

**Bewirtschaftungsziele bei durch Grubenwassereinleitungen
beeinflussten Oberflächenwasserkörpern
In Nordrhein-Westfalen**

**Hintergrunddokument zum Bewirtschaftungsplan nach Wasserrah-
menrichtlinie**

Stand: 25.11.2008

Hinweise

Dieses Dokument wurde durch eine Arbeitsgruppe unter Leitung des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen erstellt. In der Arbeitsgruppe waren vertreten die RAG Deutsche Steinkohle, die Bezirksregierungen Arnsberg, Düsseldorf und Münster, das Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz in NRW, die Emschergenossenschaft, der Lippeverband und die LINEG.

Inhaltsverzeichnis

1	Signifikante Belastungen durch Grubenwassereinleitungen (zu Kap. 8 des BW-Plans)	3
2	Bisherige und zukünftige Maßnahmen sowie Begründung für Fristverlängerungen (zu Kapitel 10 Bewirtschaftungsplan und Kapitel 8 Maßnahmenprogramm)	6
2.1	Bisherige Maßnahmen	6
2.2	Langfristige Planung	13
2.3	Mittelfristige Planung bis 2027	16
2.4	Prüfung von Gründen für Fristverlängerungen	18
2.4.1	Grubenwasserversenkung	19
2.4.2	Salzwasserbehandlung	19
2.4.3	Übertägige Ableitung zum Rhein	20
2.4.4	Untertägige Ableitung zum Rhein	21

1 Signifikante Belastungen durch Grubenwassereinleitungen (zu Kap. 8 des BW-Plans)

Der Abbau der Steinkohle hat unter anderem Auswirkungen auf die Wasserqualität der mit Grubenwasser beaufschlagten Oberflächengewässer.

Das Grubenwasser verändert die Wasserqualität in den unterhalb liegenden Wasserkörpern und zwar aufgrund der mitgeführten Stoffe (insbesondere Chlorid), des Wärmeeinlasses, der Menge an sich und der zum Teil stoßweisen Ableitung.

Diese Faktoren können Auswirkungen auf die Gewässerfauna und -flora haben.

Insgesamt werden in Nordrhein-Westfalen 98,4 Mio. m³ Grubenwasser mit einer Chloridfracht von 856 kt (Stand 2007) abgeleitet (Tabelle 1).

	Grubenwasser in Mio. m ³ /a	Salzfracht in kt
Rheingraben Nord	6,6	110,5
Ruhr	33,1	23,8
Emscher	22,8	265,4
Lippe	17,3	239,6
Summe Rhein	79,9	639,3
Ems (Ibbenbürener Aa)	16,5	215 kt/a
Summe NRW	98,4	856,2

Tabelle 1: Grubenwassermenge und Salzfrachten (2007)

In Tabelle 2 sind die Chloridkonzentrationen in den mit Grubenwasser beaufschlagten Flüssen für die Mündungs- bzw. Grenzmesststellen dargestellt. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Chloridfrachten nicht ausschließlich auf die Grubenwassereinleitungen zurückgehen. Am Rhein kommen erhebliche Frachten von oberhalb hinzu und auch Einleitungen aus der Industrie. In allen Fällen sind auch Grundbelastungen geogener Art und aus Haushalten enthalten.

	Jahresmittelwert an Mündung / Landesgrenze [mg/l]	Chloridkonzentration - Schwankungsbreite [mg/l]
Alter Rhein/Moersbach	957	380 - 1770
Ruhr (2006)	53	28 - 80
Emscher	700	315 - 985
Lippe	230	116 - 530
Rhein	82	44 - 122
Dreierwalder Aa (Ems)	4530	3040 - 6200

Tabelle 2: Monitoringergebnisse zu Chloridkonzentrationen und deren Schwankungsbreiten (2007)

Tabelle 2 enthält die Daten von 2007. Diese sind für die künftigen Jahre unter Umständen nicht repräsentativ. So werden an der Fließgewässerstelle Alter Rhein/Moersbach in Zukunft (möglicherweise ab Mitte 2009) wieder deutlich höhere Chloridwerte erwartet. Es ist davon auszugehen, dass der Chlorid-Mittelwert um 2000 mg/l liegen wird, die Schwankungen werden im Bereich 350 bis 3000 mg/l Chlorid erwartet.

Ebenfalls für die Lippe und die Emscher ist mit höheren Chloridwerten zu rechnen.

Folgende Parameter sind Indikatoren für Belastungen der Gewässer durch Grubenwasser:

Chlorid

Die Chloridkonzentration ist nach EG-WRRL keine eigene Qualitätskomponente, sie ist aber insofern zu berücksichtigen, als sie Auswirkungen auf die biologischen Lebensgemeinschaften haben kann.

Makrozoobenthos

Nach Aussagen der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser besteht grundsätzlich ab einer Chloridkonzentration > 200 mg/l die Wahrscheinlichkeit, dass die Zusammensetzung der biologischen Lebensgemeinschaften im Gewässer hin zu einem höheren Anteil nicht typspezifischer und salztoleranter Arten verschoben wird. Die heute dazu vorliegenden Untersuchungen mit den nun erstmals angewandten WRRL-konformen Monitoringverfahren bestätigen diese von der LAWA bisher angenommene Korrelation nicht.

Nach Auswertung von Monitoringdaten durch eine nordrhein-westfälische Arbeitsgruppe bestehend aus Lippeverband/Emschergenossenschaft (EG/LV), Linksniederrheinischer Entwässerungsgenossenschaft (LINEG) und dem LANUV NRW sowie einer Expertenbefragung in einer Reihe von anderen Bundesländern ist bis zu einer Chloridkonzentration von 400 mg/l (Jahresmittelwert) die Erreichung des guten Zustands für die Qualitätskomponente Makrozoobenthos durch diesen Parameter wahrscheinlich nicht eingeschränkt. Bei Konzentrationen > 800 mg/l ist die Erreichung des guten ökologischen Zustands eindeutig nicht möglich. Bei Konzentrationen zwischen 400 – 800 mg/l gilt die Möglichkeit der Erreichung des guten Zustandes als fraglich und es besteht weitergehender Untersuchungsbedarf.

Neben der im Jahresmittelwert im Gewässer zu beurteilenden Konzentrationen können sich auch Konzentrationsschwankungen negativ auf die biologische Lebensgemeinschaft auswirken. Nach den vorliegenden Auswertungen sind dabei Schwankungen tolerabel, deren Maximum 800 mg/l nicht überschreitet, solange der Jahresmittelwert 400 mg/l nicht überschreitet. Bei größeren Schwankungen gilt das Erreichen des guten Zustandes für das Makrozoobenthos als nicht möglich.

Von den mit Grubenwasser beaufschlagten Gewässern in Nordrhein-Westfalen wird der vorgenannte Bereich bis 400 mg Chlorid/l gemäß den Ergebnissen des Monitoring in folgenden Gewässern bzw. -abschnitten nicht eingehalten:

- Emscher ab Gelsenkirchen (offener Schmutzwasserlauf bis ca. 2017)
- Holzbach (Emschersystem – offener Schmutzwasserlauf)
- Unterlauf Hüller Bach (Emschersystem – offener Schmutzwasserlauf)
- Unterlauf Borbecker Mühlenbach / Berne (Emschersystem – offener Schmutzwasserlauf)
- Ölbach (Ruhrsystem)
- Alter Rhein / Moersbach / Fossa Eugenia / Große Goorley (Rheingraben)

- Dreierwalder Aa (Emssystem)

Berechnungen, basierend auf Abflußmodellen für Lippe und Emscher, weisen für die Lippe unterhalb Haus Aden und für die Emscher unterhalb Hansa ebenfalls Chloridimmissionen größer 400 mg/l aus. Differenzen zu den oben genannten Monitoringergebnissen 2007 sind in variierendenhebungsmengen jeweiliger Kalenderjahre, in der rechnerischen Zugrundelegung von Niedrigwasserabflüssen und in der prognostischen Berücksichtigung der künftig getrennten Ableitung behandlungsbedürftiger Abwässer in der Emscher begründet.

