Ref. IV-6 - MKULNV

Kurzinformation zum Abschluss des Projektes Erzbergbau in Nordrhein-Westfalen und zum Abschlussbericht des Gutachtens

Das vorliegende Gutachten liefert erstmalig eine systematische Zusammenschau der ehemaligen Erzreviere in Nordrhein-Westfalen, die eine signifikante Belastung der Gewässerqualität im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) darstellen.

Neben den geologisch-bergbaulichen Abgrenzungen wurden gewässerökologische Bewertungen der Standorte vorgenommen um Belastungsschwerpunkte abzugrenzen. Die Datengrundlage bestand im Wesentlichen aus den Ergebnissen des Gewässermonitoring zur Umsetzung der EU-WRRL (2005 – 2008).

Dabei haben die Gutachter – in Abstimmung mit der Projekt begleitenden Arbeitsgruppe – für die ermittelten Verdachtspunkte eine Bewertungsmatrix entwickelt. Das darin verwendete Punktesystem bewertet den chemischen und den ökochemischen Zustand gemäß EU-WRRL, ebenso die Höhe der Schwermetallfracht und die räumliche Ausbreitung der Belastung. Eine gewässerökologische Bewertung aufgrund der Makrozoobenthoszönose nach der Perlodes-Asterics-Methode gemäß EU-WRRL spiegelt im Hinblick auf Schwermetallbelastungen die Auswirkungen auf die Biozönose nicht umfassend wider. Dieses Ergebnis wird durch eine aktuelle Literaturstudie der Gutachter und die anschließende Diskussion mit dem Landesumweltamt belegt. Für die vorliegende Auswertung wurden daher zusätzlich die taxonomischen Großgruppen näher betrachtet und ergänzend der ökotoxikologische Index nach CAMARGO berechnet. Dadurch konnten Auswirkungen auf die Gewässerökologie abgeschätzt werden. Aufgrund der verbliebenen Unsicherheiten wurde eine geringere Gewichtung in der Matrix vereinbart.

Die vorgenommene Bewertung der Verdachtspunkte und die Rangliste der signifikanten Belastungen sind aufgrund der bereits vorliegenden Erkenntnisse und der Ergebnisse des 1. Monitoringzyklus zur EU-WRRL entstanden. Insofern handelt es sich um eine Liste, die den Datenstand von 2005 - 2008 widerspiegelt. Ergebnisse des weiteren Monitoring und / oder weiterer investigativer Untersuchungen werden die vorgenommenen Bewertungen ergänzen und ggf. ändern. Eine datenaktualisierte Bewertung kann über das vorgestellte System jederzeit erfolgen, ebenso wie eine Bearbeitung aufgrund von methodischen Verbesserungen.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen

GUTACHTEN

Titel:

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Auftraggeber:

Bezirksregierung Arnsberg,
Abteilung 6 – Bergbau und Energie in NRW

Im Namen des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) NRW,

Ref. IV-6, Flussgebietsmanagement, Gewässerökologie, Hochwasserschutz

Datum:

14. September 2012

ARGE Erzbergbau

GUTACHTEN

Titel: **Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW**

Datum: 14. September 2012

Auftraggeber: Bezirksregierung Arnsberg,
Abteilung 6 – Bergbau und Energie in NRW

Auftrag vom: 25.11.2010

Ansprechpartner: Geologiedirektor Thomas Pabsch

Auftragnehmer: ARGE ERZBERGBAU
Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig - Beratende Geologen und Ingenieure, Preusweg 74, 52074 Aachen
ahu AG Wasser · Boden · Geomatik,
Kirberichshofer Weg 6, 52066 Aachen

in Zusammenarbeit mit
Planungsbüro Koenzen Wasser und Landschaft, Hilden

Projektbearbeitung:
Dr.-Ing. Michael Heitfeld (Projektleitung IHS)
Dr. Michael Denneborg (Projektleitung ahu AG)
Dr. Peter Rosner (Projektbearbeitung IHS)
Dipl.-Geol. Frank Müller (Projektbearbeitung ahu AG)
Dipl.-Geol. Ulrich Lieser (Qualitätssicherung)

An der Durchführung des Projekts waren weiterhin beteiligt:

Dipl.-Geogr. Adelheid Wagenknecht / ahu AG (GIS-Bearbeitung)
Lisa Lechtenbörger / ahu AG (Textkorrektur, -layout)
Dipl.-Geol. Matthias Mühlenkamp / IHS (GIS-Bearbeitung)
Dipl.-Geol. Bernd Paape / IHS (GIS-Bearbeitung)
Dipl.-Geol. Adelheid Jack / IHS (Textkorrektur)

ARGE Erzbergbau

Mitglieder der begleitenden Arbeitsgruppe beim MKULNV NRW

Monika Raschke, MKULNV NRW

Dr. Detlev Ingendahl, MKULNV NRW

Prof. Dr. Wilhelm König, MKULNV NRW

Dr. Ulrike Frotscher-Hoof, LANUV NRW

Dr. Andrea Brusske, LANUV NRW

Dr. Georg Gellert, LANUV NRW

Dr. Andrea Hädicke, LANUV NRW

Jochen Lacombe, LANUV NRW

Dr. Friederike Vietoris, LANUV NRW

Thomas Pabsch, Bezirksregierung Arnsberg

Jürgen Kugel, Bezirksregierung Arnsberg

Joachim Reifenrath, Bezirksregierung Arnsberg

Wolfgang Müller, Bezirksregierung Düsseldorf

Verena Olesch, Bezirksregierung Köln

Norbert Pütz, Bezirksregierung Köln

Hellmuth Schröter, Bezirksregierung Köln

Dr. Roland Strauß, Geologischer Dienst NRW

INHALT

1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG 1

2 METHODISCHE VORGEHENSWEISE 4

2.1 Allgemeines 4

2.2 Abgrenzung der räumlichen Suchkulisse für potenzielle Schwermetalleinträge aus dem Erzbergbau 5

2.3 Identifizierung und Vorauswahl von Verdachtspunkten für signifikante Schwermetalleinträge aus dem Erzbergbau 12

2.4 Verifizierung der Verdachtspunkte und Bewertung ihrer Signifikanz für die Umsetzung der WRRL 13

2.4.1 Bereitstellung der Auswertungen zu Erzbezirken und Verdachtspunkten 14

2.4.2 Abstimmung und Datenabfrage 15

2.4.3 Zuordnung und Auswertung von GÜS-Messstellen 16

2.4.4 Zusätzliche Beprobungen durch das LANUV 17

2.4.5 Analyse der gewässerökologischen Auswirkungen von Schwermetalleinträgen 18

2.4.6 Auswertung der Unterlagen/Datenverfügbarkeit 19

2.4.7 Methode zur Bewertung der Signifikanz 20

2.5 Zusammenstellung von Maßnahmenbausteinen zur Reduzierung der Schwermetalleinträge 23

3 ABGRENZUNG DER PROJEKTRELEVANTEN BETRACHTUNGSRÄUME UND VERDACHTSPUNKTE 24

3.1 Belastung der Gewässer mit Schwermetallen 24

3.2 Großraum Erzbergbau und Abgrenzung der Erzreviere 25

3.3 Potenziell betroffene Kreise 28

3.4 Potenziell signifikante Belastungsquellen 29

4 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN ZU DEN GEWÄSSERÖKOLOGISCHEN AUSWIRKUNGEN VON SCHWERMETALLEINTRÄGEN 31

4.1 Auswirkungen von Schwermetalleinträgen auf die biologischen Qualitätskomponenten Fische und Makrozoobenthos 31

4.2 NRW-weite Analyse der Auswirkungen von Schwermetallbelastungen auf die Bewertung des ökologischen Zustands nach WRRL anhand des Makrozoobenthos 35

4.3 Klassifizierung der Verdachtspunkte aufgrund schwermetallbedingter Beeinträchtigungen der Makrozoobenthoszönose 43

4.4 Fazit und Handlungsempfehlungen aus gewässerökologischer Sicht 45

5 IDENTIFIZIERUNG UND BEWERTUNG SIGNIFIKANTER EINTRAGSPUNKTE IN NRW 46

5.1 StädteRegion Aachen 46

5.2 Kreis Düren 50

5.3 Kreis Euskirchen 52

5.4 Hochsauerlandkreis 55

5.5 Kreis Olpe 66

5.6 Kreis Siegen-Wittgenstein 74

5.7 Märkischer Kreis 80

5.8 Oberbergischer Kreis 82

5.9 Rheinisch-Bergischer Kreis 89

5.10 Rhein-Sieg-Kreis 97

5.11 Kreis Soest 102

5.12 Gesamtübersicht NRW 105

6 MAßNAHMEN ZUR MINDERUNG DER BELASTUNGEN AUS DEM ERZBERGBAU 108

6.1 Einleitung 108

6.2 Die Entstehung von Grubenwässern durch die Sulfidverwitterung 109

6.3 Strategien zur Vermeidung und Verminderung der Freisetzung von sauren Grubenwässern 111

6.3.1 Wet covers 111

6.3.2 Dry covers 112

6.3.3 Blendung/Mischung 113

6.4 Behandlung saurer Grubenwässer 114

6.4.1 Aktive Behandlung 114

6.4.1.1 Chemische Fällung 115

6.4.1.2 Ionenaustauschverfahren 118

6.4.1.3 Membranverfahren 118

6.4.2 Passive Maßnahmen 119

6.4.2.1 Sedimentationsbecken und Belüftungssysteme 120
6.4.2.2 Constructed wetlands 120
6.4.2.3 Aerobic wetlands 120
6.4.2.4 Anaerobic (compost) wetlands 122
6.4.2.5 Anoxische Karbonatkanäle 123
6.4.2.6 Offene Karbonatkanäle 123
6.4.2.7 Reducing and Alkalinity Producing-Systems 124
6.4.2.8 Surface-Catalysed Oxidation Of Ferrous Iron 125
6.4.2.9 Sonstige passive Behandlungsverfahren in der Entwicklung 126
6.5 Auswahlkriterien für die Anwendung von Behandlungsverfahren 127
6.5.1 Anlagentechnik ODAS 128
6.5.2 Anlagentechnik Bioreaktoren 129
6.5.3 Anlagentechnik Sedimentationsbecken 130
6.5.4 Anlagentechnik Belüftungssysteme 131
6.5.5 Anlagentechnik *aerobic wetlands* 132
6.5.6 Anlagentechnik *compost wetlands* 134
6.5.7 Anlagentechnik ALD 135
6.5.8 Anlagentechnik OLD 137
6.5.9 Anlagentechnik RAPS 138
6.5.10 Anlagentechnik SCOOFI 138
6.6 Anlagenvergleich 139
6.7 Maßnahmenempfehlungen für die Hauptbelastungsquellen in NRW 145
6.7.1 Anforderungen 148
6.7.2 Maßnahmenkonzeption 150
6.7.3 Maßnahmenvorschlag Ramsbeck, Besucherbergwerk Eickhoff-Stollen (HSK 5) 152
6.7.4 Maßnahmenvorschlag Ramsbeck, Grube Alexander, Gustav-Stollen (HSK 6) 154
6.7.5 Maßnahmenvorschlag Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen (GL 10) 154
7 WEITERES VORGEHEN/UNTERSUCHUNGSBEDARF 161

ABBILDUNGEN:

Abb. 2-1:	Vorgehensweise zur Identifizierung und Bewertung von signifikanten Schwermetalleinträgen aus dem Erzbergbau	4
Abb. 3-1:	Wasserwirtschaftliche Suchkulisse	25
Abb. 4-1:	Bewertung der Allgemeinen Degradation in schwermetallbelasteten und -unbelasteten Oberflächenwasserkörpern in NRW bei „sehr guter“ und „guter“ Saprobie	36
Abb. 4-2:	Bewertung der Allgemeinen Degradation in schwermetallbelasteten und -unbelasteten Oberflächenwasserkörpern des LAWA-Fließgewässertyps 5 bei „sehr guter“ und „guter“ Saprobie	37
Abb. 5-1:	Belastungssituation der GÜS-Messstellen im Ramsbecker Erzbezirk	59
Abb. 5-2:	Zink-Frachten im Ablauf der Fällanlage Carolinenglücker Stollen	71
Abb. 5-3:	Berechnete Jahresfrachten im Bereich Buchheller	78
Abb. 5-4:	Lage der 12 Hauptbelastungsquellen des Schwermetalleintrags aus dem Erzbergbau in die Oberflächengewässer in Nordrhein-Westfalen	107
Abb. 6-1:	Darstellung der verschiedenen Grubenwassertypen in Abhängigkeit ihrer pH-Werte und Sulfatgehalte	109
Abb. 6-2:	Darstellung eines wet covers über einem tailing und der ablaufenden Prozesse	112
Abb. 6-3:	Schematische Darstellung einer Venturi-Belüftung	117
Abb. 6-4:	Schematische Darstellung eines aerobic wetlands	121
Abb. 6-5:	Schematische Darstellung eines compost wetlands	122
Abb. 6-6:	Schematische Darstellung eines RAPS	124
Abb. 6-7:	Schematische Darstellung eines geschlossenen Karbonatlösungssystems für Zn	126
Abb. 6-8:	Entscheidungsbaum für die Auswahl eines aktiven Behandlungsverfahrens	144
Abb. 6-9:	Entscheidungsbaum für die Auswahl eines passiven Behandlungsverfahrens; gestrichelte Linie: optionale Behandlungsmethode	145
Abb. 6-10:	Standardaufbau 1	150
Abb. 6-11:	Standardaufbau 2	150
Abb. 6-12:	Prinzipskizze Maßnahmenvorschlag Eickhoff-Stollen	152

Abb. 6-13: Prinzipskizze der Maßnahme Neuer Lüderichstollen 155

Abb. 6-14: Zusammenhang zwischen pH-Wert und der Ausfällung von Metallionen 157

TABELLEN:

Tab. 2-1: Matrix zur Abgrenzung der Erzreviere 7

Tab. 2-2: Stoffliste und Grenzwerte für die landesweite Auswertung der Schwermetallbänder und GÜS-Daten entsprechend OGewV vom 20.07.2011 10

Tab. 2-3: Matrix zur Ableitung der Suchkulisse „relevante Oberflächenwasserkörper“ 11

Tab. 2-4: Matrix zur Verschneidung der Untersuchungen zu Bergbau und Wasserwirtschaft 11

Tab. 2-5: Vor-Ort-Termine 15

Tab. 2-6: Prüfwerte für die Auswertung der GÜS-Messstellen 17

Tab. 2-7: Kriterien zur Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte 21

Tab. 2-8: Klassifizierung der Signifikanzkriterien 22

Tab. 3-1: Ergebnis der wasserwirtschaftlichen Auswertung zu relevanten Oberflächenwasserkörpern 24

Tab. 4-1: Zusammenstellung von LC50-Werten aus der Literatur für ausgewählte Makroinvertebraten für Belastungen mit den Metallen Cu, Cd, Zn, Pb, Ni 34

Tab. 4-2: Ergebnisse der Spearman-Rang-Korrelation 39

Tab. 4-3: Zuordnung von ober- und unterstromigen GÜS-Messstellen mit Untersuchungsergebnissen für das Makrozoobenthos zu den ausgewählten Verdachtspunkten 40

Tab. 4-4: Beispielhafte Auswertung der Makrozoobenthosdaten an der ober- und unterstromigen Messstelle im Veybach für den Verdachtspunkt Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen 42

Tab. 4-5: Ergebnisse der Klassifizierung der ausgewählten Verdachtspunkte aufgrund schwermetallbedingter Beeinträchtigungen der Makrozoobenthoszönose 44

Tab. 5-1: Verdachtspunkte in der StädteRegion Aachen 46

Tab. 5-2: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte in der StädteRegion Aachen 47

Tab. 5-3: Bewertung der Verdachtspunkte in der StädteRegion Aachen 48
Tab. 5-4: Verdachtspunkte im Kreis Düren 50
Tab. 5-5: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Kreis Düren 51
Tab. 5-6: Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Düren 51
Tab. 5-7: Verdachtspunkte im Kreis Euskirchen 52
Tab. 5-8: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Kreis Euskirchen 53
Tab. 5-9: Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Euskirchen 54
Tab. 5-10: Verdachtspunkte im Hochsauerlandkreis 56
Tab. 5-11: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Hochsauerlandkreis 57
Tab. 5-12: Bewertung der Verdachtspunkte im Hochsauerlandkreis 60
Tab. 5-13: Verdachtspunkte im Kreis Olpe 67
Tab. 5-14: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Kreis Olpe 67
Tab. 5-15: Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Olpe 69
Tab. 5-16: Verdachtspunkte im Kreis Siegen-Wittgenstein 74
Tab. 5-17: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Kreis Siegen-Wittgenstein 75
Tab. 5-18: Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Siegen-Wittgenstein 76
Tab. 5-19: Verdachtspunkte im Märkischen Kreis 81
Tab. 5-20: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Märkischen Kreis 81
Tab. 5-21: Verdachtspunkte im Oberbergischen Kreis 83
Tab. 5-22: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Oberbergischen Kreis 84
Tab. 5-23: Bewertung der Verdachtspunkte im Oberbergischen Kreis 85
Tab. 5-24: Verdachtspunkte im Rheinisch-Bergischen Kreis 90
Tab. 5-25: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Rheinisch-Bergischen Kreis 91
Tab. 5-26: Bewertung der Verdachtspunkte im Rheinisch-Bergischen Kreis 92
Tab. 5-27: Verdachtspunkte im Rhein-Sieg-Kreis 97
Tab. 5-28: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Rhein-Sieg-Kreis 98
Tab. 5-29: Bewertung der Verdachtspunkte im Rhein-Sieg-Kreis 99

Tab. 5-30: Verdachtspunkte im Kreis Soest 102
Tab. 5-31: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Kreis Soest 102
Tab. 5-32: Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Soest 103
Tab. 5-33: Aufstellung der 12 Hauptbelastungsquellen des Schwermetalleintrags aus dem Erzbergbau in die Oberflächengewässer in Nordrhein-Westfalen 106
Tab. 6-1: Chemikalien und ihre Eigenschaften zur Neutralisation 116
Tab. 6-2: Typische RA-Werte 133
Tab. 6-3: Vergleich und Bewertung von aktiven und passiven Verfahren, mit Bewertungsattributen „+“: positiv, „0“: neutral, „-“: negativ 140
Tab. 6-4: Vergleich und Bewertung der zwei aktiven Behandlungsverfahren, mit Bewertungsattributen „+“: positiv, „0“: neutral, „-“: negativ 141
Tab. 6-5: Vergleich und Bewertung passiver Behandlungsverfahren für saure Grubenwässer, mit Bewertungsattributen „+“: positiv, „0“: neutral, „-“: negativ 142
Tab. 6-6: Vergleich und Bewertung passiver Behandlungsverfahren für alkalische Grubenwässer, mit Bewertungsattributen „+“: positiv, „0“: neutral, „-“: negativ 143
Tab. 6-7: Überblick über die Hauptbelastungsquellen und Maßnahmenempfehlungen 146
Tab. 6-8: Verwendete Analysen zur Konzeption der Maßnahmen 149
Tab. 6-9: Berechnete Jahresfrachten Eickhoff-Stollen 153
Tab. 6-10: Berechnete Jahresfrachten Grube Alexander 154
Tab. 6-11: Berechnete Jahresfrachten an Hydroxidschlamm 157
Tab. 6-12: Überblick über wichtige Maßnahmenbausteine und Kosten 159

ANLAGEN:

Anl. 1: Vorgehensweise räumliche Suchkulisse Bergbau (IHS)
Anl. 1.1: Abgrenzung Suchraum
Anl. 1.2: Datenaufbereitung Kreisabfrage
Anl. 1.3: Rückmeldung Kreise, weitere Untersuchungen
Anl. 1.4: Verifizierte Verdachtspunkte und Hauptbelastungsquellen
Anl. 2: Übersichtsplan relevante Oberflächenwasserkörper (ahu AG)

Anl. 3: Reviersteckbriefe (IHS) (Anl. 3.1 bis 3.23)

Anl. 4: Lage der Verdachtspunkte, der verwendeten GÜS-Messstellen und der LANUV-Probenahmepunkte

- Anl. 4.1 Städteregion Aachen
- Anl. 4.2 Kreis Düren
- Anl. 4.3 Kreis Euskirchen
- Anl. 4.4 Hochsauerlandkreis
- Anl. 4.5 Kreis Olpe
- Anl. 4.6 Kreis Siegen-Wittgenstein
- Anl. 4.7 Märkischer Kreis
- Anl. 4.8 Oberbergischer Kreis
- Anl. 4.9 Rheinisch-Bergischer Kreis (4.9a und 4.9b)
- Anl. 4.10 Rhein-Sieg-Kreis
- Anl. 4.11 Kreis Soest

Anl. 5: Objektsteckbriefe (IHS) (Anl. 5.1/5.1a bis 5.12/5.12a)

ANHAENGE:

Anh. 1: Verwendete Unterlagen

Anh. 2: Übersicht Rückmeldung Kreise

Anh. 3.1: Bewertungskriterien zur Auswertung der GÜS-Daten

Anh. 3.2: Zuordnung und Bewertung der GÜS-Messstellen

Anh. 4.1: Liste der Probenahmestellen für das LANUV

Anh. 4.2: Lage der Probenahmestellen für das LANUV

Anh. 4.3: Analysenergebnisse der zusätzlichen hydrochemischen Analysen durch das LANUV im Februar 2012

Anh. 5: Erzreviere

Anh. 6: Verdachtspunkte (Anh. 6.1 und 6.2)

Anh. 7: Ergebnistabelle Ökotoxikologie

Anh. 8: Zusammenfassende Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Anh. 9: CD-Rom mit GIS-Projekt und Abschlussbericht im PDF-Format

1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

Das Gewässermonitoring im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Nordrhein-Westfalen (NRW) zeigt in vielen Gewässern erhöhte Schwermetallgehalte, die teilweise dazu führten, dass der chemische Zustand im Bewirtschaftungsplan 2010 – 2015 (MKULNV 2010a) als schlecht eingestuft wurde. Darüber hinaus können erhöhte Schwermetallgehalte sich toxisch auf Gewässerorganismen auswirken. Erhöhte Gehalte an bestimmten Schwermetallen (z. B. Kupfer und Zink) können den ökochemischen Zustand negativ beeinflussen, auch wenn sich dies u. U. nicht direkt auf die Bewertung des Makrozoobenthos nach Perlodes auswirkt.

Ein Teil dieser Schwermetallbelastungen ist auf Vererzungen und Bergbauaktivitäten zurückzuführen, die insbesondere in den Mittelgebirgsregionen von NRW im 19. und 20. Jahrhundert lokal sehr bedeutend waren. Da oftmals der Grund der hohen Schwermetallgehalte in den Gewässern nicht zweifelsfrei und eindeutig einer Belastungsquelle zugeordnet werden kann, enthält das Maßnahmenprogramm 2010 – 2015 (MKULNV 2010b) auch sogenannte konzeptionelle Maßnahmen, die zum Ziel haben, zunächst zu klären, woher die Belastung stammt; darauf aufbauend sollen konkrete Maßnahmenvorschläge erarbeitet werden. Ende 2012 ist ein Fortschrittsbericht bei der EU vorzulegen, in dem über den aktuellen Stand der Maßnahmenumsetzung (inkl. der konzeptionellen Maßnahmen) zu berichten ist.

