

## INHALTSVERZEICHNIS

	SEITE
1. <u>Aufgabenstellung und Untersuchungsablauf</u>	1
2. <u>Exemplarische Maßnahmen zur Vermeidung, Verminderung und Kontrolle der wasserhaushaltlichen und ökologischen Auswirkungen</u>	3
2.1          Räumlich-zeitliche Varianten zum geplanten Tagebau Garzweiler II	4
2.1.1      Anforderungen an räumlich-zeitliche Varianten	5
2.1.1.1    Wasserhaushalt	5
2.1.1.2    Energiewirtschaft	7
2.1.1.3    Bergbautechnik	8
2.1.1.4    Infrastruktur und Sonstiges	9
2.1.2      Diskussion verschiedener räumlich-zeitlicher Tagebaumöglichkeiten	10
2.1.2.1    Bergbautechnische Betriebsformen	12
2.1.2.1.1   Parallelbetriebe	12
2.1.2.1.2   Schwenkbetriebe	14
2.1.2.1.3   Beurteilung der Betriebsformen	16
2.1.2.2    Mögliche Begrenzungslinien verkleinerter Tagebaufelder	17
2.1.3      Auswahl einer räumlich-zeitlichen Variante	22
2.1.3.1    Herleitung der Variante	22
2.1.3.2    Grobdarstellung der Abbaustände	24
2.1.3.3    Wesentliche Merkmale der Abbaukonzeption	42
2.1.3.3.1   Wasserhaushaltliche Merkmale	42
2.1.3.3.2   Wirtschaftliche Merkmale	44
2.1.3.3.3   Bergbautechnische Merkmale	45
2.1.3.3.4   Infrastrukturelle und sonstige Merkmale	46
2.1.4      Zu erwartende Auswirkungen und Konsequenzen	46
2.1.4.1    Wasserhaushalt	46
2.1.4.2    Wirtschaftlichkeit und Bergbautechnik	48
2.1.4.3    Umsiedlung und Infrastruktur	49
2.1.5      Zusammenfassung	49

		SEITE
2.2	Einsatzmöglichkeiten von Abdichtungstechniken	52
2.2.1	Analyse der Untersuchungen von Abdichtungstechniken	52
2.2.1.1	Untersuchungen von Heitfeld und Düllmann	54
2.2.1.2	Vergleichende Betrachtung mit den Untersuchungen von Goergen, Völtz, Stoll und Hupp	56
2.2.1.3	Zusammenfassende Betrachtung und verbleibender Untersuchungsbedarf	58
2.2.2	Einsatzmöglichkeiten der Bodenvereisung	62
2.2.2.1	Vereisungstechnik	63
2.2.2.2	Technische Machbarkeit	67
2.2.2.3	Wasserhaushaltliche Wirksamkeit und ökologische Konsequenzen	69
2.2.2.4	Kostenschätzung	71
2.2.2.5	Zusammenfassende Empfehlungen	75
2.3	Analyse der Maßnahmen im Schwalm-Gebiet nach dem MURL-Konzept	77
2.3.1	Maßnahmen im Schwalm-Gebiet nach dem MURL-Konzept	83
2.3.1.1	Umsetzungsstufen 1 und 2	85
2.3.1.2	Geplante Umsetzungsstufe 3	93
2.3.1.3	Aufbereitung und Zuführung von Sümpfungswasser	97
2.3.2	Zielsetzung der Kompensationsmaßnahmen	98
2.3.3	Planungsgrundlagen des Ausführungsvorschlages der Umsetzungsstufe 3	104
2.3.3.1	Grundwassermodell Schwalmoberlauf	105
2.3.3.2	Notwendige Grundlagenkenntnisse	111
2.3.3.2.1	Infiltrationstechnik	112
2.3.3.2.2	Ökologische Wirksamkeit der Maßnahmen	113
2.3.4	Beobachtungs- und Kontrollkonzept	115
2.3.5	Zusammenfassende Empfehlungen	127