In den übrigen mit Grubenwasser beaufschlagten Gewässern (Ruhr, Rhein) werden die vorgenannten Chloridwerte eingehalten, weshalb Abweichungen vom guten Zustand bezüglich des Makrozoobenthos in diesen Gewässern nicht (haupt-)ursächlich auf die Grubenwassereinleitungen zurückgeführt werden. Gleichwohl werden auch diese Gewässer nachfolgend mitbetrachtet, um für die nach Umsetzung des Maßnahmenprogramms sich einstellenden, ggf. empfindlicheren Lebensgemeinschaften, gute Lebensbedingungen zu schaffen. Entsprechende Optimierungsmaßnahmen gehören zu den grundlegenden Verpflichtungen des Gewässernutzers, wobei der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu berücksichtigen ist.

Insbesondere sind in der Lippe unterhalb der Grubenwassereinleitung Heinrich-Robert zwar nach aktueller Beurteilung keine als mäßig bezüglich Chlorid eingestuftes Wasserkörper zu finden. Allerdings liegen dort Jahresmittelwerte zwischen 200 und 400 mg/l vor, welche eine weitere Beobachtung der Situation erforderlich machen.

Fischfauna (Wärme)

Beeinträchtigungen der Fischfauna aufgrund des Wärmeinventars der Grubenwassereinleitungen sind nicht als signifikant zu bezeichnen. Das Wärmeinventar der Grubenwassereinleitungen wird bei der Ausarbeitung von Wärmelastplänen, vor allem für die Lippe, berücksichtigt.

Eisen, Sulfat

Vor allem in den Grubenwässern der Ibbenbürener Steinkohlelagerstätte liegen relevante Belastungen durch Eisen und Sulfat vor. Die aus der Pyritoxidation im stillgelegten Westfeld herrührende Eisenbelastung der Grubenwässer hat eine Behandlungsanlage erforderlich gemacht. Diese reduziert die Eisenbelastung von etwa 250 mg/l durch Belüftung, Kalkung und Flockung auf ca. 0,5 mg/l im Ablauf. Die Sulfatbelastung beträgt hier ca. 2.000 mg/l, in dem im Abbau befindlichen Ostfeld liegt sie bei rund 700 mg/l. Die Auswirkungen des Sulfats auf die Lebensgemeinschaft sind denen von Chlorid vergleichbar.

Sonstige Stoffliche Belastungen

Grubenwasser ist schon natürlicherweise und verstärkt durch den Kohleabbau mit Metallen belastet. Signifikante Belastungen mit Metallen sind in den mit Grubenwasser beaufschlagten Gewässern von Emscher, Lippe, Ruhr und Rhein festgestellt worden. Allerdings ist nach bisherigen Untersuchungen die Relevanz der Einträge aus Grubenwasser entweder vernachlässigbar (z.B. für Kupfer) oder die Frachtbeiträge sind noch genauer zu ermitteln (z.B. für Zink).

Dazu wurde ein Grubenwassermonitoring zwischen dem Bergbaubetreibenden, dem LANUV NRW und der Bezirksregierung Arnsberg, Abt. 6 (Bergbau) abgestimmt, welches im Jahr 2008 gestartet ist.

Weiterhin sind für die Parameter Bor und Barium durch die Grubenwassereinleitungen erhöhte Konzentrationen gegenüber den natürlichen Werten festgestellt worden. Für diese Parameter liegen jedoch keine gesetzlich verbindlichen Normen vor. Diese Parameter müssen somit zunächst auf ihre ökotoxikologische Bedeutung hin näher erforscht werden.

Eine Fristverlängerung für den Bergbau bezüglich der sonstigen stofflichen Belastungen ist daher derzeit nicht erforderlich.

Radioaktivität

Die Zusammensetzung der gehobenen Grubenwässer ist im Hinblick auf den Parameter Radium je nach Lage und Tiefe der Bergwerke unterschiedlich und hängt offensichtlich mit dem Zufluss von hochsalinaren Tiefenwässern und dem darin enthaltenen radioaktiven Radium in die Grubengebäude zusammen.

Das den untertägigen Grubenbauen zufließende Tiefenwasser enthält neben Radium auch Chlorid und Sulfat sowie Barium. Barium- und sulfathaltige Grubenwässer bilden unter Tage das unlösliche Salz Bariumsulfat. Das dem Barium ähnliche Radium wird auch in das Kristallgitter eingebaut und fällt mit dem Salz als Sediment in den untertägigen Wasserhaltungen aus.

Sofern Sulfat nicht in ausreichendem Maße im Grubenwasser zur Ausfällung vorhanden ist, können Radiumanteile über die Wasserhaltungen in die Vorfluter gelangen und sich erst dort als Bariumsulfat ablagern.

Deshalb werden diesbezügliche Messungen der Ortsdosisleistungen an den Grubenwassereinleitstellen der RAG durchgeführt.

Die Messwerte der Ortsdosisleistung in Nanosievert je Stunde (nSv/h) lassen eine Abschätzung der Wirkung von Radium auf den Menschen zu. Hierzu wird eine Formel der Strahlenschutzkommission benutzt, die verschiedene Einflussfaktoren berücksichtigt. Wird eine maximale zusätzliche Dosis von 1 Millisievert pro Jahr (Richtwert nach Strahlenschutzverordnung 2001) zugrunde gelegt und nicht überschritten, so sind keine Maßnahmen zu ergreifen. Die natürliche Hintergrundstrahlung (kosmische und terrestrische Strahlung) beträgt in Nordrhein-Westfalen etwa 130 nSv/h (= 1,13 mSv/a).

Die an den Grubenwassereinleitungen der RAG gemessenen Ortsdosisleistungen liegen grundsätzlich im Bereich der natürlichen Hintergrundstrahlung.

Die gemessenen höheren Werte einer Grubenwassereinleitung an der Lippe (BW Auguste Victoria) hängen wahrscheinlich mit dem dort früher von Rechtsvorgängern der RAG ausgebeuteten Erzvorkommen zusammen. Um zukünftige weitere Belastungen zu verringern wurde eine Natriumsulfatanlage zur Fällung von Barium aus dem Grubenwasser unter Tage installiert.

2 Bisherige und zukünftige Maßnahmen sowie Begründung für Fristverlängerungen (zu Kapitel 10 Bewirtschaftungsplan und Kapitel 8 Maßnahmenprogramm)

2.1 Bisherige Maßnahmen

Die Auswirkungen des Abbaus der Steinkohle auf die Gewässer haben sich in den letzten Jahrzehnten bereits erheblich reduziert, weil Standorte aufgegeben wurden und damit Grubenwassereinleitungen entfielen oder zumindest reduziert wurden. Außerdem

sind in vielen Fällen aktive Maßnahmen durchgeführt worden, um die Einleitungen mit Blick auf die Minderung hydraulischer und stofflicher Belastungen zu vergleichmäßigen und um die Einleitungen von den Nebengewässern in die Hauptgewässer zu verlegen und so die Anzahl der von Grubenwassereinleitungen betroffenen Wasserkörper zu reduzieren.

Vergleichmäßigung der Einleitungen

In Abhängigkeit von den spezifischen Standortbedingungen wird eine kontinuierliche Einleitung entweder über die Steuerung des Pumpbetriebes oder über die Nutzung von übertägigen Ausgleichsbecken erzielt.

Übertägige Ausgleichsbecken werden an den Hebungsstandorten Fürst Leopold 1/2, Auguste Victoria 3/7, Heinrich Robert, Friedrich Heinrich 1/2 und Rossenray , betrieben.

Zur Entlastung von Nebengewässern im Emschergebiet wird das Grubenwasser aus untertägigen Wasserprovinzen zu Zentralwasserhaltungsanlagen durchgeleitet und von dort vergleichmäßig in die Emscher abgegeben. Dazu wurde der Pumpbetrieb entsprechend gestaltet. Wegen Platzmangel ist der Betrieb von Rückhaltebecken hier nicht möglich.

Beim kontinuierlichen Pumpbetrieb wird auf den günstigen Nachtstrom verzichtet.

Die vergleichmäßigte Einleitung von Grubenwasser ist bei allen Wasserhaltungen Auflage des wasserrechtlichen Bescheides.