Die Bezirksregierung (BR) Arnsberg, Abt. 6 (als zuständige Bergbehörde des Landes NRW) beauftragte im Namen des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV, Ref. IV-6) die Arbeitsgemeinschaft (ARGE) IHS/ahu AG mit Datum vom 02.12.2010 mit der Abgrenzung signifikanter Belastungsquellen aus dem Erzbergbau und der Beschreibung möglicher Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung in Nordrhein-Westfalen. Das vorliegende Gutachten der ARGE IHS/ahu AG stellt insofern einen Beitrag zu den konzeptionellen Maßnahmen des Landes NRW dar. Die Ergebnisse sollen in den Fortschrittsbericht (siehe oben) und in die weitere Maßnahmenplanung des Landes NRW Eingang finden.

Mit dem vorliegenden Gutachten werden von Seiten des Landes NRW die folgenden Ziele verfolgt:

- Abgrenzung von Gebieten mit Erzrevieren und Erzbergbauaktivitäten, die eine signifikante Belastung für die Gewässerqualität darstellen bzw. darstellen könnten.

- Identifizierung wichtiger Quellen des Schwermetalleintrags aus dem Erzbergbau in die Oberflächengewässer (v. a. Punktquellen, aber auch wichtige diffuse Quellen).

- Abschätzung der Frachten des Schwermetalleintrags aus den identifizierten wichtigen Quellen in die Gewässer.

- Abschätzung der Signifikanz des Eintrags (unter Berücksichtigung der Immission und von sonstigen Eintragsquellen) auf die Gewässer aus den identifizierten, wichtigen Quellen.

- Beschreibung möglicher und praktizierter Maßnahmen zur Reduzierung des Schwermetalleintrags bei Quellen des Erzbergbaus.

- Konzeptionelle Maßnahmenvorschläge für die identifizierten wichtigen Quellen.

Die Auswertung zu den ökotoxikologischen Auswirkungen von Schwermetalleinträgen in die Gewässer (insbesondere Kapitel 4) erfolgte im Rahmen des Projektes durch das Planungsbüro Koenzen, Hilden im Unterauftrag der ARGE.

Im Rahmen des Gutachtens erfolgte die Analyse und Bewertung der Signifikanz der Eintragsquellen gemäß Auftrag auf Ebene der Wasserkörper als maßgebliche Beurteilungs- und Reporting-Einheit für die Umsetzung der WRRL. An dieser Stelle sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Ziele der WRRL natürlich für alle Gewässer, d. h. auch für Gewässer mit einem Einzugsgebiet < 10 km² gelten.

Projektablauf und projektbegleitende Arbeitsgruppe

Das Projekt wurde begleitet von einer projektbegleitenden Arbeitsgruppe mit Vertretern der folgenden Institutionen:

- MKULNV NRW
- Bergbehörde (BR Arnsberg, Abt. 6 – Bergbau und Energie in NRW)
- LANUV NRW
- Bezirksregierungen Arnsberg, Düsseldorf und Köln
- GD NRW

Im Zeitraum zwischen dem 20.01.2011 und 25.06.2012 fanden fünf Arbeitsgruppensitzungen statt[1]. In der 2. Arbeitsgruppensitzung am 25.05.2011 wurden die betroffenen Kreise und Wasserverbände über das Projekt informiert und das Prozedere für die Beteiligung der Kreise abgestimmt. In den weiteren Arbeitsgruppensitzungen wurden der jeweilige Untersuchungsstand vorgestellt und die weitere Vorgehensweise sowie die Bewertungskriterien abgestimmt.

[1] Aus Sicht des Umsetzungspozesses gemäß WRRL begannen die behördeninternen Arbeiten am Projekt bereits im September 2009.

Daneben fanden zwei fachspezifische Arbeitsgruppensitzungen mit reduziertem Teilnehmerkreis zur Abstimmung der Kriterien für die Bewertung des ökologischen Gewässerzustands (11.07.2011, 27.01.2012) sowie ein Gespräch beim Geologischen Dienst NRW (GD NRW) zur Abstimmung des Datenaustauschs statt (01.02.2011).

Zentraler Bestandteil der Projektabwicklung war die Abstimmung mit den betroffenen Kreisen ("Kreisabfrage"), die sich einschließlich der Vor-Ort-Termine über den Zeitraum Juli bis Dezember 2011 erstreckte. Der Datenrücklauf dauerte bis April 2012 an.

Den Mitgliedern der projektbegleitenden Arbeitsgruppe sowie den interessierten Kreisen wurde im Anschluss an die fünfte Arbeitsgruppensitzung am 28.06.2012 der Bericht als Vorabzug übermittelt. Die Anmerkungen aus den Stellungnahmen wurden bei der Endbearbeitung des vorliegenden Berichts berücksichtigt.

2 METHODISCHE VORGEHENSWEISE

2.1 Allgemeines

Die grundsätzliche methodische Vorgehensweise bis zur Bewertung der Signifikanz von Wasserzutritten aus dem Erzbergbau in die Gewässer ist in der Abbildung 2-1 dargestellt. Bei den in der Abbildung 2-1 rot dargestellten Arbeitsschritten handelt es sich um zusätzliche Abfragen und eine Berücksichtigung von Expertenwissen sowie zusätzliche Geländeerhebungen (einschließlich Probenahmen des LANUV), die im Projektverlauf erforderlich waren.

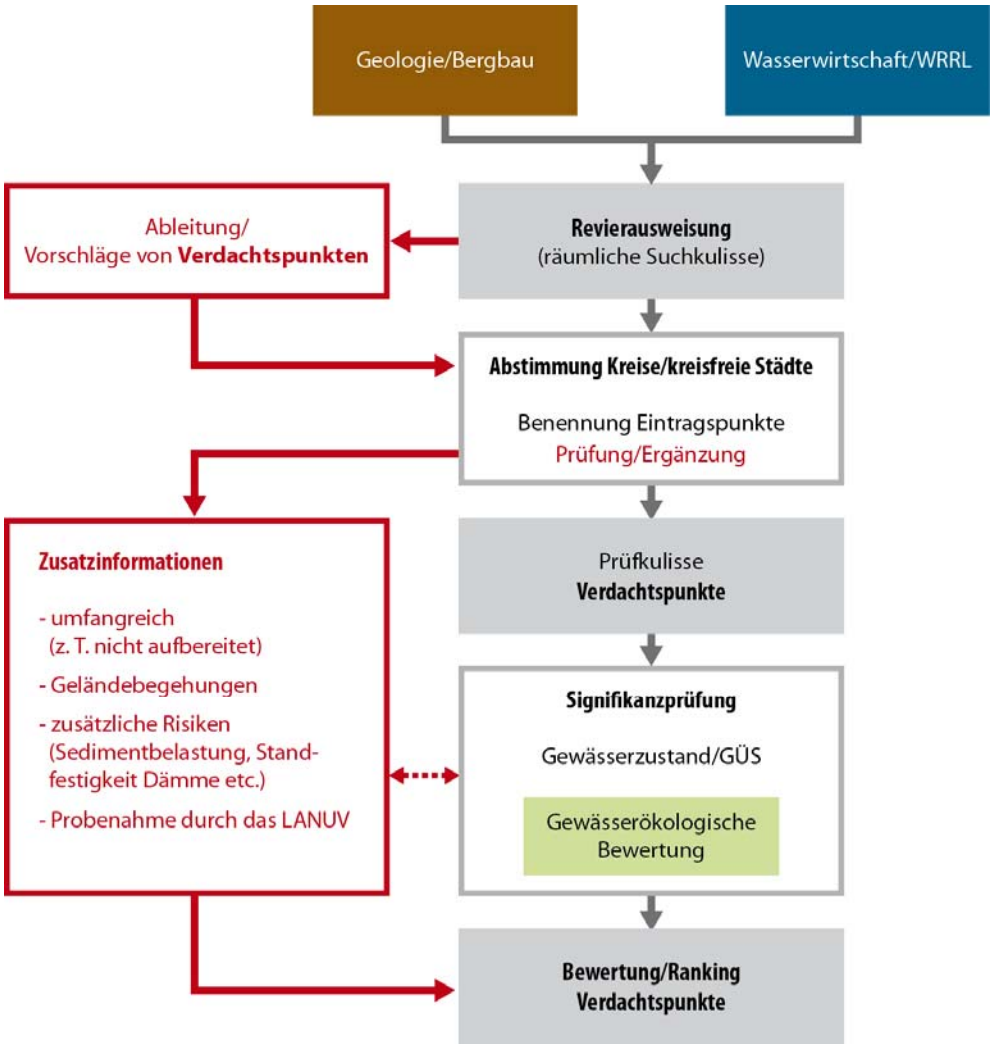


Abb. 2-1: Vorgehensweise zur Identifizierung und Bewertung von signifikanten Schwermetalleinträgen aus dem Erzbergbau

Die verwendeten Unterlagen sind in Anhang 1 aufgeführt. Die kreisspezifischen Unterlagen finden sich in den jeweiligen Abschnitten in Kapitel 5.

Die Arbeiten lassen sich in die folgenden Arbeitsschritte gliedern, die in den nachfolgenden Unterkapiteln erläutert werden:

1. Abgrenzung der räumlichen Suchkulisse[2] für potenzielle Schwermetalleinträge aus dem Erzbergbau;

2. Identifizierung und Vorauswahl von Verdachtspunkten für signifikante Schwermetalleinträge aus dem Erzbergbau;

3. Verifizierung der Verdachtspunkte und Bewertung ihrer Signifikanz für die Umsetzung der WRRL.

Parallel und ergänzend zu den o. g. Arbeitsschritten wurden die folgenden Arbeitspakete bearbeitet:

4. Zusammenstellung von Maßnahmenbausteinen zur Reduzierung der Schwermetalleinträge;

5. Analyse der gewässerökologischen Auswirkungen von Schwermetalleinträgen.

Die methodische Vorgehensweise dieser Arbeitsschritte wird im Folgenden erläutert.

2.2 Abgrenzung der räumlichen Suchkulisse für potenzielle Schwermetalleinträge aus dem Erzbergbau

Die Abgrenzung der räumlichen Suchkulisse für die Projektbearbeitung umfasst einerseits die Identifikation der aus geologisch-lagerstättenkundlicher Sicht relevanten Naturräume und der Schwerpunkte des Erzbergbaus sowie andererseits eine Auswahl der Oberflächenwasserkörper, für die aus der Bestandsaufnahme im Rahmen der Umsetzung der WRRL Hinweise auf Schwermetallbelastungen aus dem Erzbergbau vorlagen.

[2] Die „räumliche Suchkulisse“ beschreibt die Bereiche in NRW, die aufgrund der herangezogenen geologisch-lagerstättenkundlichen und wasserwirtschaftlichen Kriterien für die weiteren Auswertungen im Rahmen des Projektes ausgewählt wurden.

Bergbau

In einem ersten Arbeitsschritt wurde für die Gesamtfläche NRW die räumliche Suchkulisse anhand geologisch-lagerstättenkundlicher Kriterien großräumig auf diejenigen Landschaftsräume in NRW eingegrenzt, in denen potenziell Schwermetallbelastungen in Gewässern aufgrund von Erzbergbau auftreten könnten (Rheinisches Schiefergebirge, Niedersächsisches Bergland). Dazu wurde ein primärer Suchraum "Großraum Erzbergbau" definiert, der die Ausbissbereiche des präkretazischen Grundgebirges (ohne das flözführende Oberkarbon) umfasst (siehe Anlage 1).

Grundlagen für die Abgrenzung waren:

- Karte der vom Altbergbau betroffenen Kommunen in NRW (BR Arnsberg),
- Zusammenstellung der Tagesöffnungen des Bergbaus in NRW (BR Arnsberg),
- Geologische Karte NRW, 1 : 100.000.

Vereinbarungsgemäß wurden dabei der Strontianit-Bergbau (Münsterland) und auch der Blei-Zink-Erzabbau im Bereich der Steinkohlenlagerstätten (z. B. auf Zeche Auguste-Victoria) nicht betrachtet. Auch der Barytabbau (Grube Dreislar, Hochsauerlandkreis) wurde bei der weitergehenden Ausweisung der Erzreviere und Ermittlung von Verdachtspunkten vereinbarungsgemäß im Rahmen dieses Projektes nicht in die Betrachtung einbezogen.

Innerhalb dieses Suchraums wurden Erzreviere als Schwerpunkte des Erzbergbaus abgegrenzt (siehe Anlage 1.1). Abgrenzungen von Erzrevieren in NRW sind in verschiedenen Quellen dokumentiert (z. B. SLOTTA 1983; GD-NRW, shape "erzbezirke_nrw", 2011). Im Rahmen der aktuellen Bearbeitung wurden die vorliegenden Erzreviereinteilungen/-abgrenzungen gesichtet und nach geologisch-lagerstättenkundlichen Kriterien sowie unter Berücksichtigung der Relevanz der bergbaulichen Aktivitäten überarbeitet. Für die Abgrenzung der Erzreviere wurden im Besonderen folgende Daten zugrunde gelegt (siehe auch Anhang 1):

– Information über Bergbau (Erläuterung siehe Abkürzungsverzeichnis)
    - SATÖB (BR Arnsberg);
    - Flächen „Gefährdungspotenziale, Verbreitungsgebiete oberflächennaher Bergbau“ (BR Arnsberg);
    - BAVKAT (BR Arnsberg);
    - FIS AlBo (LANUV);
    - Erzbezirke (GD NRW);
    - tektonische Störungszonen (GD NRW);

- künstlich veränderte Flächen (GD NRW);
- Karten der nutzbaren Lagerstätten Deutschlands (Königl. Geol. Landesanstalt, 1904-1911), Blätter: Aachen, Cöln a.Rh., Siegen, Cleve, Wesel, Münster, Detmold, Minden, Osnabrück;
- Berechtsame Erzbergbau (BR Arnsberg).

– Lagerstätteninformation
  - Verbreitung der erzführenden geologischen Einheiten (z. B. Kalksteinzüge, Triassandstein, Grünsteinzüge) auf der Grundlage der GK100 (Geodatenbank GD NRW).

Die Daten wurden der ARGE digital zur Verfügung gestellt.

Aus der Verschneidung der von der geologischen Seite her abgeleiteten Lagerstättenflächen und der sich aus der Auswertung der bergbaulichen Unterlagen ergebenden Hinweise auf eine konkrete Abbautätigkeit wurden die für die weitere Bearbeitung zu betrachtenden Erzreviere nach folgender Matrix (Tabelle 2-1) schematisch abgegrenzt:

Tab. 2-1: Matrix zur Abgrenzung der Erzreviere

Fall	Ergebnis Grobauswertung Geologie	Ergebnis Grobauswertung Bergbau	Suchkulisse für die weitere Betrachtung
1	Lage in einer Erzlagerstätten-relevanten geologischen Einheit/Struktur	Erzbergbau dokumentiert	ja (Erzrevier)
2		kein Erzbergbau dokumentiert	ja
3	Lage außerhalb einer Erzlagerstätten-relevanten geologischen Einheit/Struktur	Erzbergbau dokumentiert	ja
4		kein Erzbergbau dokumentiert	nein

Die Abgrenzung der Erzreviere erfolgte in Abhängigkeit von der Charakteristik der jeweiligen Lagerstätte nach geologischen Kriterien auf der Grundlage der Verbreitung des "Trägergesteins" (z. B. Kalksteinzüge) und auch nach bergbaulichen Gesichtspunkten auf der Grundlage der Verteilung und Bedeutung der Bergbaubetriebe. In den Bereichen, in denen keine eindeutige Abgrenzung anhand von charakteristischen lithologisch-tektonischen Einheiten vorgenommen werden konnte, wurde die Abgrenzung der Erzreviere unter Berücksichtigung der Erkenntnisse über die räumliche Verteilung der Erzgänge und die Schwerpunkte bergbaulicher Aktivitäten vorgenommen.

Dies gilt insbesondere für die Erzreviere im Rheinischen Schiefergebirge außerhalb der Kalksteinformationen. Gerade im Rheinischen Schiefergebirge, wo flächenhaft mit sehr unterschiedlicher Intensität Erzbergbau stattge-

funden hat, wurde im Hinblick auf das Projektziel "Ermittlung von Belastungsschwerpunkten" versucht, Schwerpunkte bergbaulicher Aktivitäten auszuweisen. Daher weicht insbesondere in diesem Raum die im Rahmen des vorliegenden Projektes vorgenommene Abgrenzung teilweise von früheren Erzrevierausweisungen ab.

Die derart abgegrenzten, relevanten Erzreviere bildeten die Hauptsuchkulisse für die Recherche nach konkreten Verdachtspunkten. Dabei wurde aber nicht aus dem Blick genommen, dass auch im weiteren Umfeld, außerhalb der so ausgewiesenen Erzreviere lokal bedeutsame Bergwerke bzw. Erzlagerstätten als potenzielle Belastungsschwerpunkte vorhanden sein können (Fälle 2 und 3 in Tabelle 2-1).

Wasserwirtschaft

Parallel zur geologisch/bergbaulichen Bearbeitung wurde eine Auswertung der wasserwirtschaftlichen Daten vorgenommen, um die Gewässer und Wasserkörper zu identifizieren, für die mindestens ein Verdacht auf bergbaulich bedingte Schwermetalleinträge besteht. Hierzu wurden die folgenden Unterlagen ausgewertet:

1. Bewirtschaftungsplan (Wasserkörpersteckbriefe) und Maßnahmenprogramm 2010 (MKULNV 2010a und MKULNV 2010b);

2. Gewässerbelastungen gem. WRRL: Schwermetallbänder und GÜS-Messstellen (Auswertungen des LANUV zum Bewirtschaftungsplan 2010).

Die Auswertung der Daten zum **Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm 2010** erfolgte im Einzelnen in den folgenden Auswertungsschritten:

– Abfrage der Datenbank „Wasserkörpersteckbriefe“ (Stand: 25.01.2011) gem. einer Auswertung des LANUV aus dem Jahr 2009 in Bezug auf Belastungen, die potenziell aus dem Erzbergbau resultieren (ergänzt und erweitert um zusätzliche Suchkriterien).
  → Im Ergebnis wurden 703 Maßnahmenbeschreibungen selektiert, in denen Hinweise auf eine Schwermetallbelastung oder mögliche Einflüsse durch (ehemaligen) Erzbergbau enthalten waren.

– Händische Bewertung der selektierten Einträge aus der Maßnahmendatenbank im Hinblick auf die folgenden Kriterien (in Klammern die Anzahl der betroffenen Maßnahmen, Mehrfacheinträge möglich):

  - Erwähnung Schwermetallbelastung (284),
  - Hinweis auf Erzbergbau/Altbergbau (68),
  - Hinweis auf geogene Belastung (40),

- Belastung unklar/unsicher (197),
- nicht relevant, da Schwermetallbelastung mit anderer Belastungsursache (437).

– Zusätzlich erfolgte eine Abfrage bei den Bezirksregierungen hinsichtlich Maßnahmen/Daten, die ggf. noch nicht in den Wasserkörpersteckbriefen (WKSB) enthalten sind:

- BR Köln → Ergebnis:
  Alle Daten auf Wasserkörperebene sind in den WKSB enthalten.
- BR Düsseldorf → Ergebnis:
  Alle Daten auf Wasserkörperebene sind in den WKSB enthalten.
- BR Arnsberg →
  Zusendung Excel-Datei der BR Arnsberg (Stand 21.01.2011) mit konzeptionellen Maßnahmen im Hinblick auf Bergbau und die relevanten Wasserkörper. Diese Daten sind in dieser Form noch nicht in den WKSB enthalten.

Im Ergebnis ergaben die wasserwirtschaftlichen Auswertungen folgende Klassifizierung der OFWK, WKG und PE für die weitere Bearbeitung:

I. alle OFWK/WKG/PE mit Hinweis/Maßnahmen Erzbergbau/Altbergbau → relevant für die weitere Bearbeitung;

II. alle OFWK/WKG/PE, wo die Ursache der Belastung unklar ist → relevant für die weitere Bearbeitung;

III. alle OFWK/WKG/PE mit Nennung Schwermetallbelastung, aber anderer Belastungsursache
→ nicht relevant für die weitere Bearbeitung.

Alle nachfolgenden Auswertungen beschränken sich ausschließlich auf Oberflächenwasserkörper (OFWK), da in NRW kein Grundwasserkörper aufgrund von Schwermetallbelastungen in einem schlechten chemischen Zustand ist und Belastungen aus dem Erzbergbau i. d. R. nur lokal das Grundwasser belasten und nicht zur Belastung ganzer Grundwasserkörper führen.

Für die Auswertungen der **Schwermetallbänder und der GÜS-Daten** wurden vereinbarungsgemäß die in Tabelle 2-2 aufgelisteten Stoffe mit den entsprechenden Grenzwerten betrachtet. Weitere Prüfwerte sind in der Tabelle 2-6 enthalten.

Tab. 2-2: Stoffliste und Grenzwerte für die landesweite Auswertung der Schwermetallbänder und GÜS-Daten entsprechend OGewV vom 20.07.2011 (Anlage 5 und 7)

Stoff	prioritäre Stoffe UQN Anlage 7 OGewV	nicht-prioritäre Stoffe UQN Anlage 5 OGewV	„nicht geregelt“
Arsen		40 mg/kg*	
Blei	7,2 µg/l		
Cadmium	0,08 – 0,25 µg/l**		
Chrom		640 mg/kg*	
Kobalt			X
Kupfer		160 mg/kg*	
Molybdän			X
Nickel	20 µg/l		
Quecksilber	0,05 µg/l***		
Selen		3 µg/l****	
Silber		0,02 µg/l****	
Thallium		0,2 µg/l****	
Titan			X
Vanadium			X
Zink		800 mg/kg*	

* Messung im Schwebstoff/Sediment.
** Grenzwert in Abhängigkeit von der Wasserhärte – zulässige Höchstkonzentrationen 0,45 bis 1,5 µg/l.
*** Zulässige Höchstkonzentration 0,07 µg/l.
**** Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gelöste Konzentration, d. h. die gelöste Phase einer Wasserprobe, die durch Filtration durch einen 0,45 µm-Filter oder eine gleichwertige Vorbehandlung gewonnen wird.

Im Ergebnis der Auswertungen zur hydrochemischen Belastung der Oberflächenwasserkörper wurden die Wasserkörper mit einer relevanten Belastung (= Suchkulisse) nach folgendem Schema identifiziert:

I. OFWK im schlechten chemischen Zustand
(Überschreitung Parameter Anhang 5 der WRRL)
→ relevant für die weitere Bearbeitung;

II. OFWK mit relevanten Belastungen
(Überschreitung Parameter Anhang 4 der WRRL)
→ relevant für die weitere Bearbeitung und Ergänzung zur Suchkulisse I;

III. OFWK mit relevanten Belastungen
(Überschreitungen für die „nicht geregelten“ Parameter)
→ Ergänzung zur Suchkulisse I + II (siehe Tabelle 2-4).

