und Anfang September 1863
- Schilka, W. (1985): Der regionalgeologische Rahmen der Zinnerzlagerstätte Altenberg. – Bericht, VEB Bergbau- und Hüttenkombinat „Albert Funk“ Freiberg, Zinnerz Altenberg 1985.
- Schoeman, J.J.; Steyn, A. (2001): Investigation into alternative Water treatment Technologies for the treatment of underground mine water discharges by Grootvlei Proprietary Ltd. Into the Blesbokspruit in South Africa. Desalination 133: 13 – 30
- Schuster, G.; Brüggemann, S.; Höroldt, U. (1996): Physikalisch - chemische Behandlung anorganischer Industrieabwässer 5/7.1 optimierte Fällung von Schwermetallen und Anionen mit Kalk , in : Abwassertechnik Schwamkrug, R. (1861): Journal über eine Reise durch das Erzgebirge anno 1861, eingegangen den 15. Juni 62. S. 9b-12, Zinnwald, Bibliothek Bergakademie Freiberg, Bergmännische Specimen Nr. 2650
- Sennewald, R. (2006): Bericht. Ingenieurtechnische Untersuchungen zur gesicherten Ableitung der Grubenwässer aus dem ehemaligen Bergbaugebiet Zinnwald-Georgenfeld. – G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft 22.06.2006
- Sennewald, R. (2007): Leistungsprogramm zur funktionalen Ausschreibung „Gesicherte Ableitung der Grubenwässer aus dem ehemaligen Bergbaugebiet Zinnwald-Georgenfeld“ – G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft 16.03.2007
- Sennewald, R. (2009): Baubegleitende Beobachtungen der Grubenwässer bergseitig vom Schnöpfner Schacht, Grubenwasserkontrollpunkte und Kontrollwege. Bericht zum Projekt Gesicherte Ableitung Grubenwässer Zinnwald-Georgenfeld. – G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH 31.01.2009, 67 Seiten
- Sennewald, R.; Schilka, W. (2017): Zinnwald – Sn-W-Li-Lagerstätte beiderseits der sächsisch-böhmischen Grenze, lagerstättenkundliche Beobachtungen in der Grube und interessante Erkenntnisse. Vortrag 19.10.2017
- Stahlwerk Becker AG (1918): Album Gewerkschaft Zinnwalder Bergbau/Stahlwerk Becker AG Abteilung Grubenbetrieb Zinnwald. Bestand Bergbaumuseum Altenberg in der Produktion WEKA Verlag Augsburg Mai 1996, 5 / 7.1 Seiten - 1 - 10
- Studel, K.; Horak, G.; Willscher, S.; Pompe, W.; Werner, P. (2007): Removal of Copper and Uranium from contaminated Waters in Biosorption Columns in: Advanced Materials Res. Vol. 20 – 21: pp. 627-631 / Biohydrometallurgy: from the single cell to the environment, Proceedings of the 17th International Biohydrometallurgy Symposium, 2 – 5 Sept. 2007, Frankfurt / Main Germany, Eds.: Schippers A, Sand W, Glombitza F, Willscher S, Trans Tech Publications LTD. Switzerland, UK, USA, ISSN 1022-6680
- Symmangk, R.; Sinapius R. (2007): Bodenverbreitung im Ost-Erzgebirge. – In: Naturführer Ost-Erzgebirge, Band 2. Dresden 2007, S.130-133
- Tsezos, M. (1990): Engineering Aspects of Metal Binding by Biomass in: Microbial Mineral Recovery Eds.: H.L. Ehrlich, C.L. Brierley, pp 325 – 339, Mc Graw-Hill Publishing Company, New York 1990 ISBN 0 – 07 – 007781 - 9
- Urbanec, J. (1978): Těžba mezikomorových pilířů masového zrudnění v okolí vytěžených žilných struktur ložiska Cínovec. – In: Rudy. 26 (1978), str. 297-303 (Kam-

merpfeilerbau in gewinnbaren Flözen mit massigen Begleitgreisen der Lagerstätte Cínovec).

- Urbanec, J.; Glöckner, P. (1978): Problematika možného vzťahu a souvislostí mezi ložiskem Cínovec-Jih a teplickými termami. – In: Rudy. 26 (1978), str. 303-308 (Einfluss des Greisenabbaus in Cínovec-Jih auf die Teplizer Thermalquellen).
- Urbanec, J.; Iványi, K. (1978): Otvírka cínowolframského ložiska Cínovec-Jih - tunel. – In: 600 let rudného hornictví na Cínovci. Sborník přednášek 16.-17. listopadu 1978, str. 85-114 (Tagungsband 600 Jahre Zinnwalder Bergbau, Projekt des Tiefen Stollns).
- Zmítko, J. (1997): Cínovec - hraniční přechod. Inženýrskogeologický průzkum. – Báňské projekty Teplice a.s. 02/1997, 45 str. (Vyhnálek: Přeložka silnice I/8) Zak č. 7596/DÚR, Archiv. č. AG-6-01218 (Baugrunderkundung zum Bau der Umgehungsstraße I/8 in Cínovec). Zuarbeit von Zmítko, J. / Dubí aus dem Bestand Báňské projekty Teplice a.s.