Aktuelle Situation in den Teileinzugsgebieten und bisherige Reduzierung der Grubenwasserhebungsstandorte

Ruhr

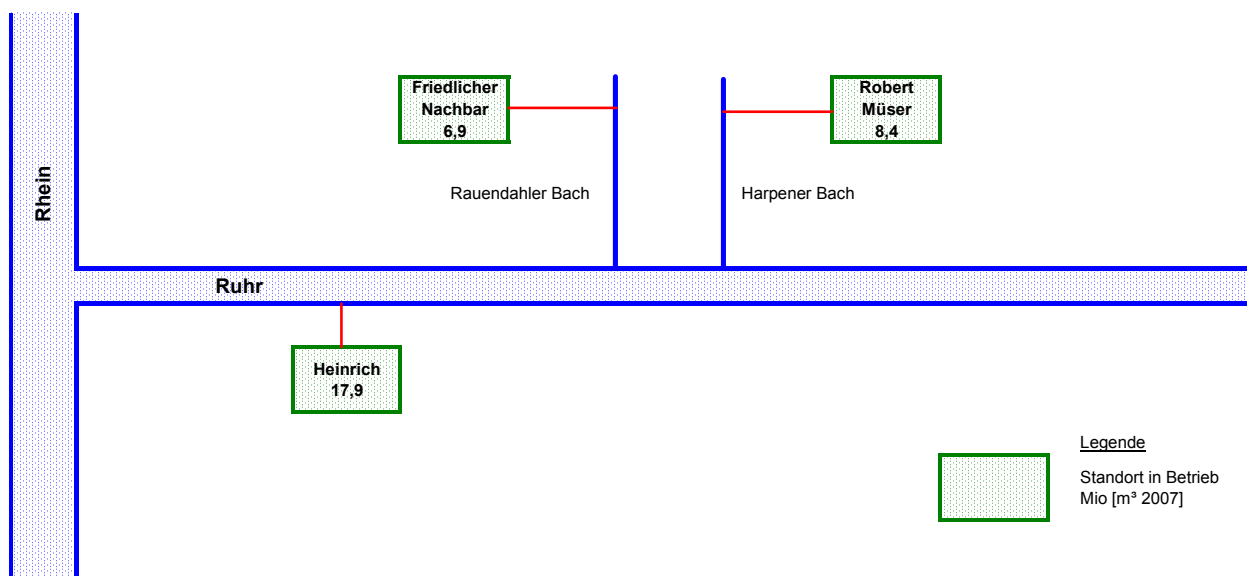


Abb. 1: Grubenwasserhebungen im Einzugsgebiet der Ruhr

Im Einzugsgebiet der Ruhr wurden die Hebungsstandorte Friedlicher Nachbar bereits 1962, Robert Müser 1968 und Heinrich 1973 eingerichtet. Seitdem gab es keine Veränderungen (s. Abb. 1). Die Daten zu den aktiven Standorten sind in Tabelle 3 aufgeführt:

Standort	Gewässer	Wassermenge [Mio m ³]	Chloridkonzentration - Jahresmittelwert [mg/l]	Chloridkonzentration - Schwankungsbreite
Robert Müser (Bochum)	Harpener Bach	8,4	1723	1270 - 2840
Heinrich (Essen)	Ruhr	17,9	422	370 - 484
Friedlicher Nachbar (Bochum)	Rauendahler Bach	6,9	264	217 - 348

Tabelle 3: Ruhr: Grubenwassermenge und -beschaffenheit (2007)

Emscher

Im Einzugsgebiet der Emscher wurden durch die Stilllegung von Bergwerken und durch die Optimierung der Grubenwasserhaltung insgesamt die Zahl der Hebungsstandorte von 24 in 1990 auf heute nur noch 7 reduziert (s. Abb. 1).

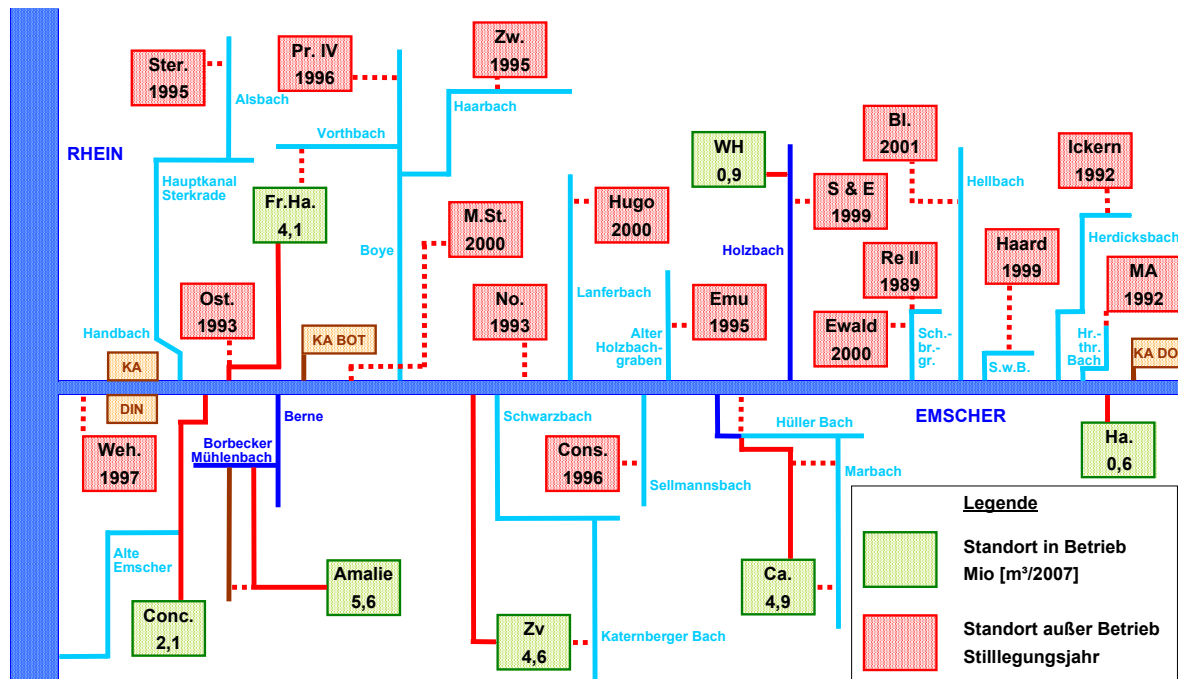


Abb. 2: Ehemalige und derzeitige Grubenwasserhebungen im Einzugsgebiet der Emscher

In Tabelle 3 sind die noch aktiven Grubenwassereinleitungen und Daten zur Grubenwasserbeschaffenheit zusammengefasst.

Standort	Gewässer	Wassermenge [Mio m ³]	Chloridkonzentration - Jahresmittelwert [mg/l]	Chloridkonzentration - Schwankungsbreite
Hansa (Ha.)	Emscher	0,6	27.325	26.600 - 28.100
Carolinenglück (Ca.)	Hüllerbach	4,9	7.792	7.410 - 8.210
Zollverein (Zv)	Emscher	4,6	5.078	4.810 - 5.650
Amalie	Borbecker Mühlenbach / Berne	5,6	2.397	2.140 - 2.860
Concordia (Conc.)	Emscher	2,1	24.433	23.300 - 25.600
Westerholt (WH)	Holzbach	0,9	30.360	23.000 - 35.200
Franz Haniel (Fr. Ha.)	Emscher	4,1	23.150	21.100 - 27.200

Tabelle 43: Emscher: Grubenwassermenge und -beschaffenheit (2007)

Das bereits erfolgte Freiziehen zahlreicher Nebenläufe der Emscher war u.a. auch deshalb notwendig, da im Zuge des Emscherumbaus die bisherigen Schmutzwasserläufe ökologisch verbessert werden nachdem das Abwasser herausgenommen und in parallel verlaufenden Abwasserkanälen den Kläranlagen zugeleitet wird. Eine Mitableitung des Grubenwassers scheidet aufgrund der Unverträglichkeit des Grubenwasser-salzgehaltes mit den biologischen Reinigungsstufen der Kläranlagen aus. Außerdem ist Grubenwasser kein Abwasser. Die vom Schmutzwasser entlasteten Nebengewässer stehen wegen ihres dann höheren ökologischen Potenzials und der geringeren Wassermenge nicht mehr für eine Grubenwasserableitung zur Verfügung. Aus diesem Grund werden sie sukzessive vom Grubenwasser freigezogen.

Dies geschieht, indem das Grubenwasser entweder über oberirdische Kanäle oder untertätig durch Verbindung der Wasserprovinzen direkt der abflußstärkeren Emscher zugeleitet wird. Durch den laufenden Rückzug des Bergbaus und die Verlegung von Grubenwasserleitungen von den Hebungsstandorten zur Emscher konnten inzwischen eine Reihe von Nebengewässern (insgesamt rund 60 km) entlastet werden.