Die Überlagerungen der Auswertungen der Daten des Bewirtschaftungsplans und des Maßnahmenprogramms mit relevanten Schwermetallbelastungen ergibt die Suchkulisse der "relevanten Oberflächenwasserkörper" (siehe Anlage 1.1) für die Verschneidung mit den Bergbaudaten nach folgender Matrix (Tabelle 2-3):

Tab. 2-3: Matrix zur Ableitung der Suchkulisse „relevante Oberflächenwasserkörper“

Fall	Ergebnis Auswertung Maßnahmen/WKSB	Ergebnis Auswertung Schwermetallbelastung	Suchkulisse für die weitere Betrachtung
A	OFWK/WKG/PE mit Hinweis/Maßnahmen Erzbergbau/Altbergbau	relevante Belastung	ja
B		keine relevante Belastung	ja
C	OFWK/WKG/PE, wo die Ursache der Belastung unklar ist	relevante Belastung	ja
D		keine relevante Belastung	nein
E	OFWK/WKG/PE mit Nennung Schwermetallbelastung, aber anderer Belastungsursache	relevante Belastung	nein
F		keine relevante Belastung	nein
G	OFWK/WKG/PE ohne Bewertung der Maßnahmen	relevante Belastung	ja
H		keine relevante Belastung	nein

Verschneidung der Suchkulissen "Bergbau/Wasserwirtschaft"

Die Verschneidung der sich aus der Auswertung Bergbau/Wasserwirtschaft ergebenden Suchkulissen erfolgte für die Flächen innerhalb des "Großraums Erzbergbaus" vom Prinzip her nach folgender Matrix (Tabelle 2-4):

Tab. 2-4: Matrix zur Verschneidung der Untersuchungen zu Bergbau und Wasserwirtschaft

Auswertungen WRRL	Auswertungen Bergbau	Weiteres Vorgehen	Kategorie
Fall A	Fall 1/Fall 2/Fall 3	Arbeitsschritt 2	I
	Fall 4	Arbeitsschritt 2	II
Fall B	Fall 1/Fall 3	Arbeitsschritt 2	II
	Fall 2/Fall 4	keine weitere Betrachtung	–
Fall C/G	Fall 1/Fall 2/Fall 3	Arbeitsschritt 2	II
	Fall 4	keine weitere Betrachtung	–
Fall D/E/F/H	Fall 1/Fall 2/Fall 3/Fall 4	keine weitere Betrachtung	–

Die als „gewässerrelevant“ identifizierten Flächen des Erzbergbaus gemäß Fall A, Kategorie I gingen als Hauptsuchkulisse in die weitere Bearbeitung (Arbeitsschritt 2) ein.

Parallel dazu erfolgte für die aus Fall A, B, C und G der Kategorie II zugewiesenen Flächen eine weitergehende Plausibilitätsprüfung auf eine mögliche Relevanz von bergbaubedingten Schwermetalleinträgen. Auf dieser Grundlage wurde dann entschieden, ob diese Flächen im Hinblick auf die Schwermetallbelastung von Gewässern unbeachtet bleiben können.

Bereiche des Erzbergbaus, in denen keine Hinweise auf entsprechende Gewässerbelastungen vorlagen, wurden im Weiteren nicht betrachtet.

Im Ergebnis dieses Arbeitsschritts wurden auch diejenigen Kreisgebiete identifiziert, die als potenziell "betroffene" Kreise in die weitere Projektbearbeitung eingebunden wurden (siehe Anlage 1.1). Für die entsprechenden Kreisgebiete wurden Ergebniskarten erstellt, die mit den betroffenen Behörden dann abgestimmt wurden ("Kreisabfrage" gemäß Abschnitt 2.4.1).

2.3 Identifizierung und Vorauswahl von Verdachtspunkten für signifikante Schwermetalleinträge aus dem Erzbergbau

Im Hinblick auf das Projektziel (Erfassung der Hauptbelastungsquellen in NRW) wurde zunächst eine Klassifizierung der Erzreviere nach dem Schwermetallbelastungspotenzial vorgenommen. Zu Beginn des Projektes wurde vom Grundsatz her den Erzlagerstätten im Kalksteingebirge (aufgrund der chemischen Pufferwirkung der Kalksteine) sowie den reinen Eisenerzlagerstätten (aufgrund des vergleichsweise geringeren Schwermetallanteils) ein geringeres Schwermetallbelastungspotenzial zugeordnet. Wie spätere Analysen gezeigt haben, können jedoch auch in zur Wassergewinnung genutzten Stollen höhere Schwermetallgehalte auftreten. Diese können belastungsrelevant sein, wenn das Wasser aus den Stollen nicht vollständig oder nicht mehr als Rohwasser genutzt wird. Deshalb wurden – soweit in der späten Projektphase noch Daten zur Verfügung standen – diese zur Bewertung herangezogen.

Die Hauptsuchkulisse für die Identifizierung von konkreten Verdachtspunkten wurde so auf die Erzreviere mit einem signifikanten Schwermetallpotenzial (Blei-/Zink-/Kupfer-Lagerstätten in Tonstein/Sandstein-Gebirge) reduziert.

Auch wenn der Fokus der weiteren Bearbeitung auf dieser reduzierten Hauptsuchkulisse lag, so wurden dennoch auch die außerhalb der Hauptsuchkulisse identifizierten "relevanten Oberflächenwasserkörper" gezielt auf potenziell belastungsrelevante Bergbaustandorte überprüft. Die Ermittlung

von konkreten Verdachtspunkten erfolgte in Ergänzung zu den bereits oben aufgeführten Datengrundlagen anhand von (siehe Anhang 1):

- umfangreichen Literaturrecherchen:
    - Bergbauhistorie, Heimatliteratur,
    - Internetrecherche,
    - Erläuterungen zur Geologischen Karte GK25;
- Kartenauswertungen:
    - Geologische Karte GK25,
    - Historische Topographische Karten TK25 (vor allem Preußische Neuaufnahme),
    - DGK 5,
    - ausgewählte Grubenrisse;
- Recherchen zu Wasserrechten der Bergbaubetriebe bei der BR Arnsberg;
- Recherchen in Projektarchiven von IHS und ahu AG.

Bei der Ermittlung von konkreten Verdachtspunkten lag der Schwerpunkt auf der Identifizierung von Wasseraustritten aus Stollenmundlöchern sowie Standorten von Halden und Spülteichen im unmittelbaren Umfeld der Bergwerksbetriebe. Hüttenstandorte wurden explizit nicht betrachtet.

Darüber hinaus wurden beispielhaft ehemalige bzw. aktive Wassergewinnungsanlagen in Erzbergwerken zusammengestellt.

2.4 Verifizierung der Verdachtspunkte und Bewertung ihrer Signifikanz für die Umsetzung der WRRL

Die Bewertung der Signifikanz der identifizierten Verdachtspunkte erfolgte in folgenden Bearbeitungsschritten (siehe Anlagen 1.2 bis 1.4):

1. Bereitstellung der Auswertungen zu Erzbezirken und Verdachtspunkten (siehe Abschnitte 2.2 und 2.3).
   Die entsprechenden Unterlagen wurden den betroffenen Kreisen mit Erlass des MKULNV vom 05.07.2011 analog und digital mit einem entsprechenden Prüfauftrag übergeben.

2. Abstimmung und zusätzliche Datenabfrage bei Kreisen, der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH und den BR Arnsberg und Köln:

   - Auswertung der Rückläufe, erstes Ranking und Identifizierung der potenziell signifikanten Verdachtspunkte;

- Vor-Ort-Termine/Gespräche mit den Kreisen und der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH;

- weitere Datenanforderungen und -auswertungen.

3. Zuordnung und Auswertung von GÜS-Messstellen zu den einzelnen Verdachtspunkten.

4. Festlegung zusätzlicher Probenahmepunkte und Durchführung der Probenahme durch das LANUV im Februar 2012. Die Ergebnisse lagen bis 03.04.2012 vor.

5. Auswertung der vorliegenden Unterlagen und abschließende Bewertung der Signifikanz.

2.4.1 Bereitstellung der Auswertungen zu Erzbezirken und Verdachtspunkten

Die Zwischenergebnisse gemäß den Abschnitten 2.2 und 2.3 wurden den als potenziell betroffen ermittelten Kreisen und kreisfreien Städten Anfang Juli 2011 in analoger und digitaler Form mit folgenden Daten zur Verfügung gestellt (siehe Anlage 1.2):

- Abgrenzung der Erzreviere,
- Lagemäßige Darstellung von Stollenmundlöchern gemäß SATÖB,
- Auszug BAVKAT,
- Abgrenzung der Gewässerkörper mit Verdacht auf Schwermetalleintrag aus dem Erzbergbau einschließlich Schwermetallspektrum,
- Lage der GÜS-Messstellen,
- Auszug FIS AlBo,
- Lage von insgesamt 66 Verdachtspunkten/Wassergewinnungsanlagen in Bergwerken.

Die Übermittlung der Daten erfolgte mit folgendem Prüfauftrag:

- Validierung der bereits ermittelten Verdachtspunkte,
- Benennung zusätzlicher Verdachtspunkte bzw. bereits bekannter, relevanter Eintragsquellen,
- Abfrage relevanter Grunddaten zu den bekannten Verdachtspunkten.

Letzte Rückmeldungen der Kreise (ohne Ortstermine mit zusätzlichen Datenlieferungen) erfolgten bis zum 27.10.2011.

Umfang und Qualität der Rückmeldungen waren sehr unterschiedlich (siehe Anhang 2, Anlage 1.3). Generell kann unterschieden werden zwischen

- Kreisen, die Hinweise auf bergbauliche Belastungsquellen gaben bzw. die Verdachtspunkte bestätigen konnten,
- Kreisen, bei denen keine Erkenntnisse über bergbauliche Belastungsquellen vorlagen ("ohne Hinweise"),
- Kreise, von denen keine Rückmeldung erfolgte (wurden als Kreise "ohne Hinweise" gewertet).

Teilweise wurde von den Kreisen auch um ein Gespräch vor Ort gebeten, um die Anfrage bzw. die benötigten Daten zu spezifizieren und die Standorte im Gelände aufzusuchen (siehe Tabelle 2-5).

2.4.2 Abstimmung und Datenabfrage

Die Unterlagen aus dem Rücklauf wurden durch die ARGE geprüft und ausgewertet. Auf dieser Basis erfolgte eine persönliche Kontaktaufnahme mit den Kreisen und eine Reihe von Vor-Ort-Terminen, bei denen weitere Daten von den Kreisen übergeben wurden und i. d. R. auch eine Begehung der Verdachtspunkte im Gelände stattfand (siehe Tabelle 2-5, Anlage 1.3).

Die Begehung der Verdachtspunkte wurde jeweils durch eine Auswertung des Grubenbildes vorbereitet. Die zugehörigen Grubenrisse wurden durch die Bezirksregierung Arnsberg digital zur Verfügung gestellt.

Tab. 2-5: Vor-Ort-Termine (Datenübergabe und/oder Geländebegehung)

Datum	Gesprächspartner
05.10.2011	Arbeitskreis Burgfeyer Stollen
15.11.2011	Kreis Olpe
01.12.2011	Oberbergischer Kreis
21.12.2011	Rheinisch-Bergischer Kreis
21.12.2011	Kreis Siegen-Wittgenstein
31.01.2012	Oberbergischer Kreis
31.01.2012	Rhein-Sieg-Kreis
09.02.2012	Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH

In der Regel wurde bei den Terminen mit den Kreisen und der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH eine weitere Datenlieferung vereinbart, die dann per Briefpost oder per E-Mail erfolgte.

Weiterhin nahmen die Projektbearbeiter im Rahmen der Bearbeitung an einer Sitzung des Arbeitskreises Burgfeyer Stollen am 05.10.2011 in Mechernich teil. Daraus ergaben sich konkrete Informationen über die Belastungssituation und die geplanten Maßnahmen am Burgfeyer Stollen, die in die vorliegende Bearbeitung aufgenommen wurden.

2.4.3 Zuordnung und Auswertung von GÜS-Messstellen

In einem ersten Schritt wurden GÜS-Messstellen im Ober- und Unterstrom der identifizierten Verdachtspunkte ausgewählt und den entsprechenden Verdachtspunkten zugeordnet.

Für diese Messstellen wurden beim LANUV die entsprechenden Analysendaten nach folgenden Kriterien abgefragt:

- Stoffe gemäß Tabelle 2-2 (zusätzlich Thallium),
- Zeitraum ab 2000,
- Jahresmittelwerte.

Die Auswertung erfolgte in Form einer tabellarischen Auflistung der ausgewählten Verdachtspunkte mit den zugeordneten GÜS-Messstellen. Für die GÜS-Messstellen werden die jeweils aktuellsten verfügbaren Jahresmittelwerte dargestellt, da es nicht Ziel ist, die Bewertungsgrundlage für den Bewirtschaftungsplan noch einmal darzustellen, sondern vielmehr soll der aktuelle Status Quo im Gewässer dokumentiert werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass insbesondere die Jahresmittelwerte für 2011 zum größten Teil nur auf einem Wert beruhen.

Die dargestellten Jahresmittelwerte wurden mit den Umweltqualitätsnormen bzw. internen Schwellenwerten des LANUV abgeglichen (Tabelle 2-6) und Überschreitungen entsprechend kenntlich gemacht. In der Dokumentation in Anhang 3 ist die Ergebnistabelle enthalten.

Tab. 2-6: Prüfwerte für die Auswertung der GÜS-Messstellen

Stoff	UQN gemäß OGewV		Orientierungswert gem. LANUV	Auffälligkeit*
	µg/l (gelöst)	mg/kg	µg/l (gesamt)	
Blei	7,2			> 5 µg/l gelöst
Cadmium	0,25			> 0,2 µg/l gelöst
Nickel	20			> 15 µg/l gelöst
Quecksilber	0,05			> 0,04 µg/l gelöst
Arsen		40	50	> 40 µg/l gesamt
Chrom		640	10	> 8 µg/l gesamt
Kupfer		160	4	> 3 µg/l gesamt
Zink		800	14	> 11 µg/l gesamt
Kobalt			0,9	> 0,6 µg/l gesamt
Molybdän			7	> 5 µg/l gesamt
Titan			15	> 10 µg/l gesamt
Vanadium			2,4	> 2 µg/l gesamt
Silber			0,02	
Selen			3	> 2 µg/l gesamt
Thallium			0,2	

* Die Auffälligkeiten wurden stoffspezifisch und nicht wissenschaftlich abgeleitet; sie wurden bei ca. 70 bis 80 % des Grenz- bzw. Orientierungswertes angesetzt und dienen lediglich als grobe Anhaltspunkte.

2.4.4 Zusätzliche Beprobungen durch das LANUV

Im Rahmen des Projektes bestand die Möglichkeit, an ca. 20 Stellen zusätzliche Beprobungen durch das LANUV durchführen zu lassen. Die Auswahl der Probenahmepunkte erfolgte nach Auswertung der Daten von den Kreisen und diente der Verdichtung der Informationsbasis. Ausgewählt wurden insbesondere potenziell signifikante Verdachtspunkte, zu denen bislang keine Analysenergebnisse vorlagen sowie Bereiche, in denen aufgrund einer Vielzahl an Verdachtspunkten keine ausreichenden Daten vorlagen, um die jeweilige Signifikanz des Einzelpunktes bewerten zu können.

Die Probenahme und Analyse erfolgten durch das LANUV im Zeitraum 16.02.2012 bis 27.02.2012. In der Dokumentation zur Probenahme (Anhang 4) sind eine Liste der ausgewählten Probenahmestellen sowie die zugehörigen Analysenergebnisse enthalten. Einen Überblick über die Lage der Beprobungspunkte gibt Anlage 1.3.

Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den aktuellen Beprobungen und damit auch bei den daraus abgeleiteten Frachten nur um Momentaufnahmen handelt. In der Regel schwanken sowohl die Wassermenge als auch die Fracht in Abhängigkeit vom Witterungsgeschehen. Dies gilt insbesondere für Haldenbereiche, aus denen ein maßgeblicher

Anteil der Gewässerbelastung über Erosion in die Gewässer eingetragen wird.

Der Februar 2012 war im Allgemeinen relativ niederschlagsarm, und so lagen zum Zeitpunkt der Probenahme eher Niedrigwasserverhältnisse vor.

2.4.5 Analyse der gewässerökologischen Auswirkungen von Schwermetalleinträgen

Datenbasis und Vorgehensweise

Innerhalb der Literatur über die Biologischen Qualitätskomponenten, bestehend aus dem Phytoplankton, der aquatischen Flora, der Wirbellosenfauna und der Fischfauna, finden sich unterschiedliche Eignungen dieser Komponenten für die Bewertungen je nach vorliegendem Untersuchungsschwerpunkt.

Forschungsergebnisse über die konkreten Auswirkungen von Schwermetallbelastungen auf die benthische Wirbellosenfauna zeigen, dass sich Einflüsse in der Regel nur auf der Ebene einzelner taxonomischer Großgruppen nachweisen lassen.

Unabhängig von den betrachteten Einflüssen wird den aquatischen Invertebraten als Bewertungsinstrument durch die Vergleichbarkeit der Artenzusammensetzung, der Artenhäufigkeit und der Individuenzahlen eine gute Eignung zugesprochen. Bei der Fischfauna können darüber hinaus die frühen (weniger mobilen) Entwicklungsstadien bzw. die bestehenden Altersstrukturen betrachtet werden.

Die weiteren Vorteile der Betrachtung des MZB sind neben einem im Vergleich zu den Fischen relativ dicht gestreuten Messstellennetz die in der Literatur vorhandenen Erfahrungswerte zu schadensauslösenden in vitro Konzentrationen für das Makrozoobenthos. Dies ermöglicht eine näherungsweise Bewertung der vorhandenen Schwermetallkonzentrationen. Als problematisch erweist sich dabei die Übertragung der überwiegend im Labor gewonnenen Grenzkonzentrationen auf die tatsächlichen, chemischen Werte im natürlichen Ökosystem Fließgewässer.

Da die Auswertung auf bestehende und vollständige Datensätze aus dem NRW-weiten GÜS-Messstellennetz zurückgreift, wurden das Phytoplankton, die Makrophyten und die Fischzönose in der detaillierteren Analyse nicht berücksichtigt.

Mehrstufige Vorgehensweise

Als Vergleichskriterium für diese Messstellen wurde zunächst die WRRL-relevante Bewertung nach ASTERICS in dem Modul „Allgemeine Degradation“ herangezogen. Das Modul gibt die Auswirkungen verschiedener Stressoren wieder. Dafür wurden landesweit die prozentualen Probenahmen in unbelasteten und belasteten Oberflächenwasserkörpern (OFWK) anhand der 5-stufigen Bewertung für die Allgemeine Degradation verglichen. Als Weiteres erfolgte die gleiche Auswertung getrennt nach Zuordnung der Fließgewässertypen der betroffenen Gewässer. Anschließend wurden die Messstellen landesweit auf OFWK mit bergbaulichem Hintergrund reduziert und die Bewertung der Belastungssituation verglichen. Informationen zu kleineren Gewässern konnten im Rahmen des vorliegenden Gutachtens nur exemplarisch berücksichtigt werden, wenn hierzu konkrete Daten und Auswertungen vorlagen.

In einem weiteren Schritt wurde untersucht, ob sich signifikante Zusammenhänge zwischen steigenden Belastungen der häufigsten drei Metalle Kupfer, Zink und Cadmium und dem Vorkommen ausgewählter, taxonomischer Großgruppen zeigen.

Im Anschluss an diese großgruppenspezifische Auswertung wurden ausgewählte Verdachtspunkte betrachtet. Den nach Signifikanz klassifizierten Verdachtspunkten wurden MZB-Messstellen anhand der nächstgelegenen Messstelle aus dem GÜS-Messstellennetz nach dem Kriterium der Lage (oberstromig/unterstromig) zugeordnet. Bei der Auswertung der MZB-Proben wurden die Gesamt-Individuenzahlen sowie Artenzahlen und Artenhäufigkeiten ausgewählter taxonomischer Gruppen verglichen und analysiert.

Zuletzt erfolgte die Einstufung der ausgewählten Verdachtspunkte auf Basis schwermetallbedingter Beeinträchtigungen anhand der Taxazahlen, der taxonomischen Gruppen Ephemeropteren, Plecopteren, Trichopteren und Crustaceen in %-Anteil an der Gesamtzönose, den Artenzahlen, der Abundanz sowie anhand der Bewertungen für die Allgemeine Degradation und für die Saprobie. Zusammen mit der Betrachtung des ökotoxikologischen Index nach CAMARGO 1990 wurden die ausgewählten Verdachtspunkte in insgesamt fünf Klassen eingeteilt, über die die Auswirkungen von Schwermetallen auf die Biozönose eingeschätzt werden.

2.4.6 Auswertung der Unterlagen/Datenverfügbarkeit

Neben den i. d. R. digitalen Rückläufen der Kreise zu den zur Verfügung gestellten Daten erfolgte die Mehrzahl der zusätzlich bereitgestellten Daten in analoger Form. Diese Daten wurden von der ARGE gesichtet und gezielt digital aufbereitet.

Bei vielen Kreisen waren die von der ARGE zur Verfügung gestellten Daten nicht bekannt. Von vielen Verdachtspunkten erfuhren die Kreise erst durch die von der ARGE bereitgestellten Unterlagen. Einige Kreise (Beispiel Rheinisch-Bergischer Kreis, Projekt „Stollenmundlöcher“) hatten bereits eigene, teilweise umfangreiche Untersuchungsprogramme begonnen, die mit den Auswertungen der ARGE abgeglichen wurden und u. U. zu Ergänzungen bestehender Untersuchungsprogramme führten. Bis zur Abfassung des vorliegenden Berichts lagen von den zusätzlichen Untersuchungen im Bereich des Rheinisch-Bergischen Kreises leider nur vorläufige Analysenergebnisse vor, die im Rahmen der Auswertungen entsprechend berücksichtigt wurden.

Beim Kontakt mit den Kreisen und den zuständigen Bezirksregierungen stellte sich heraus, dass die Zuständigkeiten für die Überwachung der einzelnen Verdachtspunkte nicht immer eindeutig geregelt sind. Oftmals erfolgten Zirkelverweise von den Kreisen zu den Bezirksregierungen (bzw. ehemaligen StUÄ) und wieder zurück.

Darüber hinaus wurde deutlich, dass durch Bearbeiter- und Zuständigkeitenwechsel (z. B. auch im Zusammenhang mit Ruhestand, Versetzung etc.) häufig Informationen verloren gingen bzw. heute nicht mehr auffindbar waren. Dies trifft insbesondere auf die genaue Lage von Stollenaustritten im Gelände zu, die ohne konkrete Ortskenntnis oftmals nur schwer aufzufinden sind.

Im Rahmen der Abstimmung mit den Kreisen und der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH sowie auch auf der Grundlage der Vor-Ort-Begehungen (siehe Abschnitt 2.4.1) konnten Verdachtspunkte bestätigt, verworfen und ihre grundsätzliche Signifikanz verifiziert sowie zusätzliche Verdachtspunkte ermittelt werden. Auf dieser Grundlage wurde die der weiteren Bearbeitung zugrunde gelegte Zusammenstellung von Verdachtspunkten überarbeitet (siehe Anlage 1.4).

2.4.7 Methode zur Bewertung der Signifikanz

Die Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte erfolgte in Abstimmung mit der projektbegleitenden Arbeitsgruppe mit Hilfe eines **Punktesystems** und unter Verwendung der folgenden Kriterien:

- Beeinträchtigung des chemischen Zustands des Gewässers (Metalle prioritär) durch den Eintrag aus dem Verdachtspunkt;

- Beeinträchtigung des ökochemischen Zustands des Gewässers (Metalle nicht-prioritär und „nicht geregelt“) durch den Eintrag aus dem Verdachtspunkt;

- eingetragene Schwermetallfracht in die Gewässer;

– räumliche Ausdehnung der Belastung (Chemie und Ökochemie) aus dem Verdachtspunkt;

– Auswirkungen auf die Ökologie (Artenspektrum etc.).