	SEITE	
2.4	Zeitlich verzögerter Aufschluß des geplanten Tagebaus Garzweiler II	131
2.4.1	Gewinnung und Verwendung der Braunkohle	132
2.4.2	Möglichkeiten zur Veränderung der Abbauführung	136
2.4.3	Möglichkeiten zur Veränderung der Förderleistung	143
2.4.4	Zusammenfassende Empfehlungen	148
2.5	Anforderungen an ein Beobachtungs- und Kontrollkonzept	150
2.5.1	Theoretische Grundlagen	152
2.5.1.1	Aktuelle Ansätze zur Umweltbeobachtung	153
2.5.1.1.1	Beobachtungsmodell	156
2.5.1.1.1.1	Das regionale Mensch-Umwelt-System	156
2.5.1.1.1.2	Raum-Zeit-Betrachtung des Mensch-Umwelt-Systems	159
2.5.1.1.2	Strukturierung und Erfassung der Beobachtungsgegenstände	162
2.5.1.1.3	Biomonitoring	165
2.5.1.2	Funktion von Umweltqualitätszielen und Umweltqualitätsstandards	166
2.5.1.3	Schlußfolgerungen zu grundlegenden Anforderungen	170
2.5.1.3.1	Ziele der Umweltbeobachtung	170
2.5.1.3.2	Struktur der Umweltbeobachtung	171
2.5.1.3.3	Zusammenführung von sektoraler und systemarer Umweltbeobachtung	173
2.5.1.3.4	Modellvorstellungen zur Abbildung relevanter Ursache-Wirkung-Beziehungen	174
2.5.1.3.5	Ziele für ein Monitoring der Feuchtgebiete	177
2.5.2	Analyse bestehender Beobachtungen im Schwalm-Gebiet	179
2.5.2.1	Beobachtungen im Zusammenhang mit den Auswirkungen der Sumpfung und der Wirksamkeit von Kompensationsmaßnahmen	179
2.5.2.1.1	Beobachtung der Sumpfung	180
2.5.2.1.2	Beobachtungen des Grundwassers und der Auswirkungen der Sumpfung bzw. der Kompensationsmaßnahmen für den Tagebau Garzweiler I	181

2.5.2.1.3	Beobachtungen im Rahmen des MURL-Konzeptes	183
2.5.2.1.4	Feuchtgebietsuntersuchung Naturpark Schwalm-Nette	183
2.5.2.1.5	Forstliche Weiserflächen	186
2.5.2.1.6	Naturwaldzelle "Schwalmtal"	187
2.5.2.1.7	Beobachtung von Bodensenkungen	188
2.5.2.1.8	Untersuchungen bis zu den Leitentscheidungen 1987	188
2.5.2.1.9	Ergänzende Untersuchungen gemäß Leitentscheidungen 1987	191
2.5.2.1.10	Untersuchungen an der Versickerungstestanlage Mühlenbach	193
2.5.2.2	Andere relevante Beobachtungen	195
2.5.2.2.1	Beobachtung nicht bergbaulicher Verursacher	196
2.5.2.2.2	Topographische Beobachtungen	198
2.5.2.2.3	Klimabeobachtungen	199
2.5.2.2.4	Gewässergüteuntersuchungen	199
2.5.2.2.5	Abflußmessungen	200
2.5.2.2.6	Luftimmissionsbeobachtungen	201
2.5.2.2.7	Waldzustandserfassung	201
2.5.2.2.8	Landschaftsinformationssystem (LINFOS)	203
2.5.2.3	Allgemeine Beurteilung bestehender Beobachtungen	204
2.5.2.3.1	Strukturierung und Erfassung der Beobachtungsgegenstände	204
2.5.2.3.2	Ziele der Beobachtung	212
2.5.2.3.3	Zusammenfassende Beurteilung	217
2.5.3	Anforderungen an ein maßnahmenbegleitendes Beobachtungs- und Kontrollkonzept	219
2.5.3.1	Anwendungsfunktionen	219
2.5.3.1.1	Beobachtung und Kontrolle	221
2.5.3.1.2	Ableitung und Entwicklung von Sollgrößen	223
2.5.3.2	Beobachtungs- und Kontrollbereiche	224
2.5.3.3	Entwicklung von Prüf- und Kontrollkriterien	229
2.5.3.4	Beobachtungseinrichtungen	230
2.5.3.5	Verarbeitung und Auswertung der Beobachtungsergebnisse	234
2.5.3.6	Institutioneller Rahmen	235
2.5.3.7	Möglichkeiten und Grenzen	236
2.5.4	Zusammenfassende Empfehlungen	237