Mit Ausnahme der Standorte Amalie, Carolinenglück und Westerholt wird das gehobene Grubenwasser heute unter Umgehung der Nebengewässer direkt in die Emscher eingeleitet.

Lippe

Im Einzugsgebiet der Lippe wurden die Hebungsstandorte von 17 auf 4 reduziert. Heute erfolgt ebenfalls unter Umgehung der Nebengewässer eine Einleitung ausschließlich direkt in die Lippe. Die Situation ist in Abb. 3 und Tab. 5 dargestellt.

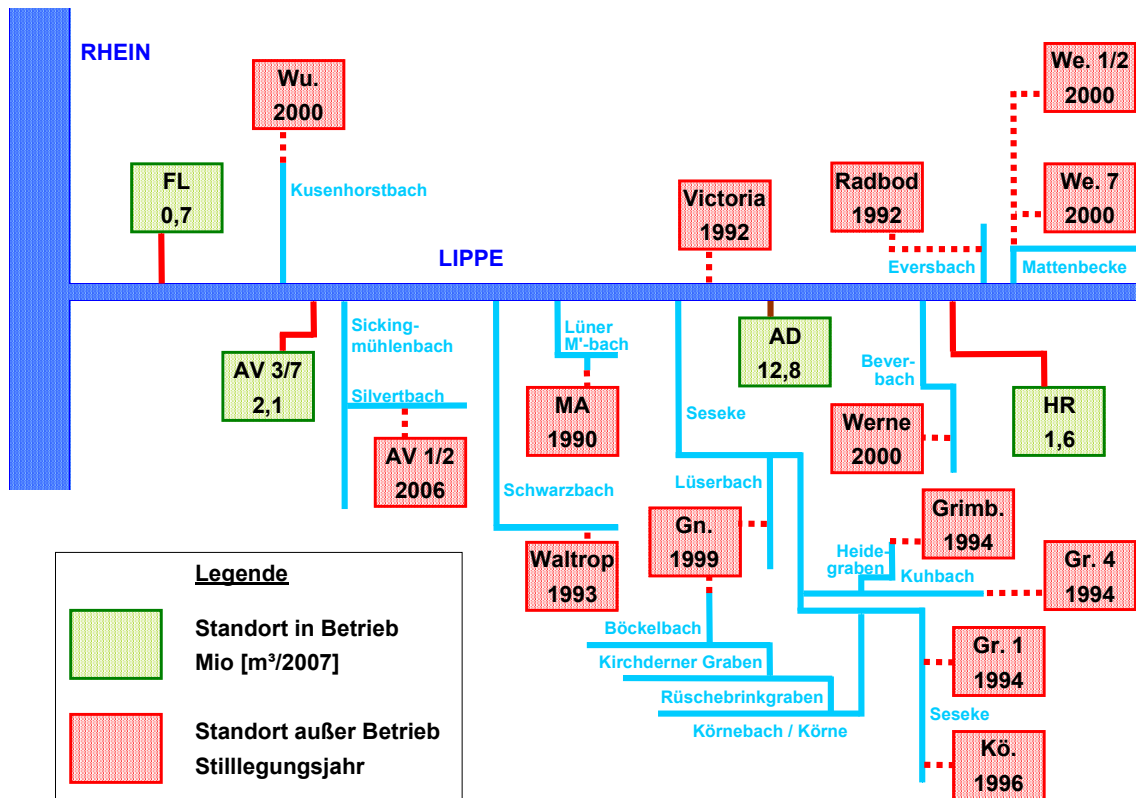


Abb. 32: Ehemalige und derzeitige Grubenwasserhebungen im Einzugsgebiet der Lippe

Standort	Gewässer	Wassermenge [Mio m³]	Chloridkonzentration - Jahresmittelwert [mg/l]	Chloridkonzentration - Schwankungsbreite
Heinrich Robert (HR)	Lippe	1,6	51.933	35.400 - 63.900
Haus Aden (AD)	Lippe	12,8	6.470	4.450 - 8.500
Auguste Victoria (AV 3/7)	Lippe	2,1	11.950	9.800 - 16.900
Fürst Leopold (FL)	Lippe	0,7	67.400	62.800 - 70.400

Tabelle 5: Lippe: Grubenwassermenge und -beschaffenheit (2007)

Durch die Aufgabe von 13 Hebungsstandorten wurden im Lippegebiet rd. 70 km Gewässerstrecke vom Grubenwasser freigezogen.

Rheingraben-Nord

Im Einzugsbereich des Rheingraben-Nord bestehen folgende Hebungsstandorte:

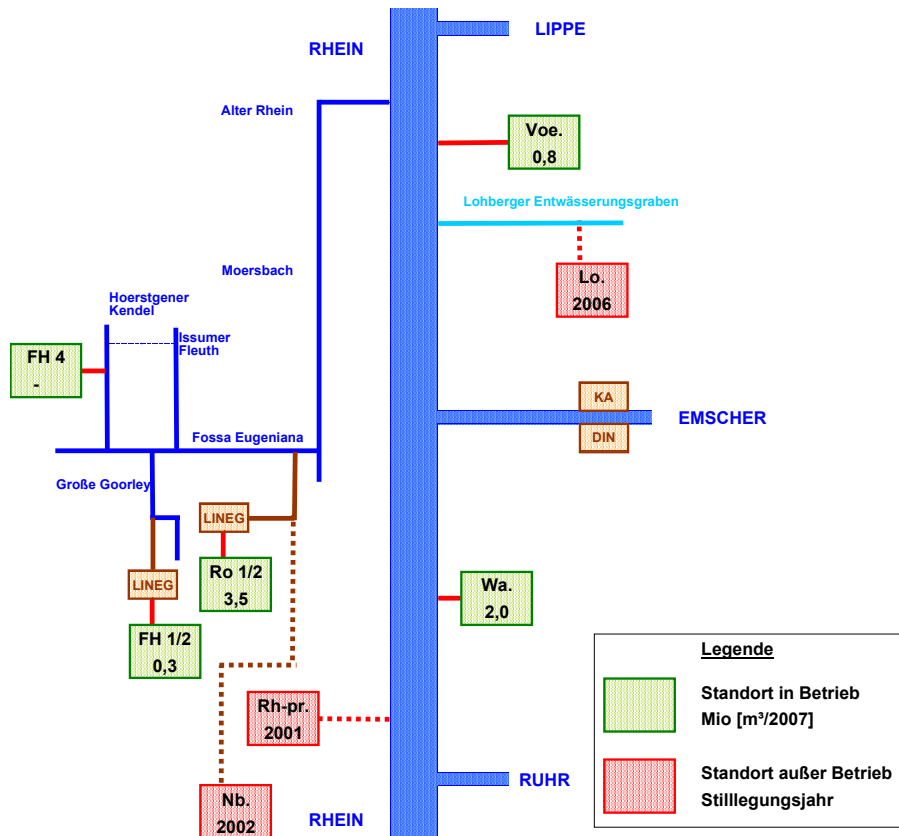


Abb. 4: Ehemalige und derzeitige Grubenwasserhebungen im Einzugsgebiet des Rheingrabens-Nord

Das Grubenwasser dort hat folgende Beschaffenheit:

Standort	Gewässer	Wassermenge [Mio m³]	Chloridkonzentration - Jahresmittelwert [mg/l]	Chloridkonzentration - Schwankungsbreite
Walsum (Wa)	Rhein	2.0	23.533	19.100 - 27.100
Friedrich Heinrich I/II (FH 1/2)	Große Goorley / Fossa / Moersbach / Alter Rhein	0,3	11.385	9.110 - 15.200
Friedrich Heinrich IV (FH 4)	Hoerstgener Kendel / Issumer Fleuth / Fossa Eugeniana / Moersbach / Alter Rhein	Zurzeit 0		
Rossum (Ro 1/2)	Fossa / Moersbach / Altrhein	3,5	12.567	11.400 - 13.900
Voerde (Voe.)	Rhein	0,8	19.033	15.400 - 25.200

Tabelle 6: RGN: Grubenwassermenge und -beschaffenheit (2007)

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Fördermenge Friedrich Heinrich I/II für die Zukunft nicht repräsentativ ist. Es ist mit einer Zunahme der Fördermenge und somit auch mit einer Zunahme der Chloridfracht zu rechnen.