In der Tabelle 2-7 sind die jeweiligen Datengrundlagen dargestellt, auf deren Basis die Bewertung der einzelnen Kriterien erfolgte.

Tab. 2-7: Kriterien zur Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Kriterium	**Daten- und Bewertungsgrundlagen**
Beeinträchtigung des chemischen Zustands des Gewässers (Metalle prioritär) durch den Eintrag aus dem Verdachtspunkt	– Chemischer Zustand der von der Einleitung betroffenen Wasserkörper (Steckbriefe der Planungseinheiten) – Analysenergebnisse – Experteneinschätzung
Beeinträchtigung des ökochemischen Zustands des Gewässers (Metalle nicht-prioritär) durch den Eintrag aus dem Verdachtspunkt	– Auswertungen Ökochemie, mit konkreten Hinweisen zu Schwermetallen – Ökologischer Zustand der von der Einleitung betroffenen Wasserkörper (Steckbriefe der Planungseinheiten) – Analysenergebnisse – Experteneinschätzung
eingetragene Schwermetallfracht in die Gewässer	– Analysenergebnisse und Abflussmessungen bzw. -schätzungen (Gewässer und/oder Einleitung) – bereits vorhandene Untersuchungen (z. B. Gefährdungsabschätzungen, Monitoringberichte etc.)
räumliche Ausdehnung der Belastung aus dem Verdachtspunkt	– Belastungen der Wasserkörper im Unterstrom des Verdachtspunktes (Steckbriefe der Planungseinheiten) – Experteneinschätzung
Auswirkungen auf den ökologischen Zustand	– Auswertungen ausgewählter MZB-Messstellen und Abgleich mit den GÜS-Daten – Experteneinschätzung

Für die zuvor erläuterten Kriterien wurden individuelle Klassen der einzelnen Signifikanzkriterien gebildet, die gemeinsam mit den jeweiligen Beschreibungen/Abgrenzungen in der Tabelle 2-8 dargestellt sind. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht sind die Kriterien „Beeinträchtigung chemischer Zustand“, „Beeinträchtigung Zustand Ökochemie“ und „Frachten“ höher zu gewichten als die beiden anderen Kriterien. Aus diesem Grund werden die entsprechenden Punkte für die o. g. Kriterien mit dem Faktor 2 multipliziert. Die maximal erreichbare Punktzahl liegt demnach bei 28.

Anhand der sich ergebenden Rangfolge wurden die Hauptbelastungsquellen ausgewiesen (siehe Anlage 1.4). Für diese Hauptbelastungsquellen wurden Objektsteckbriefe erstellt, in denen die bergbaulichen Verhältnisse der entsprechenden Grube skizziert, die potenziellen Quellen der Schwermetallfrachten aufgezeigt und in einem zugehörigen Lageplan dargestellt sind.

Für die Hauptbelastungsquellen wurden im Weiteren die Ansatzpunkte sowie die Zielsetzung zur Verringerung der Schwermetalleinträge aufgezeigt und mögliche Maßnahmen vorgeschlagen. Ein entsprechender Katalog von Maßnahmenbausteinen wurde gesondert ausgearbeitet.

Tab. 2-8: Klassifizierung der Signifikanzkriterien

Kriterien	Klassen	Erläuterung	Punkte	Faktor
Beeinträchtigung chemischer Zustand	ja	schlechter chemischer Zustand des OFWK, in den eingeleitet wird: Verdachtspunkt ist maßgeblicher Grund	4	2
	möglich	schlechter chemischer Zustand des OFWK, in den eingeleitet wird: Verdachtspunkt ist einer von mehreren Gründen	2	
	nein	guter chemischer Zustand des OFWK, in den eingeleitet wird bzw. keine Hinweise auf signifikante Beeinträchtigung durch Verdachtspunkt	0	
Beeinträchtigung Zustand Ökochemie	ja	„höchstens mäßiger“ ökochemischer Zustand des OFWK, in den eingeleitet wird: Verdachtspunkt ist maßgeblicher Grund	4	2
	möglich	„höchstens mäßiger“ ökochemischer Zustand des OFWK, in den eingeleitet wird: Verdachtspunkt ist einer von mehreren Gründen	2	
	nein	guter oder sehr guter ökochemischer Zustand des OFWK, in den eingeleitet wird bzw. keine Hinweise auf signifikante Beeinträchtigung durch Verdachtspunkt	0	
Fracht	hoch	vergleichsweise hohe Fracht (mehrere 10er t/a)	3	2
	mittel	vergleichsweise mittlere Fracht (ca. 1 bis 10 t/a)	2	
	gering	vergleichsweise geringe Fracht (< 1 t/a)	1	
	unbedeutend	Fracht < 0,1 t/a	0	
räumliche Ausdehnung der Belastung (Chemie und Ökochemie)	großräumig (mehrere WK)	mehrere OFWK im Unterstrom sind betroffen	3	1
	regional (1 WK)	mindestens der OFWK, in den eingeleitet wird, ist betroffen	2	
	lokal (Gewässerabschnitt)	nur ein lokaler Gewässerabschnitt ist betroffen (nicht der gesamte OFWK)	1	
	unbedeutend	keine signifikante Gewässerbelastung	0	

Kriterien	Klassen	Erläuterung	Punkte	Faktor
Auswirkungen auf Ökologie	erkennbare Auswirkungen	Auswirkung des Verdachtspunktes auf Ökologie durch Vergleich Ober-/Unterstrom belegbar	3	1
	wahrscheinliche Auswirkungen	Auswirkungen im Unterstrom vorhanden: Schwermetallbelastung ist wahrscheinlich alleiniger Grund	2	
	mögliche Auswirkung	Auffälligkeiten im Unterstrom vorhanden: Schwermetallbelastung ist möglicherweise einer von mehreren Gründen	1	
	Auswirkung nicht erkennbar	keine erkennbaren Auswirkungen des Verdachtspunktes im Unterstrom	0	

2.5 Zusammenstellung von Maßnahmenbausteinen zur Reduzierung der Schwermetalleinträge

In einer Übersicht wurden zur Konzeption von Maßnahmen folgende Punkte bearbeitet:

- Hydrochemische Zusammenhänge und Voraussetzung zur Freisetzung von Schwermetallen im Erzbergbau in Grubenwässern.
- Vermeidungs- und Verminderungsstrategien zur Reduzierung der Freisetzung von Schwermetallen.
- Aktive und passive Behandlungsmethoden von Grubenwässern (Voraussetzungen, Vor- und Nachteile, Aufbau der Maßnahmen, Kosten).
- Entscheidungskriterien für die Auswahl von Maßnahmen.

Die Angaben im vorliegenden Gutachten beruhen im Wesentlichen auf einer Masterarbeit an der RWTH Aachen bei Herrn Prof. Dr. Rüde (ILLGUTH 2011: „Auswahlkriterien für Behandlungsverfahren zur Schwermetall- und Sulfatentfernung aus Grubenwässern von Erzbergbaualtstandorten“), die im Rahmen des vorliegenden Projektes angefertigt wurde.

3 ABGRENZUNG DER PROJEKTRELEVANTEN BETRACHTUNGSRÄUME UND VERDACHTSPUNKTE

3.1 Belastung der Gewässer mit Schwermetallen

Die methodische Vorgehensweise zur Auswahl der im Rahmen des Projektes als relevant erachteten Oberflächenwasserkörper ist in Kapitel 2 beschrieben. Aus der Verschneidung der Auswertungen des Maßnahmenprogramms und der Wasserkörpersteckbriefe sowie der Auswertungen zur Belastungssituation mit Schwermetallen ergeben sich 4 Fallkombinationen (siehe Tabelle 3-1).

Tab. 3-1: Ergebnis der wasserwirtschaftlichen Auswertung zu relevanten Oberflächenwasserkörpern

Fall	Ergebnis Auswertung Maßnahmen/WKSB	Ergebnis Auswertung Schwermetallbelastung	Anzahl OFWK
A	OFWK/WKG/PE mit Hinweis/Maßnahmen Erzbergbau/Altbergbau	relevante Belastung	66
B		keine relevante Belastung	40
C	OFWK/WKG/PE wo die Ursache der Belastung unklar ist	relevante Belastung	146
D	OFWK/WKG/PE ohne Bewertung der Maßnahmen	relevante Belastung	487

Die Anzahl der jeweiligen Wasserkörper, die den einzelnen Fällen entsprechen, ist in der Tabelle 3-1 aufgelistet und in der Anlage 2 grafisch dargestellt. Insgesamt ergibt sich daraus für das Projekt aus wasserwirtschaftlicher Sicht der in Abbildung 3-1 dargestellte Suchraum der Einzugsgebiete relevanter Oberflächenwasserkörper.

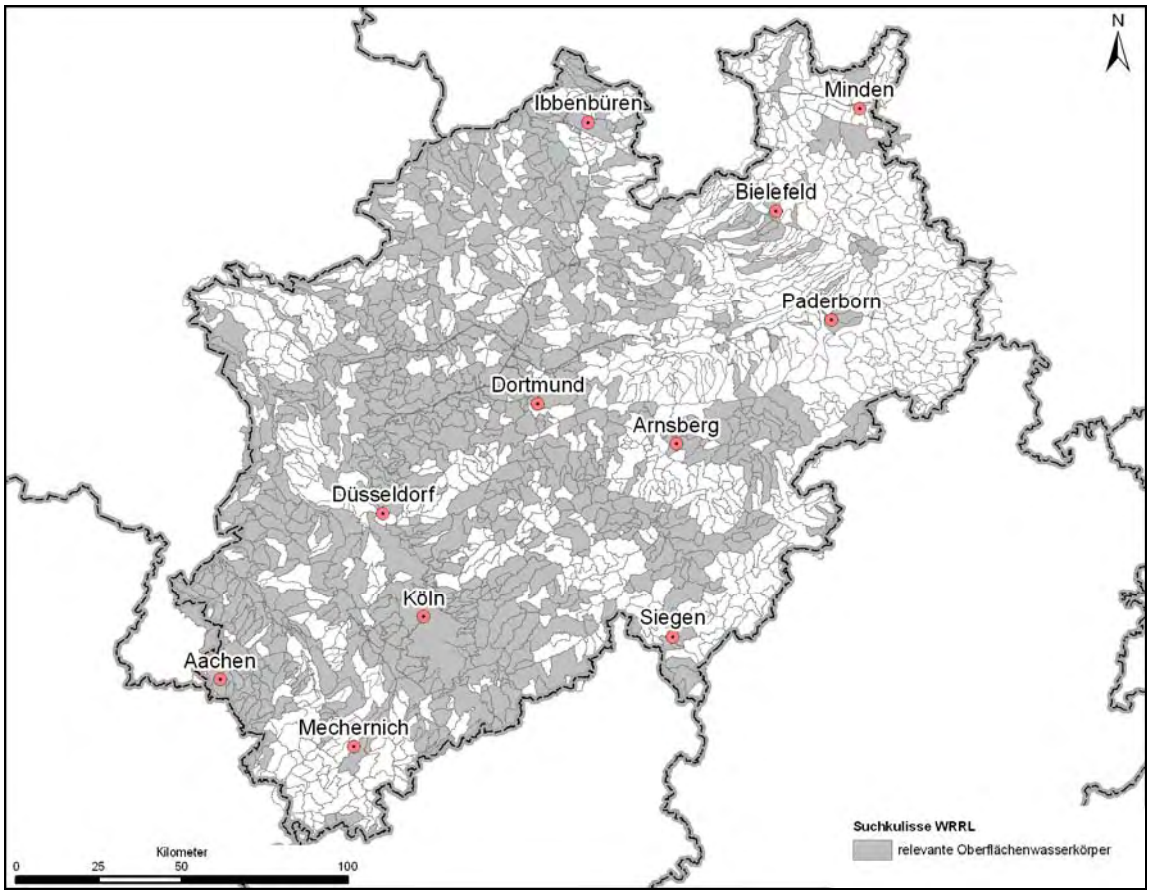


Abb. 3-1: Wasserwirtschaftliche Suchkulisse

3.2 Großraum Erzbergbau und Abgrenzung der Erzreviere

Der "Großraum Erzbergbau" (siehe Anlage 1.1) umfasst mit einer Gesamtfläche von rd. 14.000 km² die Ausbissbereiche des präkretazischen Grundgebirges (ohne das flözführende Oberkarbon) im Bereich des Rheinischen Schiefergebirges (Eifel, Bergisches Land, Sauerland) sowie im Bereich des Niedersächsischen Berglands (Eggegebirge, Teutoburger Wald, Lipper Bergland).

Das Rheinische Schiefergebirge ist gekennzeichnet durch flächenhaft verbreitete Gangerzlagerstätten, während im Bereich des Niedersächsischen Berglands lokal deutlicher abzugrenzende, schichtgebundene Lagerstätten dominieren.

Innerhalb des primären Suchraums "Großraum Erzbergbau" wurden Erzreviere als Schwerpunkte des Erzbergbaus abgegrenzt. Die aus der Bearbeitung resultierenden Erzreviere sind tabellarisch in Anhang 5 sowie in einem

Übersichtsplan in Anlage 1.1 zusammengestellt. Im Rahmen der Bearbeitung wurde eine Abgrenzung der einzelnen Erzreviere nach folgenden Kriterien vorgenommen:

1. Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk – umfasst die Kalksteinzüge des Mitteldevon bis Unterkarbon am Nordrand der Eifel
   (wesentliche Datenbasis: GK25)
2. Eifeler Trias-Bezirk – umfasst den Verbreitungsbereich der Trias-Ablagerungen im Übergangsbereich zwischen Eifel und Niederrheinischer Bucht ("Triasdreieck", wesentliche Datenbasis: GK25)
3. Eifeler Roteisenstein-Bezirk – umfasst den Verbreitungsbereich der devonischen Kalksteinzüge im Gebiet der "Eifelkalkmulden"
   (wesentliche Datenbasis: GK25)
4. Osteifeler Blei-Zink-Erzbezirk – umfasst als Umhüllende den Hauptverbreitungsbereich von Erzbergwerken im Osteifeler Unterdevon
   (wesentliche Datenbasis: TÖB-Punkte, Verbreitung oberflächennaher Bergbau)
5. Niederrheinischer Eisensteinbezirk – umfasst als Umhüllende den Hauptverbreitungsbereich von Eisenerzbergwerken am Südostrand der Niederrheinischen Bucht; die Erze befanden sich in tertiären Tonen innerhalb der Braunkohle (wesentliche Datenbasis: TÖB, Verbreitung oberflächennaher Bergbau, Literatur)
6. Nordbergischer/Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk – umfasst den Verbreitungsbereich der mitteldevonischen bis unterkarbonischen Kalksteine am Südrand des Ruhrreviers im Raum Velbert-Wuppertal-Iserlohn-Arnsberg (wesentliche Datenbasis: GK25)
7. Warstein-Suttroper Roteisensteinbezirk – umfasst den Verbreitungsbereich der mitteldevonischen Kalksteine im Raum Warstein
   (wesentliche Datenbasis: GK25)
8. Briloner Massenkalkzug-Bezirk (Blei/Zink) – umfasst den Verbreitungsbereich der devonischen Massenkalke im Raum Brilon
   (wesentliche Datenbasis: GK25)
9. Briloner Roteisensteinbezirk – umfasst den Verbreitungsbereich der Hauptgrünsteinzüge südlich von Brilon
   (wesentliche Datenbasis: GK25, TÖB, Verbreitung oberflächennaher Bergbau)
10. Stadtberge-Niedermarsberg-Kupferschiefer-Bezirk – umfasst den Verbreitungsbereich der Zechsteinschichten an der Geländeoberfläche und der bergbaulichen Hinterlassenschaften im Raum Marsberg
    (wesentliche Datenbasis: GK25, TÖB, Verbreitung oberflächennaher Bergbau)

11. Ramsbecker Erzbezirk – umfasst die Umhüllende der Hauptabbaubereiche auf den Ramsbecker Blei-Zink-Erz-Gangzügen
(wesentliche Datenbasis: TÖB, Verbreitung oberflächennaher Bergbau; Erzrevier GD NRW)

12. Siedlingshauser Eisensteinbezirk – umfasst die Umhüllende der Hauptabbaubereiche von Brauneisensteinen in devonischen Schiefern südlich von Siedlinghausen
(wesentliche Datenbasis: TÖB, Verbreitung oberflächennaher Bergbau, GK25)

13. Meggener Schwefelkiesbezirk – umfasst die Umhüllende der Meggener Blei-Zink-Lager in Mitteldevonischen Schiefern und Kalken bei Lennestadt einschließlich der Flächen von Spülteichen und Halden
(wesentliche Datenbasis: GK25, TÖB, Verbreitung oberflächennaher Bergbau, Erzrevier GD NRW)

14. Eisensteinbezirk Paffrather Kalkmulde – umfasst den Verbreitungsbereich der devonischen Massenkalke in der Paffrather Mulde
(wesentliche Datenbasis: GK25, TÖB, oberflächennaher Bergbau)

15. Bensberger Erzbezirk – umfasst die Schwerpunkte des Erzbergbaus im Zentrum der Blei-Zink-Gangvererzungen in den Schichten des Unterdevons zwischen Bensberg, Lohmar, Much und Engelskirchen
(wesentliche Datenbasis: GK25, TÖB, oberflächennaher Bergbau)

16. Olpener Erzbezirk – umfasst eine Gangerzzone am N-Rand des Spateisenbezirks Siegerland-Wied, die durch vererzungsarme Zonen im Süden gegen den Siegener Spateisenbezirk und im Osten gegen den Müsener Erzbezirk abgegrenzt ist
(wesentliche Datenbasis: TÖB, oberflächennaher Bergbau, GK25, Erzrevier GD NRW)

17. Müsener Erzbezirk – umfasst eine Gangerzzone am N-Rand des Spateisenbezirks Siegerland-Wied, die durch vererzungsarme Zonen im Süden gegen den Siegener Spateisenbezirk und im Westen gegen den Olpener Erzbezirk abgegrenzt ist
(wesentliche Datenbasis: TÖB, oberflächennaher Bergbau, GK25, Erzrevier GD NRW)

18. Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirk – umfasst eine unregelmäßige Gangerzzone am NW-Rand des Spateisenbezirks Siegerland-Wied, im Bereich Morsbach, die sich nach Süden in den Wissener Raum (Rheinland-Pfalz) fortsetzt
(wesentliche Datenbasis: TÖB, oberflächennaher Bergbau, Erzrevier GD NRW)

19. Siegener Spateisensteinbezirk – umfasst die Gangerzzone im Bereich des Siegener Hauptsattels (Siegener Hauptüberschiebung) zwischen Siegen und der Landesgrenze zu Rheinland-Pfalz (Betzdorf)
(wesentliche Datenbasis: TÖB, oberflächennaher Bergbau, GK25, Erzrevier GD NRW)

20. Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk – umfasst vereinzelte Gangerzzonen an der Grenze zu Rheinland-Pfalz, die durch eine vererzungsarme Zone im Nordwesten gegen den Siegener Spateisenbezirk abgegrenzt ist
    (wesentliche Datenbasis: TÖB, oberflächennaher Bergbau, GK25, Erzrevier GD NRW)
21. Schafberger Permbezirk – umfasst die Eisen- und Buntmetallvererzungen entlang der Zechsteinrandstaffeln der Ibbenbürener Karbonscholle am östlichen Rand des Schafberges bei Ibbenbüren
    (wesentliche Datenbasis: TÖB, oberflächennaher Bergbau, GK25)
22. Nordwestlicher Jurabezirk – umfasst die überwiegend flözartige Verbreitung von Eisenerzen in jurassischen Ton- und Kalksteinen entlang des Wiehengebirges bei Minden sowie zwischen Rödinghausen und Klosterbauerschaft
    (wesentliche Datenbasis: TÖB, oberflächennaher Bergbau, GK25, Erzrevier GD NRW)
23. Egge-Jura-Kreide-Bezirk – umfasst im Wesentlichen Brauneisensteinvererzungen in kretazischen und jurassischen Ton- und Kalksteinen entlang des Eggegebirges etwa zwischen Altenbeken im Norden und Scherfede im Süden
    (wesentliche Datenbasis: TÖB, oberflächennaher Bergbau, GK25)

Die so abgegrenzten 23 Erzreviere umfassen die Schwerpunktbereiche des Erzbergbaus in NRW. Die Charakteristika der einzelnen Erzreviere sind in Reviersteckbriefen zusammengestellt (siehe Anlage 3).

3.3 Potenziell betroffene Kreise

Die im Rahmen der Bearbeitung zu berücksichtigenden Kreise wurden anhand einer Verschneidung der Flächen des primären Suchraums "Großraum Erzbergbau" gemäß Abschnitt 3.2, der Erzreviere sowie der "relevanten Oberflächenwasserkörper" gemäß Abschnitt 3.1 ermittelt (siehe Anlage 1.1).

Im Bereich des Rheinischen Schiefergebirges wurden aufgrund des weiträumig versprengten Erzbergbaus grundsätzlich alle Kreise innerhalb des primären Suchraums "Großraum Erzbergbau", auch diejenigen außerhalb der Erzreviere, als "potenziell betroffene" Kreise in diese weitere Bearbeitung (u. a. "Kreisabfrage") einbezogen.

Im Bereich des Niedersächsischen Berglands wurden demgegenüber nur diejenigen Kreise als "potenziell betroffen" ausgewiesen, die im Bereich eines Erzreviers liegen. Der Erzbezirk Nr. 23 – Egge-Jura-Kreide-Bezirk – wurde dabei als nicht relevant gewertet, da im Bereich dieses Erzreviers kein "relevanter Oberflächenwasserkörper" ausgewiesen ist und somit keine

Hinweise auf signifikante Gewässerbelastungen durch Erzbergbau vorhanden waren (siehe Anlage 2).

Derart wurden 19 "potenziell betroffene" Kreise ausgewiesen, die im Rahmen der "Kreisabfrage" berücksichtigt wurden (siehe Abschnitt 2.4.1). Die Kreise sind lagemäßig in Anlage 1.3 dargestellt und tabellarisch zusammen mit betreffenden Erzrevieren in Anhang 5 aufgeführt.

3.4 Potenziell signifikante Belastungsquellen (Verdachtspunkte)

Für die Detailrecherche nach konkreten Verdachtspunkten wurde zunächst die Hauptsuchkulisse der Erzreviere auf diejenigen Erzreviere reduziert, in denen aufgrund der Lagerstättenverhältnisse mit signifikanten Schwermetallausträgen zu rechnen ist. So wurden die drei Blei-Zink-Erzreviere in Kalksteinformationen und weitere 11 Erzreviere, in denen im Wesentlichen Eisenerz abgebaut wurde, aus der Hauptsuchkulisse (Erzreviere mit "signifikantem Schwermetallbelastungspotenzial") herausgenommen (siehe Anhang 5).

Andererseits ist auch außerhalb der Erzreviere, insbesondere im Rechtsrheinischen Schiefergebirge (z. B. Aggertal, Siegtal) an vielen weiteren Stellen in unterschiedlichem Umfang Erzbergbau betrieben worden. Diese Bereiche wurden daher bei der weiteren Bearbeitung (Ermittlung von Verdachtspunkten) grundsätzlich mit betrachtet, wenn aus der Gewässerbestandsaufnahme Hinweise auf möglicherweise bergbaulich bedingte Schwermetallbelastungen vorlagen ("relevante Oberflächengewässer").