	SEITE
3.	<u>Analyse der aktuellen ergänzenden Untersuchungen</u> 240
3.1	Grundwassermodell Venloer Scholle 241
3.1.1	Aufgaben und Ziele des Grundwassermodells 241
3.1.2	Auftretende Unschärfen bei den Modelleingangsdaten 243
3.1.2.1	Randbedingungen 243
3.1.2.2	Eingangsdaten 244
3.1.2.3	Kalibrierungsergebnisse 245
3.1.2.4	Berücksichtigung des MURL-Konzeptes 247
3.1.3	Bewertung von Aussagegenauigkeit und Verwendungsfähigkeit des Modells 248
3.1.4	Offene Fragen und weitergehender Untersuchungsbedarf 252
3.1.4.1	Verbleibende Fragenkomplexe 252
3.1.4.2	Zusätzliche Fragenkomplexe 253
3.1.4.2.1	Hydrogeologische Situation am südöstlichen Rand der Venloer Scholle 254
3.1.4.2.2	Langfristige Klimaänderungen 257
3.1.4.2.3	Weitere entscheidungsrelevante Verwendungsmöglichkeiten 259
3.1.5	Zusammenfassende Empfehlungen 260
3.2	Grundwassermodellrechnungen zur Abschätzung der wasserhaushaltlichen Auswirkungen von Varianten des geplanten Tagebaus Garzweiler II 262
3.2.1	Rechtliche Anforderungen 262
3.2.2	Inhaltliche Anforderungen 265
3.2.3	Vorschläge für Berechnungen 269
3.2.4	Zusammenfassende Empfehlungen 275

4. Zusammenfassende Empfehlungen der Gesamtunter-  
suchung

QUELLEN

Nr.		SEITE
18	Handlungskonzept für wasserwirtschaftliche Ausgleichsmaßnahmen zum Schutz gefährdeter Feuchtgebiete	82
19	Maßnahmen der Stufen 1 und 2 im Schwalmquellgebiet	88
20	Beobachtungseinrichtungen für die Stufen 1 und 2 der Maßnahmen im Schwalmquellgebiet	90
21	Geplante Maßnahmen der Umsetzungsstufe 3	94
22	Beurteilungsrahmen für die ökologische Wirksamkeit technischer Maßnahmen	99
23	Zu untersuchende Möglichkeiten zur Standortoptimierung der Maßnahmen der Umsetzungsstufe 3 des MURL-Konzeptes im Schwalm-Gebiet	109
24a-d	Lage von ausgewählten Beobachtungseinrichtungen im Schwalm-Gebiet	117- 123
25	Braunkohlenförderung im Rheinischen Revier	134
26	Geplanter Abbaustand Anfang 2004 im Tagebau Garzweiler I entsprechend den Planungen des Bergbautreibenden	139
27	Möglicher Abbaustand im Tagebau Garzweiler I vor Aufschluß eines Tagebaus Garzweiler II	141
28	Modell eines regionalen Mensch-Umwelt-Systems	157
29	Raum-Zeit-Modell des Mensch-Umwelt-Systems	160
30	Ebenen der integrierenden Umweltbeobachtung	164
31	Entwicklung von Umweltqualitätszielen und Umweltqualitätsstandards	169
32	Struktur der ökosystemorientierten Umweltbeobachtung	172
33	Verhältnis von sektoraler und systemarer Umweltbeobachtung	173

---

Nr.		SEITE
34	Modell der zu betrachtenden Systeme und Funktionseinheiten	176
35	Funktionen eines Monitoringprogramms im Zusammenhang mit der Überwachung und Erfolgskontrolle von Kompensationsmaßnahmen	220
36	Entwicklung von wasserhaushaltlichen und ökologischen Sollgrößen mit Hilfe eines maßnahmenbegleitenden Monitorings	225
37	Darstellung des möglichen Schwankungsbereiches (0,5 m) der Grundwasserstände, aufgezeigt am Beispiel einer 0 m - Differenzlinie	249
38	Geologische Verwerfungen im südlichen Bereich von Garzweiler II	268



**ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Nr.		SEITE
1	D:K-Verhältnisse im Tagebau Garzweiler II	9
2	Wasserhaushaltliche Auswirkungen einer Tagebauverkleinerung	11
3	Parallelbetrieb: Ost-West-Richtung	12
4	Parallelbetrieb: Süd-Nord-Richtung	13
5	Schwenkbetriebe: Drehpunkt Nord, Schwenken im und gegen den Uhrzeigersinn	14
6	Schwenkbetriebe: Drehpunkt Süd, Schwenken im und gegen den Uhrzeigersinn	15
7	Hangendfläche Flöz Frimmersdorf	18
8	Liegendfläche Flöz Morken	19
9	Verkleinerte Tagebaumöglichkeit 1	20
10	Verkleinerte Tagebaumöglichkeit 2	21
11	Hangendes Flöz Frimmersdorf mit verkleinerten Tagebaumöglichkeiten	23
12a-g	Tagebaustände eines verkleinerten Tagebaus Garzweiler II (2005-2035)	27-39
13	Mögliche Ganglinien der Tagebausümpfungen	48
14	Bereich für die Errichtung einer Dichtungsschürze im Tagebau Garzweiler I	60
15	Technik des Gefrierverfahrens	64
16	Möglicher Verlauf einer Vereisungsdichtwand	65
17	Handlungsrahmen für wasserwirtschaftliche Ausgleichsmaßnahmen zum Schutz gefährdeter Feuchtgebiete	81

**TABELLENVERZEICHNIS**

Nr.		SEITE
1	Parallelbetriebe	13
2	Schwenkbetriebe: Drehpunkt Nord	15
3	Schwenkbetriebe: Drehpunkt Süd	16
4	Überschlägige Massenberechnung der hergeleiteten Variante eines verkleinerten Tagebaus Garzweiler II	41
5	Überschlägige Massenberechnung der Tagebauvariante ohne Abbau des Sprungsystems	42
6	Sümpfungstiefen und -einsparungen im oberen (hangenden) Grundwasserstockwerk	43
7	Sümpfungstiefen und -einsparungen im unteren (liegenden) Grundwasserstockwerk	43
8	Prozentuale Anteile der Tagebauvariante an der ursprünglichen Planung für Garzweiler II	44
9	Abdichtungstechniken	54
10	Zusammenfassende Kostenschätzung einer Vereisungsdichtwand	74
11	Stand der Umsetzung des MURL-Konzeptes	86
12	Auswirkungen der Sohlschwellen auf ein 5-jähriges Hochwasser	87
13	Informationsverpflichtungen des Bergbautreibenden nach dem MURL-Konzept (Schwalm-Gebiet, Stufe 2) gegenüber Behörden und anderen Trägern öffentlicher Belange	92
14	Vorgesehene Wassermengen zur Versickerung und Direkteinleitung im Schwalm-Gebiet	96
15	Dimensionierung der geplanten Sickerschlitze	97

Nr.		SEITE
16	Geobotanische Untersuchungen der Feuchtgebiete nach dem MURL-Konzept	125
17	Braunkohlenvorräte und -förderung der in Abbau befindlichen bzw. genehmigten Tagebaue	133
18	Förderung von und Erzeugnisse aus Braunkohle des Rheinischen Reviers	135
19	Vor- und Nachteile eines Neuaufschlusses des geplanten Tagebaus Garzweiler II	137
20	Verpflichtungen zur Beobachtung sowie zu Angaben über die Verwendung des Sumpfungswassers für den Tagebau Garzweiler I	180
21	Verpflichtungen zur Beobachtung der Auswirkungen der Sumpfung und der Kompensationsmaßnahmen für den Tagebau Garzweiler I	182
22	Angaben zu den Testflächen der "Feuchtgebietsuntersuchung Naturpark Schwalm-Nette"	185
23	Dokumentationsunterlagen der gesamten "Feuchtgebietsuntersuchung Naturpark Schwalm-Nette"	185
24	Forstliche Weiserflächen im Schwalm-Gebiet	187
25	Angaben zu den in der "Machbarkeitsstudie künstliche Grundwasseranreicherung" untersuchten Fallbeispielen	191
26	Beabsichtigte Untersuchungen in den repräsentativen Feuchtgebieten Buscher Bruch, Rothbusch, Piecksbruch und Elmpter Bruch	192
27	Beobachtungen im Rahmen der Bio-ökologischen Untersuchungen für den Bereich des oberen Mühlenbachtals von 1986-1990	194
28	Beobachtungsgegenstände und -ansätze sowie Datenauswertung	206
29	Räumlich-zeitliche Aspekte der Beobachtungen	208
30	Untersuchungsmethoden und Auswertung der Beobachtungsergebnisse	211

Nr.	SEITE
31 Kontroll- und Beobachtungsbereiche bei Einsatz von Versickerungsanlagen und Oberflächenwasserbewirtschaftung	226
32 Vorschläge für zu prüfende Variantenberechnungen im Grundwassermodell Venloer Scholle	270