Linksrheinisch konnten die Gewässer Hoerstgener Kendel und Issumer Fleuth, unter der Voraussetzung, dass die Betriebsaussetzung auf Friedrich Heinrich IV dauerhaft ist, vollständig freigezogen werden.

Rechtsrheinisch wurde inzwischen der *Lohberger Entwässerungsgraben* vom Grubenwasser freigezogen.

Belastungen bestehen noch im System Grosse Goorley / Fossa / Moersbach / Altrhein. Die Einleitungen unmittelbar in den Rhein stellen aufgrund der Verdünnung keine Belastung dar.

Ems

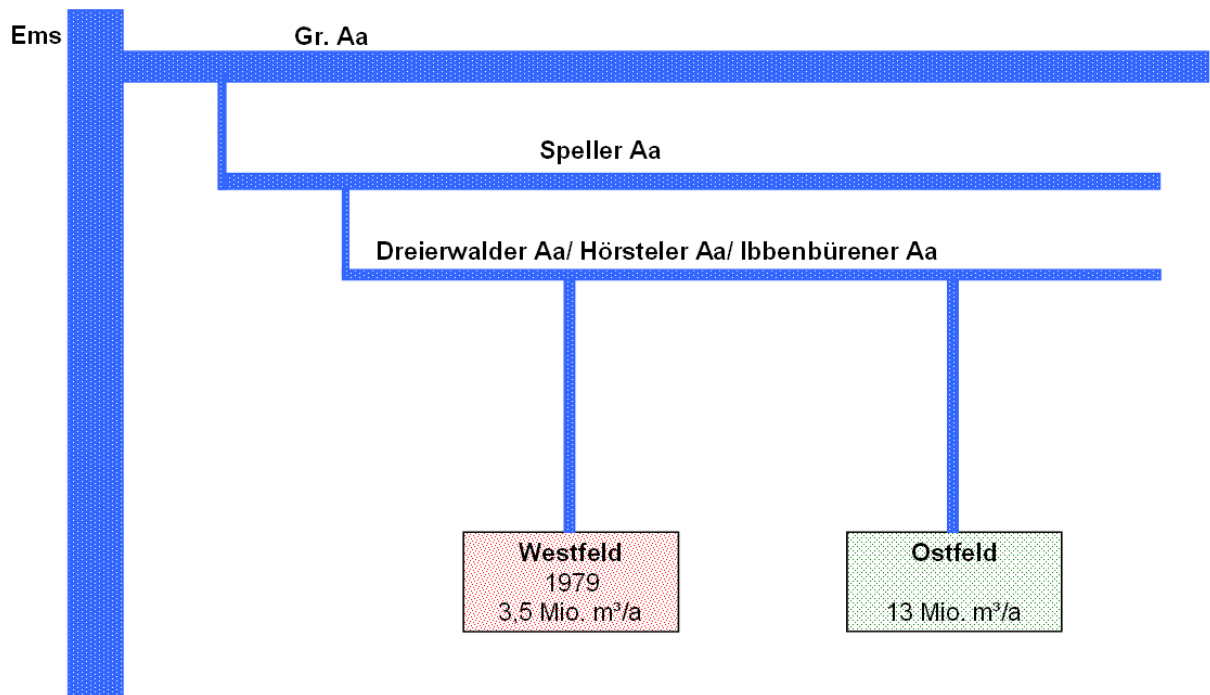


Abb. 52: Ehemalige und derzeitige Grubenwasserhebungen im Einzugsgebiet der Ems

Standort	Gewässer	Wassermenge [Mio m³]	Chloridkonzentration - Jahresmittelwert [mg/l]	Chloridkonzentration - Schwankungsbreite
Ostfeld	Ibbenbürener Aa	13,0	16.635	15.045 - 19.094
Westfeld	Ibbenbürener Aa	3,5	167	151 - 186

Tabelle 75: Ems: Grubenwassermenge und -beschaffenheit

Das Grubenwasser gelangt von der Ibbenbürener Aa über die Hörsteler, Dreierwalder, Speller und Große Aa bei Lingen in die Ems.

2.2 Langfristige Planung

Mit den sog. „Eckpunkten einer kohlepolitischen Verständigung von Bund, Nordrhein-Westfalen und dem Saarland, RAG Aktiengesellschaft und IGBCE“ haben sich die Partner dieser Regelung darauf geeinigt, die subventionierte Förderung der Steinkohle in Deutschland bis zum Ende des Jahres 2018 sozialverträglich zu beenden, wobei der Bund und die genannten Länder bis 2018 die für die Finanzierung erforderlichen Mittel zur Verfügung stellen werden. Der Beendigungsbeschluss wird im Laufe des Jahres 2012 nochmals überprüft werden. Bei den dann auch vorgesehenen wirtschaftlichen Prüfungen werden auch Kosten zu berücksichtigen sein, die zur Sicherung bzw. Herstellung des guten Gewässerzustands / -potenzials aufzubringen sind. Die Beihilfen sind Ende des vergangenen Jahres in einer Vereinbarung zwischen dem Bund, dem Saarland und dem Land Nordrhein-Westfalen durch das Steinkohlefinanzierungsgesetz vom 20. Dezember 2007 (BGBl. I S. 3086) verbindlich geregelt worden.

Ausgehend von dieser Sachlage hat die Betreiberin des Steinkohlenabbaus in Deutschland, die RAG, am 09.06.2008 für den weiteren Steinkohlenabbau in Nordrhein-Westfalen folgenden Beschluss über Bergwerksstilllegungen gefasst:

Bergwerk	Termin	Anmerkung
West	2012/2013	Nur Absichtserklärung
Walsum	30.06.2008	Beschluss
Prosper Haniel	----	
Lippe	01.01.2009	Beschluss
Auguste Victoria	-----	
Ost	30.9.2010	Beschluss
Ibbenbüren	-----	

Tabelle 8: Stilllegungsbeschlüsse zum Steinkohlebergbau in NRW

Emscher / Lippe

Im Emscher- / Lippegebiet ist in jedem Fall bis zum Jahre 2018, also für zehn weitere Jahre, das Grubenwasser aus grubensicherheitlichen Erwägungen heraus auf heutigem Niveau anzunehmen, zu Tage zu heben und in die jeweiligen Gewässer einzuleiten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine Separierung einzelner Bergwerke im Rahmen von Stilllegungsmaßnahmen durch die großflächige untertägige Vernetzung der Bergwerke in den Einzugsgebieten von Lippe, Emscher und Ruhr praktisch kaum möglich ist, die grubensicherheitlichen Erwägungen folglich unabhängig von der Stilllegung einzelner Bergwerke das gesamte Ruhrrevier betreffen (vgl. Fischer, Wildhagen, Wasserhaltung Ruhr im Rahmen der Anpassung der Förderkapazität unter technischen und Kostenaspekten, Heft 108 der Schriftenreihe der GDMB Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik, S. 51, 53).

Im Anschluss an die Stilllegung des letzten Bergwerks ist in dieser Region – nach Abschluss der Rückzugsarbeiten – zwar eine Einstellung der Wasserhaltung und ein kontrollierter Wiederanstieg des Grubenwassers grundsätzlich denkbar.

Die RAG als Betreiber ist jedoch aufgrund der Vereinbarung über die zeitlich befristete Fortsetzung der Wasserhaltung im Ruhrgebiet mit den Muttergesellschaften E.ON AG, ThyssenKruppAG sowie RWE AG vom Dezember 2005 verpflichtet, die Wasserhaltung für weitere 10 Jahre ab Einstellung der Steinkohleförderung im Ruhrrevier aus sicher-

heitlichen Erwägungen, konkret der Sicherung von Altschächten während dieser Zeit, weiter zu betreiben.

Auch die Erfahrungen mit dem kontrollierten Grubenwasseranstieg im Aachener Steinkohlenrevier belegen, dass eine sofortige Einstellung der Wasserhaltungsmaßnahmen nach Stilllegung bergbaulicher Aktivitäten nicht angezeigt ist. Diese Erfahrungen belegen vielmehr die Notwendigkeit eines langsamen und kontrollierten Vorgehens, das durch einen kontinuierlichen Monitoringprozess sowie Sicherungsmaßnahmen flankiert wird. Nach Stilllegung der Grube Emil Mayrisch in Alsdorf im Jahre 1982 durch die EBV Aktiengesellschaft (heute EBV GmbH) war der Grubenwasseranstieg im Jahr 2006 noch immer nicht abgeschlossen; zu diesem Zeitpunkt wurde die für den kontrollierten Wiederanstieg noch verbleibende Restdauer auf ca. 10 Jahre beziffert (Rosner, Heitfeld, Scheteling, Sahl, Monitoring des Grubenwasseranstiegs im Aachener Steinkohlenrevier, Heft 108 der Schriftenreihe der GDMB Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik, S. 23. 35 f.).