Für die Abstimmung mit den Kreisen wurden in einem ersten umfangreichen Rechercheschritt insgesamt 66 Verdachtspunkte ermittelt (siehe Anlage 1.2). Bei 54 dieser Verdachtspunkte handelte es sich um Stollenmundlöcher, für die in der Literatur oder im Internet Hinweise auf Wasseraustritte vorlagen, sowie um ehemalige Spülteiche. Weiterhin wurden – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – insgesamt 12 Wassergewinnungsanlagen in Bergwerken recherchiert. Die ehemalige/aktuelle Trinkwassergewinnung wurde aufgrund der neutralen Grubenwässer zunächst als Hinweis auf ein geringes Schwermetallbelastungspotenzial der entsprechenden Erzgruben in den jeweiligen Erzrevieren gewertet. Andererseits sind in noch in Betrieb befindlichen Wassergewinnungsbereichen keine signifikanten Wasseraustritte aus der entsprechenden Grube in Gewässer zu erwarten. Falls Daten vorlagen, wurden diese bei der Bewertung berücksichtigt.

Im Rahmen der Abstimmungen mit den Kreisen wurden die Verdachtspunkte im Wesentlichen bestätigt. Von Seiten der Kreise sowie im Rahmen der weiteren Bearbeitung ergaben sich einige zusätzliche Verdachtspunkte, die in die Bearbeitung mit aufgenommen wurden. So wurden z. B. durch den Kreis Soest allein sechs zusätzliche Verdachtspunkte gemeldet.

Im Rahmen der weiteren Bearbeitung wurden so aus bergbaulicher Sicht insgesamt 84 Verdachtspunkte zusammengestellt, für die eine weitergehende Signifikanzbewertung im Hinblick auf Gewässerbelastungen erforderlich war (siehe Anlage 1.4 und Anhang 6). Bei 11 dieser Verdachtspunkte handelt es sich um Wassergewinnungsanlagen in Erzbergwerken (in Betrieb bzw. stillgelegt).

Im Rahmen der Abstimmung mit den Kreisen wurden 33 Verdachtspunkte begangen (siehe Anlage 1.3, Anhang 6),

– für die sich aus der laufenden Bearbeitung heraus der Verdacht auf relevante Schwermetalleinträge ergeben hatte bzw.

– für die nur unzureichend Informationen vorlagen, um eine nähere Signifikanzbewertung vornehmen zu können.

Die Verdachtspunkte lagen anzahlmäßig vor allem im Bensberger und Ramsbecker Erzbezirk sowie außerhalb der Erzbezirke im Rechtsrheinischen Schiefergebirge bzw. in den Kreisgebieten von Rheinisch-Bergischem Kreis (14), Oberbergischem Kreis (14) sowie Hochsauerlandkreis (14). Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Stollenmundlöcher mit Wasseraustritten, unmittelbar an Gewässern gelegene Halden und ehemalige Spülteiche.

4 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN ZU DEN GEWÄSSERÖKOLOGISCHEN AUSWIRKUNGEN VON SCHWERMETALLEINTRÄGEN

4.1 Auswirkungen von Schwermetalleinträgen auf die biologischen Qualitätskomponenten Fische und Makrozoobenthos

Nachfolgend werden zusammenfassend die Ergebnisse der Literaturauswertung für die Qualitätskomponenten Fische und Makrozoobenthos erläutert.

Fische

Schwermetalleinträge in Gewässern haben vielfach mit Literatur belegbare Auswirkungen auf diese biologische Qualitätskomponente.

Die Aufnahme von Schwermetallen erfolgt bei Fischen in erster Linie über die Kiemen und die Nahrungskette. Da in dem natürlichen Ökosystem eines Fließgewässers neben der Wassertemperatur und -härte zum Beispiel auch der pH-Wert und der Gehalt an Huminstoffen Einflüsse auf die Wirksamkeit des jeweiligen Schwermetalls haben, können die Auswirkungen sehr vielfältig und breit streuend sein.

Aus der Genetik bekannt, hat sich der Zebrafisch (*Danio rerio*) auch als Modellorganismus bei der Untersuchung von Schwermetallauswirkungen bewährt. Vorteile bieten sich vor allem bei der Betrachtung der Embryonen, welche sich vollständig außerhalb der Mutter entwickeln und durchsichtig sind. Zusätzlich sind alle Zellen bis in frühe Larvenstadien sichtbar. So konnten beispielsweise HALLARE et al. 2005 die Bioakkumulation von Schwermetallen in vitro in den Embryonen von *D. rerio* nachweisen.

Auswirkungen Einzelmetalle betreffend zeigten sich nach der Aufnahme von Cadmium durch *D. rerio*. Die beobachteten toxischen Effekte betrafen neben Wassereinlagerungen im Herzen auch Verzögerungen beim Schlupf der Larven (FRAYSSE et al. 2006). Die Cadmium-Exposition von Eiern von *Salvelinus fontinalis* (Bachsaibling) führte zu einer erhöhten Mortalität bei den geschlüpften Larven. Auch Nickel verursacht signifikante Rückgänge bei Schlupf- und Bruterfolgen (SCHEIL & KÖHLER 2009). Durch erhöhte Kupfer-Konzentrationen konnten zudem neurotoxische Schädigungen (HERNANDEZ et al. 2006) und Leberschäden an *D. rerio* nachgewiesen werden (PARIS-PALACIOS et al. 2000).

Blei akkumuliert sich (schriftliche Mitteilung GUHL, LANUV FB 32 2011) hauptsächlich über die Nahrungsaufnahme der Fische und beeinträchtigt im Wesentlichen den Enzymhaushalt (Hämatologie und Neurophysiologie), eventuell auch die Chloridregulation (nachgewiesen an der Regenbogenforelle).

Zusammenfassend können Belastungen mit Schwermetallen vielfältige und nur selten direkt auf das Freiland übertragbare Auswirkungen auf Fische zeigen. Häufiger zeigen die jeweiligen Fischarten sekundäre Ausprägungen in frühen Entwicklungsstadien, z. B. durch eine Beeinträchtigung der Ionenregulierung, oder bei Betrachtung der Reproduktionszyklen bzw. Immunreaktionen. Diese können sich zudem mit anderen Schädigungen der Membranstrukturen, Enzymsysteme und Sinnesorgane (verursacht z. B. durch Hälterung der Fische bei hohen Quecksilberkonzentrationen) akkumulieren und verschiedenste Merkmalsausprägungen annehmen.

Makrozoobenthos (MZB)

Aufgrund ihrer überwiegend benthischen Lebensweise sind von Schwermetallen neben den Filtrierern besonders Detritivore und im Sediment lebende Organismen betroffen (BARTZKE et al. 2010).

Die Aufnahme von Schwermetallen durch das MZB kann ebenfalls über Ionen-Kanäle und Poren sowie über die Nahrungsaufnahme und über die Kiemen erfolgen. Entsprechend finden sich die meisten Nachweise der Schwermetalle im MZB in den Tracheen-Kiemen und im Darm der Organismen (SAOUTER et al. 1991). Nach GUHL (LANUV FB 32 2011) akkumulieren sich z. B. Bleiverbindungen nachweislich innerhalb der benthischen Invertebraten-Biomasse.

DIAMANT 2008 untersuchte die direkte Anreicherung von Schwermetallen aus der in vitro gegebenen abiotischen Umwelt (Wasser oder Sediment) in Chironomiden und Oligochaeten. Die betrachteten Organismen zeigten unterschiedliche Biokonzentrationen, wobei sich Blei, Kupfer, Cadmium und Zink am stärksten anreicherten. Bei dieser Studie wurden artspezifische Unterschiede nachgewiesen.

Weitere Bioakkumulationsexperimente wurden von LEE et al. 2000 in vitro an Muscheln durchgeführt. Er wies somit die Akkumulation von Cadmium, Nickel und Zink in der filtrierenden Muschel *Potamocorbula amurensis* und der fakultativ auch detritivoren Muschel *Macoma balthica* nach.

Trotz vieler biochemisch und toxikologisch motivierter Arbeiten gibt es bisher nur sehr wenige experimentelle Befunde zu den physiologischen Wirkungen von Schwermetallen und deren Einfluss auf die Fitness der Makrozoobenthosorganismen (BFG KOBLENZ 2008).

Bei ausführlichen in vivo-Untersuchungen der Biomasseverteilung von Chironomiden in schwermetallkontaminierten Fließgewässern verglichen mit unbelasteten Vergleichsprobestellen wies HUBMANN 1993 einen deutlichen Anstieg der Biomasse nach. Die Biomasse sämtlicher anderer Großgruppen nahm dagegen drastisch ab. Als mögliche Erklärung sah er den geringeren „Konkurrenzdruck“ durch die verringerte Anzahl an Räubern und somit ein größeres Nahrungsangebot für die von HUBMANN 1993 als verschmutzungstolerant eingestuften Chironomidenarten. Andere Großgruppen (vor allem Ephemeroptera, Trichoptera und Plecoptera) gingen bei diesen Untersuchungen möglicherweise durch die Schwermetallbelastung stark zurück.

Zusammenfassend zog HUBMANN 1993 aus dieser Studie den Schluss, dass sich die Veränderungen des prozentualen Anteils der Großgruppen und Taxa an der Gesamtabundanz einer Biozönose auf schwermetallbedingte Ursachen zurückführen ließen. HUBMANN 1993 charakterisiert den Einfluss von erhöhten Schwermetallfrachten auf das MZB in Fließgewässern mit der Reduktion der Biomasse (bis ca. 50 %), der Abnahme der Taxazahl bzw. der Diversität (40 – 60 %), der Zunahme des Chironomiden-Anteils an der Gesamtabundanz (etwa 25 %) und nur geringen Veränderungen im Oligochaeten- und Dipterenbestand sowie einer nur geringfügigen Veränderung der Gesamtindividuendichte. Nur bei zusätzlichem hohem Schwebstoffgehalt war eine starke Individuenabnahme zu verzeichnen.

In sehr stark mit Schwermetallen belasteten Sedimenten wiesen OEHLMANN et al. 2003 in weiteren Untersuchungen auch in der Familie der Chironomiden erhöhte Mortalitätsraten nach. Diese Ergebnisse ließen sich im Einzelnen negativ mit den Metallen Ag, As, Cd, Cu, Pb, Tl und Zn korrelieren.

Allgemeinere Ergebnisse erzielten die Untersuchungen von BASS et al. 2008, indem er im Freiland schwermetallbedingte Rückgänge der Artenzahlen innerhalb der Zusammensetzung des Makrozoobenthos nachweisen konnte.

SIMIC et al. 2002 postulierten eine nachweisbare Toleranz von Hydropsychidae (Trichoptera) gegenüber ansteigenden Belastungen mit Schwermetallen und untersuchte zusätzliche Beeinträchtigungen durch driftende Partikel aus Bergwerken. Zusammenhänge konnten dabei jedoch nicht nachgewiesen werden. Ähnliche Toleranzen gegenüber ansteigenden Schwermetallbelastungen erzielte SIMIC et al. 2002 für Athericidae (Diptera).

Hinsichtlich der Sensitivität in Bezug auf Schwermetalle reagieren Bachflohkrebse nach HOWELL 1985 am empfindlichsten von allen untersuchten Taxa auf eine Verunreinigung mit Cadmium und Zink. Auch GELLERT (schriftliche Mitteilung, LANUV FB 54 2009) führt den Rückgang bzw. Ausfall von Gammariden bei Untersuchungen in Hachener Bach, Kickenbach und Lenne auf eine erhöhte Zinkbelastung zurück.

Weithin bekannt sind die Anzeichen einer längeren Schadstoffbelastung nachgewiesen anhand von Deformationen. Diese betreffen in erster Linie Missbildungen der Mundwerkzeuge bei Chironomidenlarven und sind anhand von Freilandkorrelationen und Laborversuchen von GERHARDT 2006 mit Schwermetallen in Verbindung gebracht worden. Eine Quantifizierung anhand des prozentualen Anteils an Mundwerkzeug-Deformationen in über 45 verschiedenen Chironomidengattungen an der Gesamtlarvenzahl (oder der durchschnittlichen Deformitätsintensität pro Larve) lässt dabei die Erstellung einer Dosis-Wirkungs-Beziehung zu. Dieses Modell erweist sich jedoch als wenig praktikabel und ist daher schlecht anwendbar.

Zusammenfassend lassen die Erkenntnisse aus der Literatur wechselnde Rückschlüsse für eine Einordnung von Taxa in Gruppen eher schwermetallsensitiver (möglicherweise Ephemeropteren, Plecopteren, Gammariden) bzw. tendenziell schwermetalltoleranter Organismen (möglicherweise Oligochaeten, Dipteren) zu.

In Tabelle 4-1 ist anhand von ausgewählten Beispielen zu erkennen, dass die notwendigen Belastungen zur Erreichung signifikanter Einflüsse auf die Organismen sehr viel höher als die zu berücksichtigenden chemischen Grenz- und Orientierungswerte liegen. Der dabei verwendete LC50-Wert bestimmt die mittlere letale Dosis (LD50) eines Stoffes. Dieser Wert ist die statistisch aus Dosis-Wirkungsbeziehungen ermittelte Dosis einer Substanz, die bei 50 % der behandelten Versuchstiere den Tod verursacht.

Eine Zusammenstellung von Literatur hinsichtlich der Auswirkungen von Schwermetallen auf die Biologischen Qualitätskomponenten Fische und Makrozoobenthos befindet sich in Anhang 1.

Tab. 4-1: Zusammenstellung von LC50-Werten aus der Literatur für ausgewählte Makroinvertebraten für Belastungen mit den Metallen Cu, Cd, Zn, Pb, Ni

	Cu	**Cd**	**Zn**	**Pb**	**Ni**
Grenz- und Orientierungswerte [µg/l]	4,0	0,25	14,0	7,2	20
Ephemeroptera					
Baetis rhodani (LC50) [µg/l] [1]		$7*10^2$			
Ephemerella ignita (LC50) [µg/l] [1]		$12*10^3$			
Ephemerella grandis (LC50) [µg/l] [2]	$0,2*10^3$		$> 9,2*10^3$	$3,5*10^3$	
Ephemerella subvaria LC50) [µg/l] bei 44 mg/l $CaCO_3$ [6]	$3,2*10^3$				
Plecoptera					
Pteronarcys california (LC50) [µg/l] [2]	$10*10^3$ - $14*10^3$		$14*10^3$	$> 19*10^3$	
Acroneuria lycorias (LC50) [µg/l] bei 44 mg/l $CaCO_3$ [6]	$8,3*10^3$				
Dinocras cephalotes (LC50) [µg/l] [1]		$560*10^3$			

	Cu	Cd	Zn	Pb	Ni
Grenz- und Orientierungswerte [µg/l]	4,0	0,25	14,0	7,2	20
Crustacea					
Gammarus pulex (LC50) [µg/l] [1, 3, 4]	$1,5*10^3$	$0,3*10^2$	$1*10^3$		
Gammarus pseudolimnaeus (LC50) [µg/l] bei 45 mg/l $CaCO_3$ [6]	$0,2*10^2$				
Asellus aquaticus (LC50) [µg/l] [5]					$435*10^3$
Crangonyx pseudogracilis (LC50) [µg/l] [5]					$252*10^3$
Diptera					
Chironomus spec. (LC50) [µg/l] [5]					$79*10^3$ - $169*10^3$
Gastropoda					
Juga plicifera (LC50) [µg/l] [5]					$350*10^3$
Campeloma decisum (LC50) [µg/l] bei 45 mg/l $CaCO_3$ [6]	$1,7*10^3$				
Physa integra (LC50) [µg/l] bei 45 mg/l $CaCO_3$ [6]	$0,39*10^2$				
Goniobasis livescens (LC50) [µg/l] bei 150 mg/l $CaCO_3$ [6]	$8,6*10^2$				
Lymnaea emarginata (LC50) [µg/l] bei 150 mg/l $CaCO_3$ [6]	$3,0*10^2$				
Trichoptera					
Clistoronia magnificans keine Beendigung des Lebenszyklus [5]					$2,5*10^2$
Hydropsyche betteni (LC50) [µg/l] bei 46 mg/l $CaCO_3$ [6]	$32*10^3$				
Oligochaeta					
Limnodrilus hoffmeisteri (LC50) [µg/l] bei 100 mg/l $CaCO_3$ [6]	$1*10^2$				

[1] = BROWN & PASCOE 1988, [2] = NEHRING 1976, [3] = HOWELL 1985, [4] = GÜVEN et al. 1999, [5] = STOKES 1988, [6] = MANCE et al. 1984

4.2 NRW-weite Analyse der Auswirkungen von Schwermetallbelastungen auf die Bewertung des ökologischen Zustands nach WRRL anhand des Makrozoobenthos

Zunächst wurde geprüft, ob sich eine Schwermetallbelastung innerhalb eines OFWK in der Bewertung des ökologischen Zustands des Makrozoobenthos gemäß WRRL niederschlägt.

Ein Vergleich der Bewertungen der zur Verfügung stehenden landesweiten MZB-Probenahmen aus der GÜS-Datenbank mit „sehr guter“ und „guter“ Saprobie in schwermetallbelasteten und -unbelasteten Wasserkörpern hinsichtlich der Allgemeinen Degradation ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Der Vergleich erfolgte im ersten Schritt auf einer groben Betrachtungsebene, um großräumige Belastungsmuster identifizieren zu können. Eine Unterschei-

dung in Bezug auf die verschiedenen Fließgewässertypen in NRW und die Art der Schwermetallbelastung erfolgte an dieser Stelle nicht.

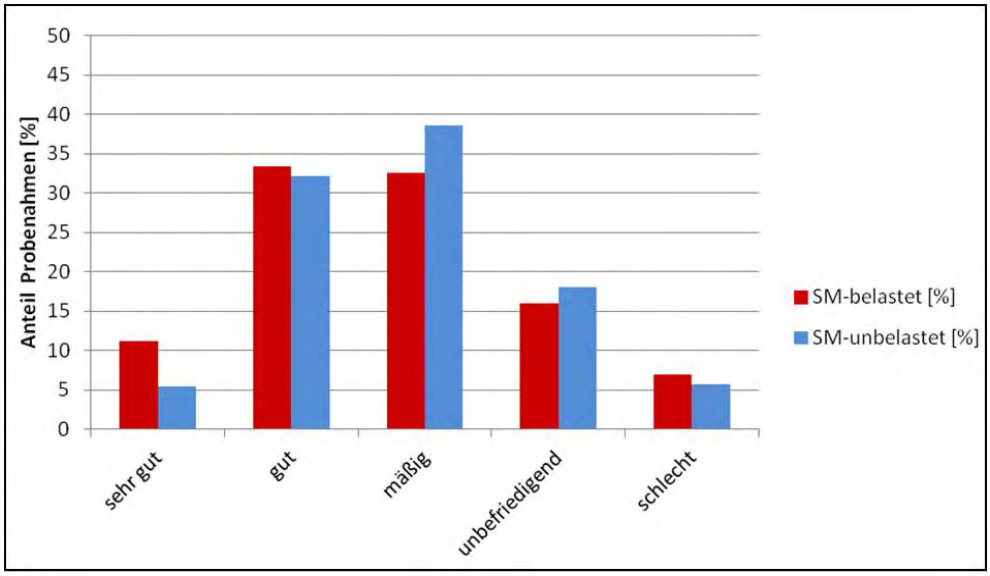


Abb. 4-1: Bewertung der Allgemeinen Degradation in schwermetallbelasteten und -unbelasteten Oberflächenwasserkörpern in NRW bei „sehr guter“ und „guter“ Saprobie (Datengrundlage GÜS-Datenbank, n belastet = 695, n unbelastet = 876)

Wie in Abbildung 4-1 zu sehen ist, zeigen sich Auswirkungen einer Schwermetallbelastung auf der Bewertungsebene der Allgemeinen Degradation im landesweiten Vergleich von schwermetallbelasteten und -unbelasteten Wasserkörpern nicht. Die prozentuale Verteilung der MZB-Probenahmen über die fünf Bewertungsklassen ist in den belasteten und unbelasteten Wasserkörpern sehr ähnlich. Die größten Abweichungen bestehen in den Bewertungsklassen „sehr gut“ und „mäßig“. Hinsichtlich der Allgemeinen Degradation entfällt der „sehr gute“ Zustand auf etwa doppelt so viele Probenahmen in schwermetallbelasteten wie in -unbelasteten Wasserkörpern. Dies könnte dem Umstand geschuldet sein, dass sich die schwermetallbelasteten OFWK überwiegend in Mittelgebirgsregionen befinden, die tendenziell strukturell weniger beeinträchtigt sind als solche im Tiefland. Somit ist in der Allgemeinen Degradation, die vorwiegend auf strukturelle Degradationen auf Habitat- und Einzugsgebietsebene reagiert, für diese Wasserkörper eine bessere Bewertung zu erwarten.

Im Mittelgebirge ist am häufigsten der LAWA-Fließgewässertyp 5 (grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche) von einer Schwermetall-Belastung betroffen. Daher erfolgte in einem zweiten Schritt ein Vergleich der Bewertungen der zur Verfügung stehenden MZB-Probenahmen aus der GÜS-Datenbank mit „sehr guter“ und „guter“ Saprobie in schwermetallbe-

lasteten und -unbelasteten Wasserkörpern des LAWA-Fließgewässertyps 5 hinsichtlich der Allgemeinen Degradation (Abbildung 4-2).

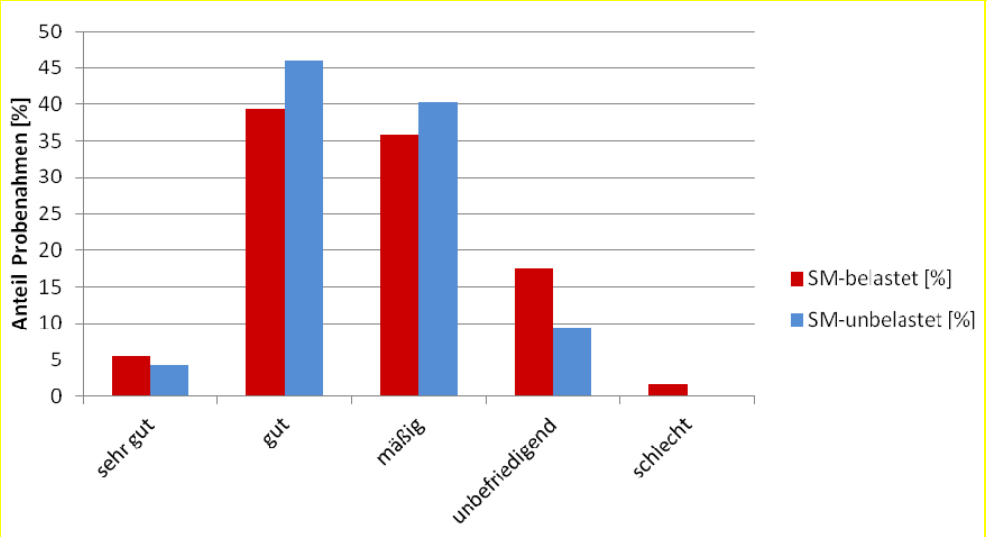


Abb. 4-2: Bewertung der Allgemeinen Degradation in schwermetallbelasteten und -unbelasteten Oberflächenwasserkörpern des LAWA-Fließgewässertyps 5 bei „sehr guter“ und „guter“ Saprobie (Datengrundlage GÜS-Datenbank, n belastet = 234, n unbelastet = 395)

Auch bei Verkleinerung der Betrachtungsebene durch die Eingrenzung auf einen Fließgewässertyp lässt sich kein Zusammenhang zwischen den Bewertungsergebnissen der Allgemeinen Degradation und einer Belastung mit Schwermetallen erkennen.