Während dieser Phase des Wiederanstiegs ist ein kontinuierliches Monitoring zur Ermittlung der Auswirkungen des Grubenwasseranstiegs auf die Grundwasserverhältnisse, Vorfluter und die Geländeoberfläche sowie zur Ermittlung vorbereitender gegensteuernder Maßnahmen unerlässlich (Rosner, Heitfeld, Scheteling, Sahl, a.a.O. S. 369). Erst nach Abschluss dieser Phase sind verlässliche Aussagen etwa zum dauerhaften Zustand des Deckgebirgsaquifers möglich.

Aufgrund der Vielzahl der in den Einzugsgebieten von Emscher und Lippe und Ruhr zu sichernden Schächte wird davon ausgegangen, dass bis mindestens 2027 Grubendwasserhebungen erforderlich sind. Durch Flutungen der Unterwerksbaue oder andere Teilflutungen könnte die gehobene Grubenwassermenge ggfs. verringert werden.

Für eine über diesen Zeitraum hinausgehende Wasserhaltung soll das Grubenwasser untertägig den rheinnahen zentralen Wasserhaltungen Walsum oder Lohberg zugeführt und von dort unmittelbar in den Rhein abgeleitet werden. Von dortigen Ableitungen geht auch bei Konzentrierung des Grubenwassers in der zentralen Wasserhaltung keine signifikante Belastung für den Rhein aus.

Der Wasserhaltungsstandort Haus Aden (Hamm) und damit in gewissem Umfang eine Beaufschlagung der Lippe, bleibt voraussichtlich erhalten.

Nach derzeitiger Planung werden die Detailprüfungen zu einem möglichen Grubenwasseranstieg, dem Grubenwasserchemismus, der Beeinflussung der Deckgebirgsgrundwasserleiter, der Wasserhebungsstandorte sowie möglicher Auswirkungen auf die Tagesoberfläche im Jahre 2012 abgeschlossen werden.

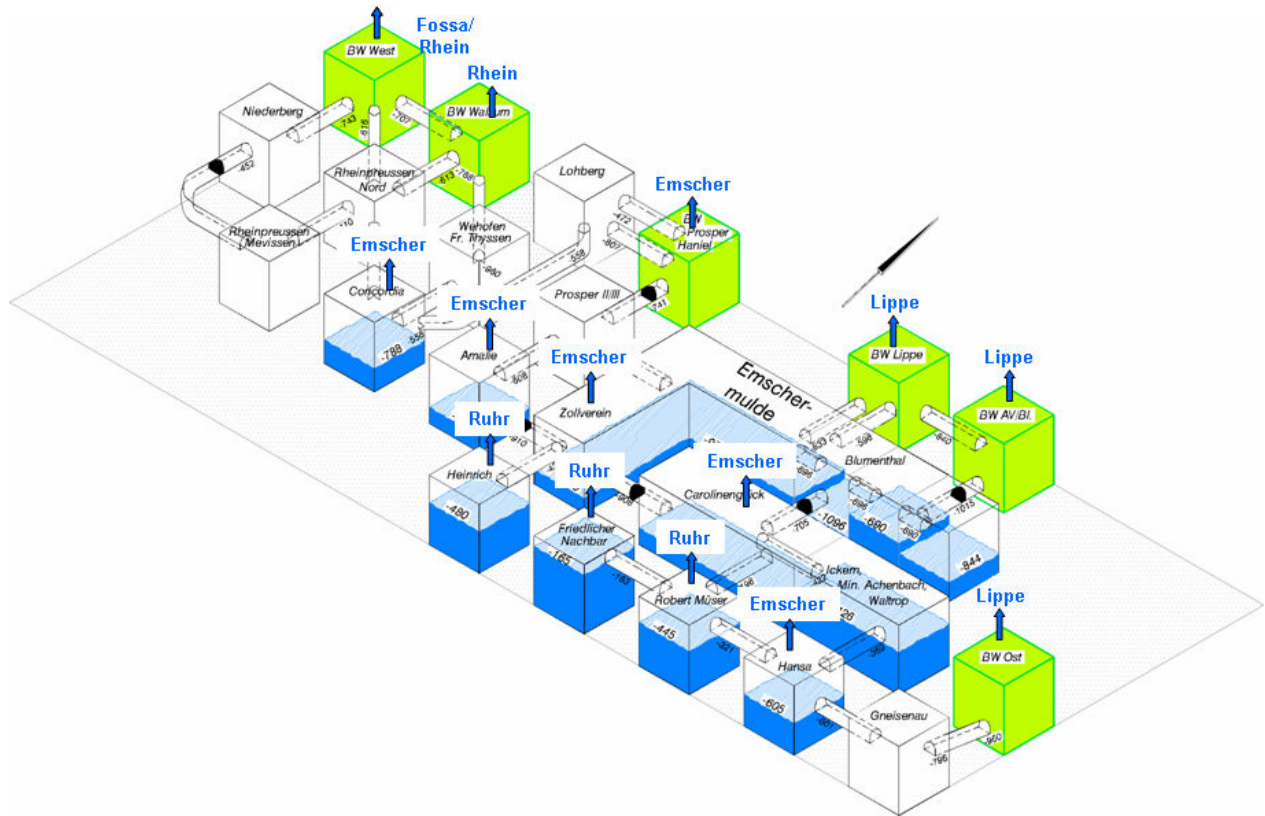


Abb. 6: Wasserprovinzen an der Ruhr, Blockdarstellung

Insgesamt ist also von folgender Situation auszugehen:

- Keine nennenswerte Verringerung des Grubenwasseranfalls bis 2027
- Wegfall weiterer 10 Hebungsstandorte an Lippe und Emscher nach derzeitiger Planung bis 2027
- Fortbestand der Einleitungsstellen Haus Aden (Lippe) und Walsum und Lohberg (Rhein)

Ruhr

An der Ruhr sind bereits jetzt keine aktiven Bergwerke mehr vorhanden. Trotzdem ist weiterhin eine Grubenwasserhebung über die zentralen Wasserhaltungsstandorte Heinrich (Essen), Friedlicher Nachbar (Bochum), Robert Müser (Bochum) zum Schutz der nördlich gelegenen Bergwerke bis 2027 erforderlich. Für die Zeit nach 2027 ist in einer ausführlichen Grubenwasserplanung zu prüfen, ob hiervon Wasserhaltungsstandorte entfallen können.

Rheingraben-Nord

Mit Stilllegung des Bergwerks West ist es vorgesehen, das Grubenwasser der linksrheinischen Grubenfelder am geplanten zentralen Wasserhaltungsstandort Walsum anzunehmen und dort direkt in den Rhein abzupumpen.

Ems

Die Hebung des Grubenwassers ist elementar an die Produktionsphase des Bergwerks Ibbenbüren gekoppelt. Mit Einstellung der Kohleförderung ist nach heutigem Kenntnisstand grundsätzlich ein unmittelbarer Wegfall der Grubenwassereinleitungen möglich. Die mit der Einstellung der Kohleproduktion und der Flutung des Grubenbetriebes verbundenen hydrochemischen Veränderungen sind Gegenstand des Gutachtens von Prof. Coldewey zu den Behandlungsmöglichkeiten der Grubenwässer des Steinkohlenbergwerkes der DSK Anthrazit Ibbenbüren GmbH im Zusammenhang mit der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) vom 21. März 2007.