Anhand der Bewertung der Allgemeinen Degradation eines OFWK lassen sich demnach keine Auswirkungen von Schwermetallbelastungen auf die Makrozoobenthoszönose erkennen.

Zur weiteren Verkleinerung der Betrachtungsebene wurde geprüft, ob Zusammenhänge zwischen einer steigenden Metallbelastung und dem prozentualen Vorkommen ausgewählter taxonomischer Gruppen des Makrozoobenthos bestehen. Die Auswertung erfolgte für die in den OFWK NRWs am häufigsten nachgewiesenen Metalle Kupfer, Zink und Cadmium (alle gelöst) in allen Fließgewässertypen in NRW, in Flüssen im Mittelgebirge, in Bächen im Mittelgebirge und speziell im Fließgewässertyp 5. Als taxonomische Gruppen des Makrozoobenthos wurden die Ephemeropteren, Plecopteren und Trichopteren sowie die Gastropoden, Crustaceen und Dipteren für die Betrachtung ausgewählt.

Die Tabelle 4.2 zeigt die Berechnungsergebnisse der Spearman-Rang-Korrelation. Auf Grundlage der vorhandenen Daten zeigten sich signifikant negative Zusammenhänge zwischen einer steigenden Cu- und Zn-Belastung und der Taxazahl. Auch der Zusammenhang zwischen steigender Cu- und Zn-Belastung und dem Anteil der Trichopteren ist signifikant negativ.

Signifikant positive Zusammenhänge zeigten sich zwischen einer steigenden Cd-Belastung und den Anteilen der Plecopteren und der EPT-Taxa, während die Crustaceen signifikant negativ auf eine steigende Cadmium-Belastung reagierten.

Zwischen den Dipteren und einer steigenden Cu-, Zn- oder Cd-Belastung konnte kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden. Zwischen dem für Mittelgebirgsbäche WRRL-bewertungsrelevanten Anteil der EPT-Taxa und einer steigenden Cu- und Zn-Belastung bestehen keine signifikanten Zusammenhänge. Auf eine steigende Cd-Belastung reagiert der Anteil der EPT-Taxa in den Mittelgebirgsbächen signifikant positiv.

Korrelationen mit signifikantem Ausgang liegt teilweise die Problematik von zu geringen Stichprobenumfängen bei hohen Belastungen innerhalb eines Fließgewässers zugrunde. Diese Ergebnisse deuten auf den weiteren Forschungsbedarf hinsichtlich einzelner taxonomischer Gruppen und deren Wechselwirkungen insbesondere mit hohen Schwermetallbelastungen innerhalb des Gewässers hin.

Tab. 4-2: Ergebnisse der Spearman-Rang-Korrelation
(bei p < 0,05 (in den meisten Fällen < 0,01 oder < 0,001))
[MG: Mittelgebirge, n: Stichprobenumfang]

Taxazahl/ tax. Gruppe	Datengrund-lage (GÜS)	Kupfer (gelöst)	n Kupfer (gelöst)	Zink (gelöst)	n Zink (gelöst)	Cadmium (gelöst)	n Cadmium (gelöst)
Taxazahl	NRW gesamt	**-0,258*** **	525	**-0,182*** **	535	0,059	531
	Flüsse MG	**-0,417** **	50	-0,048	49	-0,264	51
	Bäche MG	**-0,230*** **	287	**-0,202** **	295	-0,012	296
	LAWA-Typ 5	**-0,342*** **	225	**-0,403*** **	230	**-0,140** *	231
Ephemeroptera	NRW gesamt	**-0,226*** **	500	**0,128** **	509	0,053	507
	Flüsse MG	0,024	50	-0,115	49	-0,264	51
	Bäche MG	-0,031	283	-0,112	290	0,015	292
	LAWA-Typ 5	-0,069	222	**-0,180** **	227	-0,042	228
Plecoptera	NRW gesamt	-0,026	302	0,071	305	**0,267*** **	308
	Flüsse MG	-0,267	38	0,148	37	0,298	39
	Bäche MG	0,406	239	**0,158** *	243	**0,309*** **	244
	LAWA-Typ 5	0,093	204	0,133	208	**0,279*** **	209
Trichoptera	NRW gesamt	**-0,115** *	502	**-0,155** **	511	0,044	508
	Flüsse MG	0,006	50	**-0,351** *	49	-0,162	51
	Bäche MG	**-0,215** **	285	**-0,223** **	292	0,026	294
	LAWA-Typ 5	**-0,269*** **	224	**-0,261*** **	229	0,015	230
EPT	NRW gesamt	**-0,209*** **	520	**0,091** *	529	**0,170*** **	525
	Flüsse MG	-0,020	50	-0,103	49	-0,184	51
	Bäche MG	-0,022	287	-0,019	294	**0,228*** **	295
	LAWA-Typ 5	-0,049	224	-0,070	229	**0,199** **	230
Gastropoda	NRW gesamt	**0,219*** **	346	0,028	355	-0,079	348
	Flüsse MG	0,019	37	-0,018	37	-0,104	38
	Bäche MG	0,011	167	-0,051	171	0,045	169
	LAWA-Typ 5	0,019	134	0,018	135	0,092	135
Crustacea	NRW gesamt	**0,126*** **	480	**0,145** **	488	**-0,111** *	485
	Flüsse MG	0,025	42	-0,399*	41	**-0,322** *	43
	Bäche MG	0,048	257	0,150	262	**-0,136** *	264
	LAWA-Typ 5	0,066	201	**0,213** **	204	-0,102	205
Diptera	NRW gesamt	0,016	519	0,003	529	0,017	525
	Flüsse MG	0,128	49	0,229	48	0,106	50
	Bäche MG	-0,008	287	-0,008	294	0,613	295
	LAWA-Typ 5	-0,023	224	-0,045	229	-0,064	230

Legende:

signifikant negative Korrelation

signifikant positive Korrelation

Signifikanzniveaus:

* : 0,01 < p < 0,05

** : 0,001 < p < 0,01

*** : p < 0,0001

Auf der Ebene ausgewählter taxonomischer Großgruppen des MZB zeigen sich demzufolge erkennbare Auswirkungen steigender Cu-, Zn- und Cd-Belastungen.

Im Anschluss an diese großgruppenspezifische, landesweite Auswertung wurden in einem weiteren Schritt ausgewählte Verdachtspunkte betrachtet. Da die endgültige Signifikanzbewertung der Verdachtspunkte zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorlag, erfolgte eine erste Voreinstufung/Auswahl der Verdachtspunkte hinsichtlich ihrer Signifikanz. In die Auswertung einbezogen wurden Verdachtspunkte, die in einer ersten Einschätzung auf Grundlage der bis dahin verfügbaren Daten in die Klassen „signifikant“, „wahrscheinlich großräumige Signifikanz“ und „wahrscheinlich nur lokale Signifikanz prüfen“ eingestuft wurden. Die Zuordnung von möglichst nahe ober- und unterhalb der Verdachtspunkte liegenden GÜS-Messstellen (siehe Abschnitt 2.4.3), an denen Probenahmen für das Makrozoobenthos vorlagen, befindet sich in Tabelle 4-3.

Tab. 4-3: Zuordnung von ober- und unterstromigen GÜS-Messstellen mit Untersuchungsergebnissen für das Makrozoobenthos zu den ausgewählten Verdachtspunkten

Verdachtspunkt	**Kürzel**	**Messstellen***	
		oberstrom	**unterstrom**
Grube Altwerk, Heinrich-Stollen	AC 1	–	116907
Grube Mausbacher Bleiberg, Halde Beythal	DN 2	151609	151701
Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen	EU 2	139907	140302
Grube Blücher, Blücherstollen	GL 2	–	225708
Grube Blücher, Halden/Klärteiche	GL 3	–	225708
Grube Blücher, Stollen	GL 4	–	225708
Grube Weiß, Sandhalden/Stollen	GL 6	211606	211801
Grube Berzelius, Stollen/Halde	GL 7	–	211606
Grube Ehrenfeld, Tiefer Stollen	GL 8	–	211606
Grube Apfel, Tiefer Stollen	GL 9	–	211606
Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen	GL 10	211709	211801
Grube Lüderich, Grünewaldteiche	GL 11	–	211801
Grube Oskar, Kilianstollen	HSK 1	626405	–
Sedimentationsbecken St. Andreasberg	HSK 4	–	411802
Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg, Eickhoff-Stollen	HSK 5	686426	–
Grube Alexander, Gustav-Stollen/Halden	HSK 6	412168	412200
Grube Bastenberg, Halden und Stollenmundlöcher	HSK 8	–	686426
Grube Bastenberg, Nagelmacker Stollen	HSK 9	411504	412004
Grube Willibald, Halden/Stollen	HSK 10	–	686426
Grube Castor, Halden/Tiefer Stollen	OBK 3	–	204201
Grube Bliesenbach, Halden/Stollen	OBK 4	–	204171
Grube Silberkaule, Halden/Stollen	OBK 5	–	204171
Grube Meggen, Carolinenglücker Stollen	OE 2	421110	421157

Verdachtspunkt	Kürzel	Messstellen*	
		oberstrom	unterstrom
Grube Meggen, Hachener Spülteich	OE 3	–	–
Grube Glanzenberg – Goldberg II, Spülteiche/Halden/Stollen	OE 5	–	431140
Eisensteinzeche Bautenberg, Tiefer Stollen	SI 1	–	–
Peterszeche, Halden/Stollen	SI 2	–	457670

* Messstellen-/Dateninventar zur Zeit der Gutachtenerstellung. Bei einer Neubewertung sind ggf. zusätzliche Ergebnisse aus dem laufenden WRRL-Monitoring zu berücksichtigen.

Die Zuordnung von ober- und unterstromigen Messstellen war nicht für jeden ausgewählten Verdachtspunkt möglich. In vielen Fällen fehlt eine oberstromige, in zwei Fällen eine unterstromige Messstelle. Weiteren zwei Verdachtspunkten konnte weder eine ober- noch eine unterstromige Messstelle zugeordnet werden. Zudem können Situationen mit Mehrfachbelastungen an einer Messstelle durch mehrere verschiedene Verdachtspunkte auftreten. Die Zuordnung der Auswirkungen zu einer einzelnen Belastungsquelle ist in diesen Fällen nicht möglich.

Um Auswirkungen der vorhandenen Schwermetallbelastungen anhand der Makrozoobenthoszönose für die Verdachtspunkte aufzuzeigen, wurden die ober- und unterstromigen Messstellen hinsichtlich der Taxazahl, der taxonomischen Gruppen Ephemeropteren, Plecopteren, Trichopteren und Crustaceen in %-Anteil an der Gesamtzönose, Artenzahl und Abundanz sowie der Bewertungen für die Allgemeine Degradation und für die Saprobie verglichen (Anhang 7). Zudem wurde, wenn möglich, der ökotoxikologische Index nach CAMARGO 1990 berechnet. Beispielhaft werden an dieser Stelle die Messstellen für den Verdachtspunkt Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen (EU 2) am Veybach ausgewertet.

Im Veybach werden die Grenz- und Orientierungswerte für Cadmium, Nickel, Arsen, Kupfer, Zink und Kobalt teilweise weit überschritten. Die Makrozoobenthoszönose reagiert darauf unterhalb der Belastung mit einer deutlichen Verringerung der Taxazahl und dem vollständigen Ausfall der Crustaceen. Der Ausfall oder starke Rückgang von Crustaceen unterhalb von Zink-Belastungsquellen ist aus Literaturquellen teilweise bekannt. Die Allgemeine Degradation und die Saprobie werden oberhalb der Belastung gesichert mit „gut“ bewertet; es bestehen keine Hinweise auf strukturelle Degradationen oder organische Belastungen, die eine Überprägung der Zönose verursachen könnten. Unterhalb der Belastungsquelle sind die Bewertungsergebnisse ungesichert.

Der ökotoxikologische Index nach CAMARGO 1990 berechnet die Abweichung in der Zönose einer belasteten von der einer unbelasteten Messstelle über den Artenfehlbetrag und den Prozentanteil der nicht gemeinsamen Arten. Das Verfahren zeigt allerdings nicht nur spezifische toxische Wirkun-

gen, sondern auch unspezifische Störungen an. Der Index kann jedoch Hinweise auf toxische Auswirkungen geben. Mit einer Abweichung von 59,6 % zwischen ober- und unterstromiger Messstelle zeigt der Veybach eine deutliche Reaktion (Tabelle 4-4).

Tab. 4-4: Beispielhafte Auswertung der Makrozoobenthosdaten an der ober- und unterstromigen Messstelle im Veybach für den Verdachtspunkt Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen (EU 2)

BETROFFENES GEWÄSSER	**Veybach**		
MZB-Messstellen	**OBER-STROM**	139907	
	UNTER-STROM		140302
Taxazahl		40	24
% Arten	**Ephemeroptera**	1,12	2,46
	Plecoptera	0,00	3,70
	Trichoptera	15,17	63,04
	Crustacea	64,47	0,00
Anzahl Arten	**Ephemeroptera**	6	3
	Plecoptera	0	1
	Trichoptera	8	6
	Crustacea	2	0
Abundanz	**Ephemeroptera**	32	12
	Plecoptera	0	18
	Trichoptera	244	307
	Crustacea	1840	0
AD	1 = sehr gut 2 = gut 3 = mäßig 4 = unbefriedigend 5 = schlecht * nicht gesichert	2	3 *
Saprobie	1 = sehr gut 2 = gut 3 = mäßig 4 = unbefriedigend 5 = schlecht * nicht gesichert	2	2*
ökotoxikologischer Index nach CAMARGO (1990) [%]	nur ermittelbar, wenn oberstromige und unterstromige Messstelle vorhanden	59,6	

Anhand dieser Auswertung wurden die ausgewählten Verdachtspunkte in insgesamt vier Klassen eingestuft (siehe auch Abschnitt 2.4.6):

- **Klasse 1: erkennbare Auswirkungen**:
  Auswirkungen des Verdachtspunktes auf Ökologie durch Vergleich Ober-/Unterstrom belegbar;

- **Klasse 2: wahrscheinliche Auswirkungen**:
  Auswirkungen im Unterstrom vorhanden, Schwermetallbelastung ist wahrscheinlich alleiniger Grund;

- **Klasse 3: mögliche Auswirkungen**:
  Auffälligkeiten im Unterstrom sind vorhanden, Schwermetallbelastung ist möglicherweise einer von mehreren Gründen, aber es steht keine geeignete Messstelle zur Verfügung oder der Verdachtspunkt wurde nicht näher untersucht und/oder es besteht noch eine Belastung durch weitere Verdachtspunkte;

- **Klasse 4: nicht erkennbare Auswirkungen**:
  keine erkennbaren Auswirkungen des Verdachtspunktes im Unterstrom.

4.3 Klassifizierung der Verdachtspunkte aufgrund schwermetallbedingter Beeinträchtigungen der Makrozoobenthoszönose

Die Einstufung der ausgewählten Verdachtspunkte aufgrund schwermetallbedingter Beeinträchtigungen befindet sich in Tabelle 4-5.

In die Klasse 1 (erkennbare Auswirkungen) wurde nur der Verdachtspunkt EU2 mit dem Veybach als betroffenem Gewässer eingestuft.

Für die Verdachtspunkte AC 1, OE 3 und SI 2 lagen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung keine geeigneten Daten oberhalb der Belastungsquelle vor, so dass ein direkter Vergleich zweier Zönosen nicht möglich ist. Die Ausprägung der Makrozoobenthoszönosen in den Gewässern unterhalb der Verdachtspunkte lässt allerdings den Einfluss der Schwermetallbelastung vermuten (Klasse 2).

Die Klasse 4 (nicht erkennbare Auswirkungen) trifft für die Verdachtspunkte DN 2, HSK 6, HSK 9 und OE 2 zu. Die Messstellen oberhalb und unterhalb von DN 2 weisen strukturelle Defizite auf und sind zudem saprobiell belastet, was eine deutliche Überprägung der Makrozoobenthoszönose zur Folge haben kann. Der ökotoxikologische Index nach CAMARGO 1990 zeigt zudem nur eine geringe Abweichung zwischen den Messstellen an. Unterhalb des Verdachtspunktes HSK 6 wurde eine Zunahme der Taxazahl und der Anteile der Plecopteren, Trichopteren und Crustaceen festgestellt. Die Ephemeropteren zeigten eine leichte Abnahme. Auch unterhalb von HSK 9

liegt eine leichte Zunahme der Taxazahl vor. An beiden zugehörigen Messstellen des Verdachtspunktes OE 2 sind die Taxazahlen auffallend gering und die Bewertung der Allgemeinen Degradation ist ebenfalls in beiden Fällen nicht gesichert. Da sich die Messstellen innerhalb einer Ortslage befinden, ist eine Überprägung der Zönose durch strukturelle Gegebenheiten möglich.

Die verbleibenden Verdachtspunkte wurden in die Klasse 3 „mögliche Auswirkungen“ eingestuft, da entweder keine Messstelle vorhanden war bzw. nicht untersucht wurde oder eine zusätzliche Belastung durch (einen) weitere(n) Verdachtspunkt(e) als möglich angesehen wird. Eine Einschätzung einer potenziellen schwermetallbedingten Beeinträchtigung durch einen einzelnen Verdachtspunkt ist in diesen Fällen nicht möglich.

Tab. 4-5: Ergebnisse der Klassifizierung der ausgewählten Verdachtspunkte aufgrund schwermetallbedingter Beeinträchtigungen der Makrozoobenthoszönose

Verdachtspunkt	**Kürzel**	**Klassifizierung/Kürzel**	
Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen	EU 2	erkennbare Auswirkungen	1
Grube Altwerk, Stollenmundloch	AC 1	wahrscheinliche Auswirkungen	2
Grube Goldberg, Halden, Stollenmundloch	OE 5	wahrscheinliche Auswirkungen	2
Peterszeche, Stollen und Halden (eisenhaltiges Wasser)	SI 2	wahrscheinliche Auswirkungen	2
Grube Mausbacher Bleiberg, Halde Beythal	DN 2	nicht erkennbare Auswirkungen	4
Ramsbeck, Grube Alexander, Gustav-Stollen	HSK 6	nicht erkennbare Auswirkungen	4
Ramsbeck, Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg; Stollenmundloch, Nagelmacker Stollen, Brabecke	HSK 9	nicht erkennbare Auswirkungen	4
Grube Meggen, Carolinenglücker Stollen (Grubenwasseraufbereitung)	OE 2	nicht erkennbare Auswirkungen	4
Ramsbeck, Besucherbergwerk	HSK 5	keine Messstelle/nicht untersucht	3
Niedermarsberg, Kilianstollen	HSK 1	keine Messstelle/nicht untersucht	3
Grube Meggen, Hachener Spülteich	OE 3	keine Messstelle/nicht untersucht*	3
Eisensteinzeche Bautenberg, Tiefer Stollen	SI 1	keine Messstelle/nicht untersucht	3
Ramsbeck, Spülteiche Silbersee St. Andreasberg (Maßnahmen Sachtleben)	HSK 4	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Ramsbeck, Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg; Halden/Stollenmundloch, Barbecke	HSK 8	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Ramsbeck, Grube Willibald	HSK 10	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Grube Bliesenbach, Tiefer Stollen, Halden	OBK 4	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Grube Castor, Tiefer Stollen (Wasserzutritt)	OBK 3	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Grube Silberkaule, Stollen, Halden	OBK 5	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Grube Apfel, Tiefer Stollen	GL 9	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3

Verdachtspunkt	Kürzel	Klassifizierung/Kürzel	
Grube Berzelius, rote Wasseraustritte	GL 7	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Grube Ehrenfeld, Tiefer Ehrenfelder Stollen	GL 8	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Grube Blücher, Halden und Klärteiche	GL 3	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Grube Blücher, rostrote Wasseraustritte	GL 4	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Grube Blücher, Blücherstollen	GL 2	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Grube Weiß, Sandhalden der Flotation	GL 6	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Lüderich, Einleitung Neuer Lüderichstollen	GL 10	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3
Lüderich, Grünewaldteiche	GL 11	zusätzliche Belastung durch weitere(n) Verdachtspunkt(e)	3

***** Messstellen sind hier vorhanden, zum Zeitpunkt der Auswertungen lagen hier jedoch keine geeigneten Daten/Auswertungen vor.

4.4 Fazit und Handlungsempfehlungen aus gewässerökologischer Sicht

Aus den vorliegenden Auswertungen und Ergebnissen lässt sich in der Regel kein eigenständiger – gewässerökologisch über die Qualitätskomponenten determinierter – Handlungsbedarf in Bezug auf Schwermetallbelastungen ableiten, da die Anforderungen an den chemischen Zustand vor dem Hintergrund der Risikovorsorge im Vergleich zu den bislang dokumentierten Auswirkungen auf die relevanten biologischen Qualitätskomponenten weitaus enger definiert sind. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass bei einer erkennbaren Reaktion der Makrozoobenthoszönose auf eine Schwermetallbelastung die zu berücksichtigenden chemischen Grenz- und Orientierungswerte bereits weit überschritten sind und auf dieser Grundlage gehandelt wird.

Hinsichtlich der Auswirkungen von Schwermetallbelastungen auf die Bewertung des ökologischen Zustands des Makrozoobenthos nach WRRL lässt sich festhalten, dass sich eine solche Belastung in Einzelfällen in der Bewertung niederschlagen kann, aber nicht muss. Als Maß für die Auswirkungen von Schwermetallbelastungen auf das Makrozoobenthos ist die Bewertung des ökologischen Zustands nach PERLODES demnach nicht geeignet. Um eine Einschätzung über solche Auswirkungen anhand des Makrozoobenthos vornehmen zu können, ist eine Einzelfallbetrachtung mindestens auf der Ebene taxonomischer Großgruppen erforderlich.

Weitergehene Empfehlungen sind in Kapitel 7 enthalten.

5 IDENTIFIZIERUNG UND BEWERTUNG SIGNIFIKANTER EINTRAGSPUNKTE IN NRW

5.1 StädteRegion Aachen

Überblick Erzbezirke und Verdachtspunkte

Im Bereich der StädteRegion Aachen liegt der Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk. Auch außerhalb dieses Erzbezirks wurden jedoch Verdachtspunkte untersucht (siehe Anlage 4.1). Die im Bereich der StädteRegion Aachen für relevant erachteten Verdachtspunkte sind in der Tabelle 5-1 aufgelistet und in Anlage 4.1 dargestellt. Die als Verdachtspunkt ausgewiesene Grube Altwerk baute auf einem Eisensteingang in devonischen Tonschiefern.

Tab. 5-1: Verdachtspunkte in der StädteRegion Aachen

Erzbezirk	Verdachtspunkt	ID	Wasser-gewinnung	betroffener Wasserkörper
außerhalb Erzbezirk	Grube Altwerk, Heinrich-Stollen	AC 1	_	DE_NRW_282446_0
Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk	Grube Breinigerberg, Tiefer Stollen	AC 2	ja (Mariaschacht)	DE_NRW_28244_3400
	Grube Diepenlinchen, Binsfeldhammerstollen	AC 3	ja (stillgelegt)	DE_NRW_28244_3400
	Grube Georg, Stollen von Georg	AC 4	ja	DE_NRW_28242_0

Datenlage und Ausgangssituation

Neben den allgemeinen landesweiten Daten standen die in Tabelle 5-2 aufgelisteten Daten für die Bewertung der Verdachtspunkte in der StädteRegion Aachen zur Verfügung.