Hinsichtlich der Chloridproblematik können aufgrund der Erfahrungen der bereits erfolgten Westfeld-Stilllegung folgende Perspektiven abgeschätzt werden:

Im Bereich der Ibbenbürener Karbonscholle wurde 1979 die Wasserhaltung in dem rd. 30 km² großen „Westfeld“ eingestellt. Nach Einstellung der Wasserhaltung 1979 stieg das Grubenwasser bis auf das Niveau des Dickenberger Stollens an. Die tagesnahen Abbaubereiche oberhalb der Stollensohle wurden so überwiegend nicht eingestaut. Seit Dezember 1982 treten die Grubenwässer des Westfeldes durch das Dickenberger Stollenmundloch zu Tage. Von dort aus gelangen sie über eine Kläranlage Gravenhorst in die Ibbenbürener Aa. Die über den Dickenberger Stollen ablaufenden Restgrubenwässer zeichnen sich durch hohe Sulfat- und vor allem durch hohe Eisengehalte aus. Die Deckgebirgsüberlagerung ist im Bereich der Karbonscholle allgemein gering bzw. lückenhaft. Durch die erhöhte Sauerstoffzufuhr und Versickerung der Niederschläge erfolgt eine verstärkte natürliche Produktion der sulfatischen Wässer in den nicht gefluteten tagesnahen Abbaubereichen. 1978 lag der Jahresmittelwert der Eisenkonzentration bei ca. 100 mg/l und die Sulfatkonzentration bei ca. 1.400 mg/l (StUA MÜNSTER, 06.2005). Diese Werte stiegen nach dem Überlauf im Niveau des Dickenberger Stollens massiv bis auf einen Eisengehalt um 1.000 mg/l und einen Sulfatgehalt um 4.400 mg/l. Danach war ein deutlich abnehmender Trend der Eisen- und Sulfatkonzentration zu erkennen, welcher im Jahr 2006 bei etwa 250 mg/l lag.

Bezüglich der Chloridkonzentration hat sich eine gegenteilige Entwicklung vollzogen. Während 1978 der Chloridgehalt noch bei rd. 1.400 mg/l lag, lag er 1983 bereits nur noch bei knapp 100 mg/l.

Bei Schließung des aktiven Bergwerkes (Ostfeld) ist somit die gleiche Entwicklung wie vor beschrieben zu erwarten, d.h. die in die Gewässer eingeleiteten Chloridfrachten werden nach Einstellen der Wasserhaltung zunächst vollständig auf Null reduziert und nach Zutagetreten des angestiegenen Grundwassers werden Chloridkonzentrationen im Bereich des geogenen Hintergrundes erwartet.

2.3 Mittelfristige Planung bis 2027

Emscher

Im Zuge der Umsetzung der im „Konzept zur Grubenwasserableitung im Emschergebiet“ (Emschergenossenschaft 1991) festgelegten Maßnahmen werden die derzeit noch mit Grubenwasser beaufschlagten Nebengewässer Berne / Borbecker Mühlenbach, Hüller Bach und Holzbach sukzessive freigezogen. Die zeitliche Umsetzung orientiert sich dabei an dem Zeitplan für den Emscherumbau.

- Der Abwasserkanal an der Berne / am Borbecker Mühlenbach sowie der am Hüller Bach werden danach nicht vor Ende 2017 fertig gestellt sein. Ab diesem Zeitpunkt wird das Grubenwasser der Standorte Amalie und Carolinenglück über separate Leitungen direkt zur Emscher geführt. Eine Fristverlängerung ist aus technischen Gründen wegen der technisch zwingenden Folge von Maßnahmen in beiden Fällen notwendig.
- Der Holzbach wird durch die zum 01.01.2009 beschlossene Stilllegung des Bergwerkes Lippe vom Grubenwasser befreit. Durch diese bereits fest geplanten Maßnahmen werden zusätzliche rd. 6 km Nebengewässer zur Umgestaltung und ökologischen Verbesserung freigezogen und schaffen damit die Voraussetzung für den weiteren Umbau des Holzbachs. Eine Fristverlängerung ist nicht notwendig.
- Für die Emscher werden bis 2027 die Mehrzahl der Hebungsstandorte voraussichtlich wegfallen, d.h. die Emscher ist dann weitestgehend vom Grubenwasser freigezogen. Ob bis 2027 ein Wegfall aller Grubenwassereinleitungen in die Emscher möglich ist kann heute noch nicht abgeschätzt werden. Bis dahin sind aus oben beschriebenen technischen Gründen keine Verbesserungen zu erreichen. Alternative Maßnahmen, wie die Grubenwasserentsalzung, die Versenkung oder die über- oder untertägige Ableitung zum Rhein stellen keine bessere Umweltoption dar, wie weiter unten dargestellt.

Lippe

- Mit der jetzt beschlossenen Stilllegung des Bergwerkes Ost in 2010 wird mit Blick auf bisherige Nutzungen geprüft, ob der Wasserhaltungsstandort Heinrich Robert entfallen kann. Der Lippeabschnitt zwischen den Einleitungspunkten Heinrich Robert und Haus Aden könnte dann auf einer Länge von rd. 18 km freigezogen werden. Mit Umsetzung dieser Maßnahmen vor 2015 fällt die Grubenwassereinleitung sofort weg und es ist keine weitergehende Maßnahmenplanung erforderlich.
- Für den Lippeabschnitt zwischen Haus Aden (Bergkamen) und Auguste Victoria (Marl) wird über 2027 hinaus voraussichtlich eine Grubenwasserableitung erhalten bleiben. Eine signifikante Belastung wird hiervon vermutlich nicht ausgehen.
- Für den Abschnitt der Lippe unterhalb von Auguste Victoria (Marl) wird nach 2027 basierend auf der Langfristplanung eine weitere Reduktion der Salzfrachten erreicht. Bis dahin sind aus oben beschriebenen technischen Gründen keine weiteren Verbesserungen zu erreichen und nach heutiger Einschätzung auch nicht erforderlich.

Ruhr

Die Grubenwassereinleitungen betreffen die Ruhr und vor allem das Ölbachsystem in der Stadt Bochum.

Bezüglich des von der zentralen (dauerhaften) Wasserhaltung Robert Müser beaufschlagten Systems besteht Handlungsbedarf, da das System sowohl von Grubenwasser als auch von Mischwasser gespeist ist. Im Zusammenhang mit Veränderungen in

der kommunalen Abwasserbeseitigung im Oelbachgebiet werden auch geänderte Anforderungen an die Grubenwasserableitung zwischen allen Betroffenen diskutiert. Eine Option ist die Ableitung des Grubenwassers über Druckrohrleitung zur Ruhr, was aber ggf. ein Trockenfallen bzw. eine ökologische Verschlechterung des zurzeit noch ausgebauten Gewässersystems zur Folge hätte. Die weiteren Planungen sind unter Berücksichtigung aller Aspekte abzuwarten.

Rheingraben-Nord

Für das Bergwerk West wurde kein verbindlicher Stilllegungsbeschluss getroffen, sondern lediglich eine Stilllegungsabsicht für 2012/2013 erklärt. Eine verbindliche Planungsgrundlage lässt sich daraus noch nicht ableiten. Im Falle einer Umsetzung dieser Absicht können die Wasserhaltungsstandorte Friedrich Heinrich 1/2 und 4 sowie Rossenray 1/2 entfallen. Die derzeit nicht genutzten Gewässer Hoerstgener Kendel und Issumer Fleuth wären dauerhaft entlastet und Große Goorley / Fossa Eugeniana / Moersbach / Altrhein würden zusätzlich auf einer Gesamtlänge von rd. 17 km freigezogen. Ob unter Aspekten der Grubensicherung die Maßnahmen bis 2015 abgeschlossen werden kann, ist unsicher, weshalb zunächst eine Fristverlängerung vorgesehen ist (aus technischen Gründen).

Ems

Nach Einstellung der Wasserhaltung und der Flutung des Bergwerks Ostfeld wird das Grubenwasser nach Errichtung des Überlaufpunktes im freien Gefälle an die Gewässer abgeführt. Die Chlorid-Konzentration dieses Grubenwassers wird geogen sein.

2.4 Prüfung von Gründen für Fristverlängerungen

Wie oben dargelegt, wird für alle der heute mit Grubenwasser beaufschlagten Gewässersysteme spätestens bis 2027, in vielen Fällen eher, die Erreichung des guten Zustands bzw. des guten ökologischen Potenzials angestrebt.

Bei der Prüfung alternativer – ohne Fristverlängerung wirksamer - Maßnahmen ist der Nutzen einer frühzeitigen Zielerreichung unter Kosten-Nutzen-Aspekten und mit Blick auf die Kosteneffizienz zu prüfen. Außerdem ist bei den alternativen Planungen zu prüfen, ob diese insgesamt eine bessere Umweltoption darstellen.

Bei der Prüfung des Nutzens muss die je nach Gewässersystem unterschiedliche Signifikanz der Belastung berücksichtigt werden und damit der unterschiedlich hohe Nutzen von Maßnahmen berücksichtigt werden.

Ein Freiziehen der kleinen Gewässer vom Grubenwasser ist mit einem hohen Nutzen belegt, da hier die Zusammenhänge auf der Hand liegen (mit Ausnahme des Systems Ölbach, wo das Grubenwasser auch deutlich positive Effekte hat).

Ein Freiziehen der Emscher hat mit zunehmenden Fortschritt der Emschersanierung und Stabilisierung der degradierten Biozönose zunehmend größeren Nutzen, d.h. zur-

zeit ist der Nutzen eher gering, ab Ende 2020 mit dem dann abgeschlossenen Emscherumbau wird der Nutzen höher.

Ein Freiziehen der Lippe und des Rheins sind von geringerer Priorität, da hier das ökologische Potenzial bzw. der ökologische Zustand nicht maßgeblich durch die Grubenwassereinleitungen beeinflusst sind. Gleichwohl sind Minderungsmaßnahmen aus grundsätzlichen Erwägungen anzustreben.

Ein Freiziehen der Ibbenbürener Aa und damit des Ems-Systems von bergbaubedingt erhöhten Chloridkonzentrationen wird mit Einstellung der Grubenwasserhebung im Bergwerk Ostfeld eintreten.

2.4.1 Grubenwasserversenkung

Eine Versenkung von Grubenwasser ist nur möglich, wenn untertägig ein Reservoir (Hohlräume) vorhanden ist. Dies können bergbaulich erstellte oder geologisch vorhandene Hohlräume sein. Eine Versenkung in bergbaulich erstellten Hohlräumen würde dazu führen, dass das versenkte Grubenwasser wieder den Wasserhaltungen zufließen würde. Damit kann eine Pufferung, jedoch keine dauerhafte Minderung der Hebung erreicht werden. Eine Versenkung in geologisch vorhandene Hohlräume, wobei im Ruhrgebiet nur die Kluffgrundwasserleiter des Cenoman / Turon in Betracht kommen, ist ebenfalls nicht zielführend, da diese bereits mit mineralisierten Grundwässern gefüllt sind, oder sofern gasgefüllte Hohlräume vorhanden sind, diese mit den Grubengebäuden in Verbindung stehen. Auch hier würde das Versenkungswasser wieder den Wasserhaltungen zufließen. Formationen, die eine dauerhafte Versenkung erlauben existieren im betrachteten Einzugsgebiet nicht.

Dies wurde im Einzelnen bereits 1991 im Zusammenhang mit dem Konzept der Emtschergenossenschaft zum Umbau des Emschersystems angestellt und im Kapitel 4.1 auf Seite 31 so festgestellt. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass eine Versenkung aufgrund der geologischen Situation nicht möglich ist.

- technisch nicht machbar

2.4.2 Salzwasserbehandlung

Für den Bereich der RAG liegen aus 2004 Überlegungen zu möglichen Entsalzungsverfahren vor. Es ist mit Betriebskosten, Kosten für die Nutzung der Grundstücke, Energie, Zuführung zum Standort (Strom, Wasser, Gas), Infrastruktur (Straßen, Abwasser), Standortverbindungsleitungen, Entsorgungskosten für das anfallende Salz in Höhe von 0,5 Mio. t/a zu rechnen.

Als Betriebskosten wurden auf der Basis des Preisindex 2004 für eine zentrale Entsalzung laufende Kosten von rd. 3 €/m³ ermittelt. Die übrigen Kosten können nur bei einer konkreten Projektierung abgeschätzt werden.

An den im Baseline-Szenario identifizierten Wasserhaltungsstandorten wurden in 2007 rd. 45 Mio m³ Grubenwasser zu Tage gehoben. Auf der Basis von 2004 bedeuten dies rd. 135 Mio € Betriebskosten pro Jahr. Wegen des beschleunigten Preisanstiegs, dessen Ende nicht absehbar ist, und der vorgenannten nicht mit eingerechneten Kosten, muß tatsächlich von weit höheren Aufwendungen ausgegangen werden.

Vergleichbare Einschätzungen liegen aus dem Werra-Salzabwasserprojekt (Literaturverweis) vor. Das Projekt kommt zur Erkenntnis, dass ein Eindampfen mit einem hohen Energiebedarf und hohen Kosten verbunden ist und außerdem die Frage der Entsorgung des Salzlauge ohne weiteres nicht zu klären ist.

Auch eine Versuchsanlage in Polen, die im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens mit internationaler Förderung (EU/UNO) in den 90 er Jahren betrieben wurde, ist für den dauerhaften Betrieb nicht eingerichtet worden. Zu den aus dem temporären Betrieb gewonnenen Ergebnissen verweisen wir auf die Veröffentlichung in der Fachzeitschrift „Glückauf. 132 (1996) Nr. 10 Seite 695“. Detailliertere Informationen liegen hierzu bei RAG nicht vor.

- wegen des Energieverbrauchs und der benötigten Endlagerfläche keine bessere Umweltoption

An der Werra wurde neben diesen Verfahren auch die Anwendung der Nanofiltration geprüft. Diese kommt bisher nur für zweiwertige Anionen, also für Sulfat, aber nicht für Chlorid in Frage.

- Technologie bisher nicht verfügbar

2.4.3 Übertägige Ableitung zum Rhein

Um die anfallenden Wassermengen aus den Einzugsgebieten der Lippe und der Emischer ableiten zu können, wäre eine Transportleitung bis zu DN 1000 mit 100%-iger Besicherung erforderlich. Bis zu den Mündungen in den Rhein sind von den heute noch betriebenen Wasserhaltungsstandorten Entfernungen von rd. 95 km bzw. rd. 60 km zu überbrücken. Auf diesen Strecken sind jeweils bis zu vier Druckerhöhungspumpwerke und Revisionsschächte im Abstand von 500m erforderlich. Aufgrund dieser Randbedingungen wurden Kosten von rd. 7 – 8 Mio. €/km ermittelt, die eine Gesamtinvestition im hohen dreistelligen Millionenbereich erfordern und damit Aufwendungen für Entsalzungsverfahren noch übertreffen würden. Im übrigen ist aufgrund der räumlichen Ausdehnung eines solchen Projektes über mehrere Verwaltungsgrenzen hinweg, wegen der Notwendigkeit eines UVP-Verfahrens sowie der Beachtung der FFH-Richtlinie im Lippegebiet mit Genehmigungsverfahren von rd. 8 – 15 Jahren bis zur Vollziehbarkeit der Zulassung zu rechnen. Nach derzeitiger Beschlusslage der Bergbauplanung reicht der Zeitraum zur Umsetzung einer solchen Maßnahme über das Ende des aktiven Steinkohlenbergbaus hinaus. Fragen der Trassenfindung, Energiezuführung und sonstiger Infrastruktur sind hier noch nicht weiter untersucht. Aussagen zu Kosten im Betrieb können aufgrund fehlender Betriebserfahrungen nicht gemacht werden, wären jedoch in einer Kalkulation zu ergänzen.

- Insgesamt ergibt sich damit kein deutlich früherer Umsetzungszeitpunkt und damit auch kein deutlich höherer Nutzen, der die höheren Kosten gegenüber der tatsächlich vorgesehenen Planung rechtfertigen würde.

2.4.4 Untertägige Ableitung zum Rhein

Die für eine untertägige Ableitung zum Rhein notwendigen Maßnahmen wurden für das Lippe- und Emschergebiet abgeschätzt. Für Streckenauffahrungen, Rohrleitungsbau und weitere Infrastruktur sowie Ausbau einer Hauptwasserhaltung wurde ein Investitionsaufwand von jeweils > 700 Mio € abgeschätzt. Dabei wurden Fragen der Geologie, Wasserprovinzen, Bewetterung, Energie usw. noch nicht berücksichtigt, d.h. wie bei der übertägigen Ableitung sind langfristige Planungen und lange Ausführungszeiten vorzusehen.

- Insgesamt ergibt sich damit kein deutlich früherer Umsetzungszeitpunkt und damit auch kein deutlich höherer Nutzen, der die höheren Kosten gegenüber der tatsächlich vorgesehenen Planung rechtfertigen würde.