Tab. 5-2: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte in der StädteRegion Aachen

Erzbezirk	Informationsbasis
allgemein	– Schreiben der Stadt Aachen vom 15.09.2011 bzgl. Datenbereitstellung durch die ARGE – Schreiben der StädteRegion Aachen vom 14.10.2011 bzgl. Datenbereitstellung durch die ARGE (→ Liste mit Stollenaustritten)
Außerhalb Erzbezirk (Grube Altwerk)	– Probenahme des LANUV an 2 Probenahmepunkten im Abstrom der Grube Altwerk am 27.02.2012 – Chemische Untersuchung des Drainageablaufs inkl. Wässern aus Peterstollen und altem Stollenmundloch (07.03.2012)
Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk	– Rohwasserdaten und Grundwasserentnahmen für Entnahmebrunnen in den Kalkzügen bei Stolberg (E-Mails der BR Köln vom 09.03.2012) – Wasserrechtsanträge und Monitoringberichte zu den Grundwasserentnahmen Mariaschacht/Nachtigällchen – Analysendaten StädteRegion Aachen zu Binsfeldhammerstollen (1983 – 2012), Peterstollen (3/2012), Heinrichstollen (3/2012), Rösche Tiefer Stollen (4/2012), WGA Johannisstraße (4/2012)

Der Hasselbach unterhalb der Grube Altwerk weist an der Messstelle 116907 eine Grenzwertüberschreitung für Cadmium sowie relevante Gehalte an Zink und Kobalt auf (siehe Anhang 3.2). Für den Bereich der Grube Altwerk (Verdachtspunkt AC 1) liegen auch bei der StädteRegion Aachen keine weiteren Daten vor. Aufgrund der zuvor erwähnten Belastung des Hasselbachs wurde dieser in das LANUV-Messprogramm aufgenommen. Im Februar 2012 wurde vom LANUV am Stollenmundloch der unmittelbare Abstrom der Grube Altwerk analysiert.

Für den Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk liegt eine Vielzahl von Daten vor, die sich aber im Wesentlichen auf die dortige Grundwasserentnahme zum Zweck der Trinkwasserversorgung beziehen. Zur Wasserführung und Wasserqualität der Stollenausläufe in die Vicht ist demgegenüber vergleichsweise wenig bekannt.

Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Die Tabelle 5-3 enthält eine zusammenfassende Bewertung der Verdachtspunkte in der StädteRegion Aachen gemäß der in Abschnitt 2.4.7 erläuterten Methode und den Kriterien.

Tab. 5-3: Bewertung der Verdachtspunkte in der StädteRegion Aachen

Verdachts-punkt	Beeinträchti-gung Zustand Chemie		Beeinträchti-gung Zustand Ökochemie		Fracht		Räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Gesamt-bewer-tung
	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	
Grube Alt-werk, Hein-rich-Stollen	nein	0	nein	0	unbe-deu-tend	0	lokal	1	möglich	1	**2**
Grube Georg, Stollen von Georg	nein	0	nein	0	unbe-kannt	–	lokal	1	nicht bewer-tet	–	**1**

Die Verdachtspunkte Grube Breinigerberg (Tiefer Stollen) und Grube Georg (Stollen von Georg) werden aufgrund der aktuellen bzw. ehemaligen Nutzung zur Trinkwassergewinnung nicht nach der vorgegebenen Systematik bewertet. Für diese Punkte erfolgt eine Abschätzung der Signifikanz verbal-argumentativ.

Das aus dem Binsfeldhammerstollen (Grube Diepenlinchen) austretende Grundwasser wurde bis 1972 als Kühlwasser bei der Fa. Berzelius genutzt. Das austretende Wasser zeigt bei Trockenwetter eine starke Braunfärbung, die sich in der Vicht über mehrere 10er Meter verfolgen lässt. Nähere Analysendaten liegen hierzu nicht vor. Auch hier erfolgt die Bewertung verbal-argumentativ.

Grube Altwerk (außerhalb Erzbezirk)

Unter Berücksichtigung der Analysendaten des LANUV am Probenahmepunkt AC1/1 (Stollenmundloch Heinrichstollen) und bei einem geschätzten Abfluss von 2 l/s ergeben sich für den Stollenauslauf der **Grube Altwerk (AC 1)** nur sehr geringe Frachten u. a. von 0,2 kg/a Nickel und 1,1 kg/a Zink, die als unbedeutend anzusehen sind, zumal am Vichtbach auch schon vor Einmündung des Hasselbachs (Messstelle 116609) eine deutlich höhere Schwermetallbelastung vorliegt. Analysen der StädteRegion Aachen, die Anfang März 2012 an einem Drainageablauf rd. 300 m unterhalb des Heinrichstollens (inkl. Wässern aus Peterstollen und altem Stollenmundloch der Grube Altwerk) durchgeführt wurden, bestätigen die Einschätzung der Frachten aus den Abbaubereichen der Grube Altwerk.

Die Schwermetallbelastungen, die am Probenahmepunkt AC1/2 (insbesondere Cadmium, Kupfer, Zink, Kobalt) und an der GÜS-Messstelle 116907 festgestellt wurden, sind demnach entweder geogenen Ursprungs und/oder aus einer anderen, unbekannten Belastungsquelle. Weiterer Erzbergbau ist im Oberlauf des Hasselbachs wahrscheinlich, aber nicht dokumentiert.

Aufgrund der o. g. Sachverhalte kann der Stollenauslauf der Grube Altwerk (Heinrichstollen) im Hinblick auf die chemischen und ökochemischen Belastungen des Wasserkörpers nicht als alleiniger Verursacher der Defizite beim chemischen und ökochemischen Zustand des Wasserkörpers DE_NRW_282446_0 angesehen werden. Dies wurde bei der Bewertung der Signifikanz entsprechend berücksichtigt.

Nach Auskunft der StädteRegion Aachen wurden Stollenwässer aus dem Peterstollen und/oder dem Alten Stollen der Grube Altwerk mindestens seit 1935 über einen Schachtbrunnen als Trinkwasser genutzt. Hier ist eine gezielte Probenahme aus dem Ablauf der beiden Stollen erforderlich, die bislang nicht erfolgte. Weiterhin teilte die StädteRegion Aachen mit, dass es im oberen Solchbachtal in den Staatsforstdistrikten 146, 152, 159 und 160 Fundstellen von Raseneisenerz gibt. Über einen Abbau liegen keine Informationen vor.

Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk

Im Bereich des Vichtbachs ist die Belastungssituation aufgrund der geogenen Hintergrundbelastung, des Erzbergbaus und der industriellen Überprägung der unmittelbaren Gewässernahbereiche sehr komplex. Hinzu kommt, dass in dieser Region eine intensive wasserwirtschaftliche Nutzung für die Trinkwasserversorgung stattfindet bzw. stattfand.

Über die **Grube Breinigerberg, Tiefer Stollen (AC 2)** wird das Überschusswasser der WGA Nachtigällchen-Mariaschacht abgeleitet. Aus langjährigen Analysendaten kann für den Stollenauslauf eine mittlere Zink-Konzentration von ca. 1,6 bis 1,8 mg/l abgeleitet werden. Die Gehalte an Quecksilber, Blei und Cadmium lagen im Gewinnungsschacht unter den Grenzwerten der TrinkwV (2011) (Wasserrechtsantrag 2002). Unter Ansatz einer mittleren Abflussmenge von ca. 2 l/s (Abschätzung nach Ortsbegehung) kann hieraus eine Zink-Fracht von rd. 100 bis 120 kg/a abgeschätzt werden. Inwieweit diese Zinkfracht durch Sauerstoffzufuhr und Ausfällung vom Ort der Probenahme bis zur Einleitung in die Vicht noch reduziert wird, kann auf Basis der vorliegenden Daten nicht abgeleitet werden.

Der **Binsfeldhammerstollen der Grube Diepenlinchen (AC 3)** wird regelmäßig durch die StädteRegion Aachen beprobt. Seit 1983 liegen 12 Analysen vor (Bereitstellung durch die StädteRegion Aachen mit E-Mail vom 27.03.2012). Bei der Beprobung am 02.02.2012 lag die Zink-Konzentration bei 0,76 mg/l, bei einem Abfluss von geschätzten 400 l/min bzw. 6,7 l/s. Daraus ergibt sich eine abgeschätzte Zinkfracht von ca. 160 kg/a.

Die Auswertung der zugeordneten GÜS-Messstellen (siehe Anhang 3) zeigt, dass für die Grube Breinigerberg und die Grube Diepenlinchen auf Basis der GÜS-Messstellen keine getrennte Bewertung möglich ist. Der Vergleich der Messstellen oberhalb (117183) und unterhalb der genannten Belastungspunkte (117602) zeigt eine deutliche Erhöhung der Cadmium-, Zink- und

Thallium-Gehalte in der Vicht. Eine weitergehende Analyse und Wichtung der Belastungsquellen ist auf Basis der vorliegenden Daten nicht möglich.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass für das Gewässersystem der Vicht eine nähere Systemanalyse erforderlich ist, um die einzelnen Komponenten der Schwermetallbelastung identifizieren und quantifizieren zu können. Von Seiten der StädteRegion Aachen ist u. a. vorgesehen, in Kürze weitere bekannte Stollenmundlöcher zu überprüfen (siehe E-Mail vom 27.03.2012).

Für die **Grube Georg, Stollen von Georg (AC 4)** liegen keine Abflussmengen und Analysen vor, um eine Frachtberechnung durchzuführen. Da im Wasserkörper DE_NRW_28242_0 ein guter chemischer Zustand vorliegt und der schlechte Zustand Ökochemie nicht mit einer Schwermetallbelastung in Verbindung gebracht wird, ist hier nicht mit signifikanten Schwermetallausträgen aus dem Bereich der Grube Georg zu rechnen.

5.2 Kreis Düren

Überblick Erzbezirke und Verdachtspunkte

Im Bereich des Kreises Düren liegen zwei Verdachtspunkte im Eifeler-Trias-Bezirk (siehe Tabelle 5-4 und Anlage 4.2).

Tab. 5-4: Verdachtspunkte im Kreis Düren

Erzbezirk	Verdachtspunkt	ID	Wasser-gewinnung	betroffener Wasserkörper
Eifeler-Trias-Bezirk	Grube Carla-Franziska, Stollen	DN 1	–	DE_NRW_27446_11900
	Grube Maubacher Bleiberg, Halde Beythal	DN 2	–	DE_NRW_282372_3520

Datenlage und Ausgangssituation

Neben den allgemeinen landesweiten Daten standen folgende weitere Daten für die Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Düren zur Verfügung (Tabelle 5-5):

Tab. 5-5: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Kreis Düren

Erzbezirk	Informationsbasis
allgemein	– Schreiben des Kreises Düren vom 01.09.2011 bzgl. Datenbereitstellung durch die ARGE
Eifeler-Trias-Bezirk	– Entwicklung eines Sanierungskonzeptes für die Bergehalde Beythal (Gutachten SST/GEOBIT aus Juni 2010)

Die durch die identifizierten Verdachtspunkte potenziell beeinflussten Oberflächenwasserkörper zeigen an den ausgewählten GÜS-Messstellen keine relevanten Schwermetallbelastungen. Auf eine ergänzende Probenahme durch das LANUV wurde aus diesem Grund verzichtet, zumal für den Verdachtspunkt Grube Maubacher Bleiberg, Halde Beythal mit dem Sanierungskonzept aus 2010 relativ aktuelle Daten vorliegen.

Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Die Tabelle 5-6 enthält eine zusammenfassende Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Düren.

Tab. 5-6: Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Düren

Verdachtspunkt	Beeinträchtigung Zustand Chemie		Beeinträchtigung Zustand Ökochemie		Fracht		Räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Gesamtbewertung
	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	
Grube Carla-Franziska, Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	-	unbedeutend	0	nicht bewertet	-	**0**
Grube Maubacher Bleiberg, Halde Beythal	nein	0	nein	0	mittel	4	lokal	1	möglich	1	**6**

Grube Carla-Franziska, Stollen

Die GÜS-Messstellen im Ober- und Unterstrom der **Grube Carla-Franziska, Stollen (DN 1)** am Vlattener Bach zeigen keine signifikante Veränderung der Schwermetallgehalte, die auf Belastungen aus der Grube Carla-Franziska hindeuten würden. Erhöhte Gehalte an Titan sind auch bereits im Oberstrom vorhanden.

Da zusätzlich weder der chemische noch der ökochemische Zustand Auffälligkeiten aufweist, wurde auf nähere Untersuchungen zur Ermittlung der Frachten verzichtet.

Grube Maubacher Bleiberg, Halde Beythal

Die Messstelle 151701 am Birgeler Bach unmittelbar unterhalb der Einleitung der **Grube Mechernicher Bleiberg (DN 2)** zeigt bis auf leicht erhöhte Zinkgehalte keine weiteren Auffälligkeiten. Nach Auskunft des Kreises Düren ist das Sickerwasser der Halde belastet. Seit 1999 läuft eine "Notmaßnahme" zur Sammlung der Sickerwässer und Wiederaufbringung auf die Halde. Derzeit befindet sich eine Abfangleitung im Bau, die das Sickerwasser sammeln und einer Aufbereitung zuführen soll.

Für die Grube Maubacher Bleiberg, Halde Beythal existiert ein Sanierungskonzept (Aufbereitung und Ableitung), das der ARGE vom Kreis Düren zur Verfügung gestellt wurde. Aus den hierin enthaltenen Daten wurden die Frachten abgeschätzt
(Annahmen: Sickerwasserrate 100.000 – 150.000 m³/a, mittlere Konzentrationen im GW der Halde: As: 0,058 mg/l, Pb: 0,032 mg/l, Cd: 0,0001 mg/l, Ko: 2,6 mg/l, Ni: 2,931 mg/l, Zn: 6,464 mg/l).

Mit einer Gesamtfracht von etwas mehr als 1 t/a wird die Fracht aus der Grube Maubacher Bleiberg, Halde Beythal für die vorliegende Signifikanzbewertung als „mittel“ eingestuft. Da das Sickerwasser derzeit, wie oben erläutert, wieder in die Halde zurückgeführt wird, stellen die abgeleiteten Frachten eine worst-case-Abschätzung der Frachten dar, die ohne diese Maßnahme in das Gewässer gelangen könnten. Belastungen des chemischen oder ökochemischen Zustands liegen in dem betroffenen Oberflächenwasserkörper nicht vor.

5.3 Kreis Euskirchen

Überblick Erzbezirke und Verdachtspunkte

Im Bereich des Kreises Euskirchen liegt der Eifeler-Trias-Bezirk. Hier wurden die in der Anlage 4.3 dargestellten und in der Tabelle 5-7 aufgelisteten Verdachtspunkte als relevant erachtet.

Tab. 5-7: Verdachtspunkte im Kreis Euskirchen

Erzbezirk	Verdachtspunkt	ID	Wasser-gewinnung	betroffener Wasserkörper
Eifeler-Trias-Bezirk	Grube Mechernicher Bleiberg, Baltesbendener Weiher	EU 1	–	DE_NRW_27418_7000
	Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen	EU 2	–	DE_NRW_27418_7000

Von Seiten der BR Köln wurde zusätzlich zu den in Tabelle 5-7 aufgeführten Verdachtspunkten auf die **Grube Wohlfahrt** in Rescheid hingewiesen. Die Grube Wohlfahrt liegt am Wolferter Bach und wurde nicht als Verdachtspunkt berücksichtigt, da der betroffene Wasserkörper DE_NRW_2822866_0 zum einen keine schwermetallbedingte Beeinträchtigung des chemischen oder ökochemischen Zustands aufweist und zum anderen auch die im Unterstrom liegende GÜS-Messstelle 152407 hinsichtlich der Schwermetalle keine Auffälligkeiten zeigt.

Datenlage und Ausgangssituation

Neben den allgemeinen landesweiten Daten standen die in Tabelle 5-8 aufgeführten Daten für die Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Euskirchen zur Verfügung.

Tab. 5-8: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Kreis Euskirchen

Erzbezirk	Informationsbasis
allgemein	– Schreiben des Kreises Euskirchen vom 26.08.2011 bzgl. Datenbereitstellung durch die ARGE
Eifeler-Trias-Bezirk (Burgfeyer Stollen)	– Schreiben des Erftverbandes vom 03.08.2011 u. a. mit Nennung der Schwermetallfrachten – Teilnahme an der Sitzung des Arbeitskreises Burgfeyer Stollen am 05.10.2011 mit Ortstermin

Die als repräsentativ ausgewählte GÜS-Messstelle 140302 zeigt sehr hohe Schwermetallbelastungen, insbesondere für die Parameter Cadmium, Nickel, Arsen, Kupfer, Zink und Kobalt. Der Oberflächenwasserkörper des Veybachs (DE_NRW_27418_7000) befindet sich dementsprechend in einem schlechten chemischen Zustand, und weitere Oberflächenwasserkörper im Unterlauf werden durch diese Belastung signifikant negativ beeinträchtigt.

Da der Burgfeyer Stollen als überregional bedeutende Schwermetallquelle bekannt ist, liegen intensive Untersuchungen der zuständigen Behörden und des Erftverbandes vor. Auf Grundlage dieser Voruntersuchungen kann geschlussfolgert werden, dass die Belastung des Oberflächenwasserkörpers Veybach (DE_NRW_27418_7000) in erster Linie auf die Belastungen aus dem Burgfeyer Stollen zurückzuführen ist und die Einträge aus dem Baltesbendener Weiher nach derzeitigem Kenntnisstand nur eine untergeordnete Rolle spielen (siehe oben, Mitteilung des Kreises Euskirchen vom 26.08.2011).

Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Die Tabelle 5-9 enthält eine zusammenfassende Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Euskirchen.

Tab. 5-9: Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Euskirchen

Verdachtspunkt	Beeinträchtigung Zustand Chemie		Beeinträchtigung Zustand Ökochemie		Fracht		räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Gesamtbewertung
	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	
Grube Mechernicher Bleiberg, Baltesbendener Weiher	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**
Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen	ja	8	ja	8	hoch	6	großräumig	3	erkennbar	3	**28**

Grube Mechernicher Bleiberg, Baltesbendener Weiher

Für den Verdachtspunkt Grube Mechernicher Bleiberg, Baltesbendener Weiher existieren keine eindeutigen Messstellen, da die in Frage kommende GÜS-Messstelle erheblich durch die Belastung aus dem Burgfeyer Stollen beeinflusst wird (siehe oben).

Nach Auskunft des Kreises Euskirchen vom 26.08.2011 liegen keine Hinweise auf Austritte von schwermetallbelastetem Wasser aus dem Baltesbendener Weiher vor, so dass auf nähere Untersuchungen zur Ermittlung der Frachten verzichtet wurde.

Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen

Der Burgfeyer Stollen ist als herausragende überregionale Belastungsquelle für massive Schwermetallbelastungen im Veybach und den im Unterlauf folgenden Gewässern bereits seit langem bekannt. Dementsprechend ist die Belastungssituation durch Untersuchungen der Wasserwirtschaftsverwaltung sowie des Erftverbandes bestens bekannt. Aktuell läuft eine Test-Sanierungsanlage des Erftverbandes, über die ein Teilstrom des belasteten Stollenwassers geleitet wird. Umfassende Maßnahmen zur Separierung der Teilströme und Aufbereitung des belasteten Stollenwassers befinden sich derzeit in der Planung.

Die in der Tabelle im Anhang 8 aufgeführten Frachtdaten für den Burgfeyer Stollen wurden vom Erftverband zur Verfügung gestellt. Die Frachten sind im Rahmen der verwendeten Systematik für die Signifikanzbewertung als „hoch“ zu bezeichnen. An keinem anderen Verdachtspunkt in Nordrhein-Westfalen liegen ähnlich hohe Frachten vor. Die Belastungen aus dem Burgfeyer Stollen führen sowohl im direkt betroffenen Oberflächenwasserkörper DE_NRW_27418_7000 als auch in weiteren Oberflächenwasserkörpern stromabwärts zu einem „nicht guten“ chemischen Zustand aufgrund von Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen für Cadmium und Nickel. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird auch der Zustand Ökochemie massiv durch die Belastungen aus dem Burgfeyer Stollen geprägt. Neben dieser Belastung sind allerdings auch noch andere Faktoren für den aktuell mäßigen ökochemischen Zustand verantwortlich.

Die Untersuchungen des Planungsbüros Koenzen bzgl. der konkreten Gewässerökologie im Veybach ergaben eine nachgewiesene sehr hohe Belastung (siehe Abschnitt 4.3).

Unter Anwendung der Signifikanzkriterien des vorliegenden Gutachtens erreicht der Burgfeyer Stollen 28 von 28 möglichen Punkten und somit die höchste Punktzahl aller betrachteten Verdachtspunkte in Nordrhein-Westfalen.

5.4 Hochsauerlandkreis

Überblick Erzbezirke und Verdachtspunkte

Im Kreisgebiet des Hochsauerlandkreises befinden sich Teilbereiche der Erzbezirke Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk, Ramsbecker Erzbezirk und Nordbergischer/Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk. In diesen Erzbezirken (sowie in einem Fall auch außerhalb) wurden insgesamt 14 für relevant erachtete Verdachtspunkte identifiziert (Tabelle 5-10 und Anlage 4.4). Die außerhalb eines Erzreviers gelegene Grube Hermannszeche bei Plettenberg baute auf einem Eisenerzlager im devonischen Tonschiefer. Das Mundloch des Carl-Stollens liegt im Märkischen Kreis.

Tab. 5-10: Verdachtspunkte im Hochsauerlandkreis

Erzbezirk	Verdachtspunkt	ID	Wasser-gewinnung	betroffener Wasserkörper
Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk	Grube Mina, Friedrichstollen	HSK 1	–	DE_NRW_4432_0
	Grube Oskar, Kilianstollen	HSK 2	–	DE_NRW_4432_0
Ramsbecker Erzbezirk	Sedimentationsbecken St. Andreasberg	HSK 4	–	DE_NRW_27612_0
	Grube Vereinigter Bastenberg und Dörn-berg, Eickhoff-Stollen	HSK 5	–	DE_NRW_27612_0
	Grube Alexander, Gustav-Stollen/Halden	HSK 6	–	DE_NRW_276134_0
	Grube Bastenberg, Halden und Stollenmundlöcher	HSK 8	–	DE_NRW_27612_7005
	Grube Bastenberg, Nagelmacker Stollen	HSK 9	–	DE_NRW_276122_0
	Grube Willibald, Halden/Stollen	HSK 10	–	DE_NRW_27612_7005
	Grube Ries, Bruckmann-Stollen	HSK 11	–	DE_NRW_276118_0
	Grube Gottesgabe, Tiefer Stollen	HSK 12	–	DE_NRW_276114_0
	Grube Pluto, Pluto-Stollen	HSK 13	–	DE_NRW_276118_0
	Grube Aurora, Halden	HSK 14	–	DE_NRW_276118_0
außerhalb Erzbezirk	Hermannszeche, Carl-Stollen	HSK 7	–	DE_NRW_276188_9050
Nordbergischer/ Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk	Caspari-Zeche (Antimon(Sb)-Abbau), Stollenmundlöcher	HSK 3	–	DE_NRW_276_151034

Mit Datum vom 26.04.2012 wurde von der BR Arnsberg noch der Bonkhäuser Bach (Zufluss zur Röhr) in der Planungseinheit PE_RUH_1600 nachgemeldet. Aktuelle Untersuchungen zeigen hier sehr hohe Bleigehalte in der gelösten Phase. Dies konnte im Rahmen der Untersuchungen des vorliegenden Projektes nicht mehr berücksichtigt werden und sollte im Rahmen zukünftiger Untersuchungen näher betrachtet werden.

Datenlage und Ausgangssituation

Die in Tabelle 5-11 aufgelisteten Daten standen für die Bewertung der Verdachtspunkte im Hochsauerlandkreis zur Verfügung.

Tab. 5-11: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Hochsauerlandkreis

Erzbezirk	Informationsbasis
allgemein	– Schreiben des Hochsauerlandkreises vom 30.09.2011 bzgl. Datenbereitstellung durch die ARGE (inkl. Unterlagen zum Wasserrecht und Analysen) – Besprechung und Ortsbegehung mit der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH am 09.02.2012
Ramsbecker Erzbezirk	– Unterlagen zu Einleitungen Willibald-Halde, Bilmecke: Gutachten DMT zur Bilmecke, Betriebsplan Abschlussmaßnahmen Bilmecke, Stellungnahme Unternehmer zum Wasserrecht (bereitgestellt von der Bezirksregierung Arnsberg mit Schreiben vom 30.01.2012) – Analysendaten zum Sedimentationsbecken St. Andreasberg 1997 – 2011 (bereitgestellt von der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH mit E-Mail vom 12.03.2012) – Auszug Gutachten CDM vom 20.03.2009 bzgl. Ableitung von Prüfwerten (bereitgestellt von der Bezirksregierung Arnsberg mit E-Mail vom 12.03.2012) – Probenahme des LANUV am 22./23.02.2012
Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk	– Probenahme des LANUV am 22./23.02.2012

Im Hochsauerlandkreis resultieren signifikante Schwermetallbelastungen der Gewässer insbesondere aus Schwermetalleinträgen aus dem Ramsbecker Erzbezirk sowie dem Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk.

Im Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk liegt der Verdachtspunkt Grube Oskar, Kilianstollen. Da hier die Datenlage relativ gering ist und die zur Verfügung stehenden GÜS-Messstellen nicht unmittelbar aussagekräftig sind, wurde im Februar 2012 eine zusätzliche Probenahme durch das LANUV initiiert.

Aus dem Ramsbecker Erzbezirk resultieren Belastungen der Ruhr-Zuflüsse Neger, Elpe, Valme und Nierbach in erster Linie mit den Parametern Cadmium und Zink. Für die betroffenen Oberflächenwasserkörper resultieren hieraus z. T. Defizite beim chemischen Zustand. Eine Darstellung der Belastung ausgewählter GÜS-Messstellen und die Lage der Verdachtspunkte sind in Abbildung 5-1 enthalten.

Die Zuordnung der GÜS-Messstellen ist im Ramsbecker Erzbezirk nicht immer eindeutig, da oberhalb der Messstellen u. U. mehrere Verdachtspunkte liegen können. Aus diesem Grund wurden weitere Proben durch das LANUV veranlasst mit dem Ziel, die einzelnen Verdachtspunkte hinsichtlich ihrer Signifikanz differenzieren zu können.

Von Seiten der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH wurde bei dem Termin am 09.02.2012 darauf hingewiesen, dass die o. g. Zuflüsse zur Ruhr die Lagerstätten z. T. unmittelbar anschneiden und somit ein wesentlicher Teil der Belastung aus Sicht der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH als geogen eingestuft werden muss (dies trifft insbesondere auf die Valme zu). Hierzu wurde der ARGE ein Auszug aus einem Gutachten der Firma CDM zur „Ableitung von standortbezogenen Prüfwerten unter Berücksichtigung der geogenen Hintergrundbelastung“ aus dem Jahr 2009 zur Verfügung gestellt. Die Valme weist demnach bereits im Oberlauf der eigentlichen Bergbautätigkeit mittlere „natürliche“ Zink-Gehalte von 0,85 mg/l auf.

Die Erz-Lagerstätte im Ramsbecker Erzbezirk tritt an vielen Stellen unmittelbar an der Erdoberfläche zu Tage. Hierdurch wird die Erz-Lagerstätte von einzelnen Vorflutern, u.a. der Valme gequert und wurde bzw. wird in einem gewissen Umfang erodiert. Es liegen bislang keine Quantifizierungen dieser Erosion und der daraus resultierenden „natürlichen“ Schwermetallbelastung der Fließgewässer vor.

Das vom LANUV in Auftrag gegebene Gutachten zur „Natürlichen Hintergrundbelastung von Oberflächengewässern in Nordrhein-Westfalen mit Schwermetallen“ (Entwurf) kommt für die entsprechende Planungseinheit PE_RUH_1700 (Obere Ruhr 2) bei Anwendung des 81,4 %-Perzentils zu einem Zink-Hintergrundwert für das Oberflächenwasser von 0,03 mg/l bzw. 660 mg/kg im Schwebstoff. Der Cadmium-Hintergrundwert liegt hier im Oberflächenwasser demnach bei 0,7 µg/l.

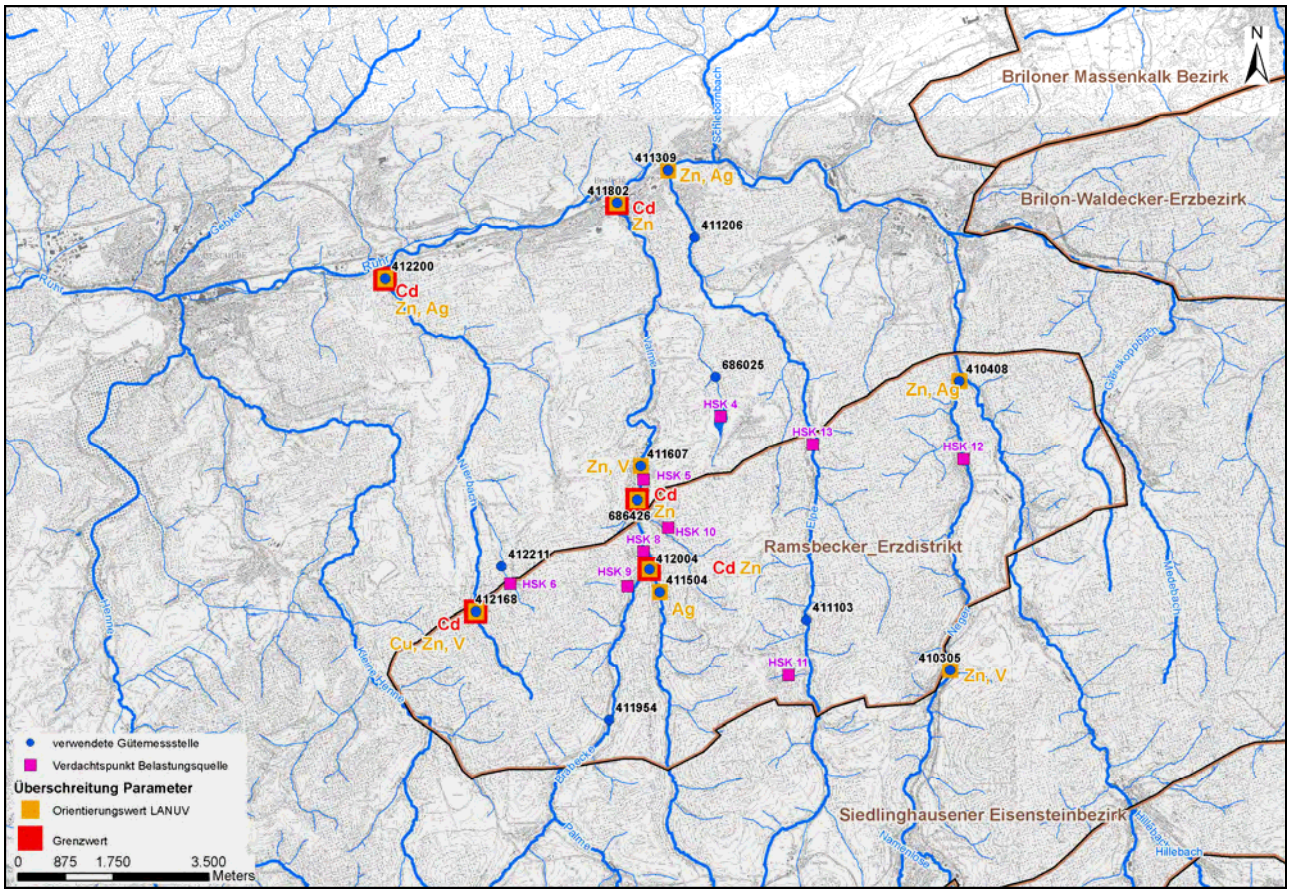


Abb. 5-1: Belastungssituation der GÜS-Messstellen im Ramsbecker Erzbezirk

Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Die Tabelle 5-12 enthält eine zusammenfassende Bewertung der Verdachtspunkte im Hochsauerlandkreis.

Tab. 5-12: Bewertung der Verdachtspunkte im Hochsauerlandkreis

Verdachtspunkt	Beeinträchtigung Zustand Chemie		Beeinträchtigung Zustand Ökochemie		Fracht		räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Gesamtbewertung
	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	
Grube Mina, Friedrichstollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**
Grube Oskar, Kilianstollen	nein	0	nein	0	mittel	4	lokal	1	möglich	1	**6**
Sedimentationsbecken St. Andreasberg	nein	0	nein	0	gering	2	lokal	1	möglich	1	**4**
Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg, Eickhoff-Stollen	ja	8	ja	8	mittel	4	großräumig	3	möglich	1	**24**
Grube Alexander, Gustav-Stollen/ Halden	möglich	4	möglich	4	gering	2	lokal	1	nicht bewertet	–	**11**
Grube Bastenberg, Halden und Stollenmundlöcher	nein	0	möglich	4	gering	2	lokal	1	möglich	1	**8**
Grube Bastenberg, Nagelmacker Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	-	lokal	1	nicht bewertet	–	**1**
Grube Willibald, Halden/ Stollen	ja	8	ja	8	mittel	4	großräumig	3	möglich	1	**24**
Grube Ries, Bruckmann-Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	-	lokal	1	nicht bewertet	–	**1**
Grube Gottesgabe, Tiefer Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	-	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**

Verdachts-punkt	Beeinträchti-gung Zustand Chemie		Beeinträchti-gung Zustand Ökochemie		Fracht		räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Ge-samt-bewer-tung
	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	
Grube Pluto, Pluto-Stollen	nein	0	nein	0	gering	2	lokal	1	nicht bewer-tet	–	**3**
Grube Aurora, Halden	nein	0	möglich	4	gering	2	lokal	1	nicht bewer-tet	–	**7**
Hermann-zeche, Carl-Stollen	nein	0	nein	0	unbe-kannt	–	unbe-deu-tend	0	nicht bewer-tet	–	**0**
Caspari-Zeche (Anti-mon(Sb)-Abbau), Stollen-mundlöcher	nein	0	nein	0	unbe-kannt	–	unbe-deu-tend	0	nicht bewer-tet	–	**0**

Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk

Der unmittelbar betroffene Oberflächenwasserkörper DE_NRW_4432_0 (Glinde) im Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk zeigt gemäß Steckbrief für die Planungseinheit PE_DIE_1000 einen guten chemischen Zustand sowie einen mäßigen ökologischen Zustand, der jedoch nicht auf Schwermetallbelastungen im Rahmen der Bewertung „Ökochemie“ zurückzuführen ist.

Für die **Grube Mina, Friedrichstollen (HSK 1)** im Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk liegen keine Hinweise auf einen signifikanten Schwermetalleintrag vor. Auf weitergehende Untersuchungen wurde aus diesem Grund verzichtet. Das Sickerwasser zeigt zwar Belastungen mit Kupfer, Nickel und Zink, es wird aber nach Auskunft des Hochsauerlandkreises bereits derzeit gemeinsam mit dem Deponiewasser vor der Einleitung in das Gewässer aufbereitet (Belüftung, Sedimentation).

Der Ablauf der **Grube Oskar, Kilianstollen (HSK 2)** wurde im Februar 2012 durch das LANUV beprobt. Der geschätzte Ablauf betrug zum Zeitpunkt der Probenahme ca. 3 l/s, woraus sich unter Berücksichtigung der Analysenergebnisse (siehe Anhang 4) Frachten von 1,3 t/a Kupfer und 11 kg/a Kobalt abschätzen lassen. Gemäß der vorliegenden Systematik wird die Fracht als „mittel“ eingestuft.

Ramsbecker Erzbezirk

Wie bereits erläutert verteilen sich die Verdachtspunkte im Ramsbecker Erzbezirk auf mehrere Seitengewässer der Ruhr, die eine unterschiedliche Belastungssituation aufweisen (siehe Abbildung 5-1). Die Erläuterung der Signifikanz der Verdachtspunkte erfolgt demnach bezogen auf die einzelnen Zuflüsse von Osten nach Westen.

Neger

Der Oberflächenwasserkörper DE_NRW_276114_0 (Neger) weist einen „nicht guten“ chemischen Zustand (Metalle, prioritär) sowie einen unbefriedigenden ökologischen Zustand auf. Letzterer resultiert u. a. aus einer Gewässerbelastung mit Zink (Ökochemie).

Einziger Verdachtspunkt an der Neger ist die **Grube Gottesgabe, Tiefer Stollen (HSK 12)**. An den ausgewählten GÜS-Messstellen im Oberstrom (410305) und Unterstrom (410408) der Grube Gottesgabe konnte keine wesentliche Erhöhung der Schwermetallgehalte festgestellt werden. Die Zink-Gehalte erhöhen sich leicht, allerdings auf einem relativ niedrigen Niveau. Die vorliegenden Analysenergebnisse deuten nicht darauf hin, dass schwermetallbelastete Wässer aus dem Tiefen Stollen der Grube Gottesgabe der ausschlaggebende Faktor für den schlechten chemischen Zustand des Wasserkörpers DE_NRW_276114_0 (Neger) sind.

Elpe

Der Oberflächenwasserkörper DE_NRW_276118_0 (Elpe) weist einen „nicht guten“ chemischen Zustand sowie einen mäßigen ökologischen Zustand auf. Auch hier resultiert der mäßige ökologische Zustand u. a. aus einer Belastung mit Zink (Ökochemie).

An der Elpe liegen die Verdachtspunkte Grube Ries, Bruckmann-Stollen (HSK 11), Grube Aurora, Halden (HSK 14) und Grube Pluto, Pluto-Stollen (HSK 13).

Die **Grube Ries, Bruckmann-Stollen (HSK 11)** liegt an der Niederen Lehmecke, einem seitlichen Zufluss der Elpe. Im Februar 2012 wurde der Stollenauslauf durch das LANUV beprobt. Unter Berücksichtigung eines Abflusses von 8 l/s (altes Wasserrecht) ergeben sich nach den Analysenergebnissen des LANUV nur sehr geringe Frachten für Zink (rd. 42 kg/a), Titan (rd. 3 kg/a) und Cadmium (rd. 0,07 kg/a) und somit keine Hinweise auf einen signifikanten Eintrag in die Elpe. Tatsächlich ist mit einem deutlich geringeren Abfluss aus dem Stollen zu rechnen, da die Grube Ries auch über den Eickhoff-Stollen zur Valme entwässert wird (siehe Objektsteckbrief HSK 6 in Anlage 5). Dies zeigte sich auch im Rahmen der Begehung am 09.02.2012, wo kein Abfluss feststellbar war.

Auch im Abstrom der **Grube Pluto, Pluto-Stollen (HSK 13)** wurde im Februar 2012 eine Probenahme durch das LANUV durchgeführt. Die Analysenergebnisse ergaben für die prioritären Metalle keinerlei Auffälligkeiten. Die Zinkgehalte sind gegenüber der oberstromig gelegenen GÜS-Messstelle 411103 nur geringfügig erhöht. Allein die Titangehalte waren in der Probe des LANUV auffällig.

Demgegenüber ergab die Analyse des LANUV im unmittelbaren Abstrom der **Grube Aurora, Halden (HSK 14)** deutlich erhöhte Gehalte insbesondere für die Parameter Cadmium und Zink. Für einen geschätzten Abfluss von 30 l/s ergeben sich (inkl. des geogenen Hintergrundgehaltes) Frachten von rd. 250 kg/a Zink, 1,6 kg/a Blei und 0,6 kg/a Cadmium, die gemäß der im vorliegenden Gutachten gewählten Systematik als „gering (< 1 t/a)“ einzustufen sind. Eine negative Beeinträchtigung des ökochemischen Zustands durch die Schwermetallausträge aus dem Bereich der Grube Aurora (Halden) kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Valme

Für das Gewässersystem der Valme sind die Oberflächenwasserkörper DE_NRW_27612_ 0 (Valme, Mündung in die Ruhr in Bestwig bis Ramsbeck), DE_NRW_27612_7005 (Valme, Ramsbeck bis Werdern) und DE_NRW_276122_0 (Brabecke) zu betrachten. Alle Wasserkörper zeigen Defizite beim chemischen Zustand (Metalle, prioritär) sowie einen unbefriedigenden ökologischen Zustand (u. a. resultierend aus Belastungen mit Zink (Ökochemie)).

An der Brabecke liegt der Verdachtspunkt **Grube Bastenberg, Nagelmacker Stollen (HSK 9)**. Die Analysenergebnisse des LANUV aus Februar 2012 an der Brabecke unmittelbar oberhalb und unterhalb des Stollenauslaufes zeigen keinerlei Auffälligkeiten für die prioritären Metalle und nur eine sehr geringe Erhöhung für den Parameter Zink. Aufgrund der Analysenergebnisse wird eine negative Beeinträchtigung des chemischen und ökochemischen Zustands der Brabecke durch den Nagelmacker Stollen als unwahrscheinlich angesehen.

Unterhalb der Mündung der Brabecke in die Valme liegt der Verdachtspunkt **Grube Bastenberg, Halden und Stollenmundlöcher (HSK 8)**. Die Analysenergebnisse des LANUV aus Februar 2012 zeigen im Unterstrom dieses Verdachtspunktes zwar leicht erhöhte Gehalte an Cadmium und Zink, die jedoch die hohe Belastung der weiter unterstromig gelegenen GÜS-Messstelle 686426 nicht erklären können (siehe Grube Willibald (HSK 10)). Aufgrund der jedoch vorhandenen geringen Frachten, die über den Verdachtspunkt Grube Bestenberg, Halden und Stollenmundlöcher (HSK 8) in die Valme eingetragen werden, kann eine negative Beeinträchtigung des ökochemischen Zustands nicht ausgeschlossen werden.

Die **Grube Willibald, Halden/Stollen (HSK 10)** liegt an der Hannebecke, einem seitlichen Zufluss der Valme, der unmittelbar oberstromig der GÜS-

Messstelle 686426 in die Valme mündet. Die Analysenergebnisse des LANUV aus der Beprobung im Februar 2012 ergaben im Abstrom der Grube Willibald deutliche Überschreitungen für Cadmium und Zink, mit denen sich auch die Belastungen an der GÜS-Messstelle 686426 erklären lassen. Unter Annahme eines Abflusses von 30 l/s in der Hannebecke ergeben sich (inkl. des geogenen Hintergrundes) für den Abstrom der Grube Willibald Frachten von rd. 5 t/a Zink, 7,7 kg/a Nickel, 6 kg/a Cadmium und 3 kg/a Blei. Die Schwermetallemissionen des Verdachtspunktes Grube Willibald können somit im Hinblick auf die Schwermetallbelastung der Valme als deutlich signifikanter angesehen werden als die der Grube Bastenberg (HSK 8 und HSK 9, siehe oben.) Eine negative Beeinträchtigung des chemischen und ökochemischen Zustands der Valme durch die Einträge aus der Grube Willibald (Halden der ehemaligen Aufbereitung) ist wahrscheinlich.

Im weiteren Verlauf der Valme befindet sich unterhalb der GÜS-Messstelle 686426 der Verdachtspunkt **Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg, Eickhoff-Stollen (HSK 5)**. Der Eickhoff-Stollen entwässert weite Bereiche der Grubengebäude im Oberstrom der Valme (weitere Erläuterungen zur Entwässerungssituation sind in dem entsprechenden Objektsteckbrief in Anlage 5 enthalten). Zum Eickhoff-Stollen existiert ein Betriebsplan, der der ARGE jedoch nicht zur Verfügung gestellt werden konnte.

Nach Angaben der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH liegt der Abfluss des Eickhoff-Stollens in die Valme in einer Größenordnung von 2 Mio. m³/a (rd. 63 l/s) mit einer mittleren Zink-Belastung von 2,6 mg/l (siehe Protokoll zum Termin am 09.02.2012). Hieraus errechnet sich überschlägig eine Zink-Fracht von rd. 5,2 t/a.

Die Stichprobenuntersuchung des LANUV ergab im Februar 2012 bei einem geschätzten Abfluss von 27 l/s eine hochgerechnete Zink-Fracht von rd. 2,6 t/a. Zusätzlich werden noch maßgebliche Frachten an Cadmium (7,2 kg/a), Nickel (25,5 kg/a) und Blei (2,6 kg/a) über den Eickhoff-Stollen in die Valme eingetragen. Unter Ansatz des von der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH angegebenen mittleren Jahresabflusses (siehe oben) ergeben sich unter Berücksichtigung der Analysendaten in Anhang 4 etwa doppelt so hohe Frachten, die der von der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH angegebenen Zink-Fracht von rd. 5,2 t/a entsprechen.

Insgesamt kann auch durch den Eickhoff-Stollen ein negativer Einfluss auf den chemischen und ökochemischen Zustand der Valme als wahrscheinlich angesehen werden.

Im Unterlauf der Valme mündet die Bilmecke in die Valme. Am Oberlauf der Bilmecke liegt der Verdachtspunkt **Sedimentationsbecken St. Andreasberg (HSK 4)**. Es handelt sich hierbei um eine laufende Maßnahme. Vorliegende Untersuchungen zur Abschätzung des Stoffeintrags durch DMT (DMT 2005) sind nach Auskunft der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH nicht repräsentativ für die aktuelle Situation. Nach den Daten der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH (2009 bis 2011) weist die Bilme-

cke im Zulauf des Sedimentationsbeckens (2,5 l/s) eine Zink-Belastung von rd. 1,71 mg/l auf. Im Ablauf (9,5 l/s) liegt die Zink-Belastung bei 1,17 mg/l. Aus den genannten Zahlen ergeben sich für den Zulauf eine Fracht von rd. 135 kg/a und für den Ablauf von rd. 350 kg/a[3]. Gegenüber den Zink-Frachten aus der Grube Willibald (Aufbereitung) und dem Eickhoff-Stollen (siehe oben) ist die aus dem Sedimentationsbecken St. Andreasberg resultierende Zink-Belastung dementsprechend eher von untergeordneter Bedeutung; eine negative Beeinträchtigung des ökochemischen Zustands der Valme kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Zusammenfassend lässt sich für die Belastungssituation der Valme festhalten, dass die Einträge aus der Grube Willibald (HSK 10) und dem Eickhoff-Stollen (HSK 5) – auch unter Berücksichtigung einer generell erhöhten geogenen Hintergrundbelastung für Zink und Cadmium (siehe oben) – als sehr signifikant angesehen werden können.

Nierbach

Im westlichen Teil des Ramsbecker Erzbezirks liegt der Nierbach (Wasserkörper DE_NRW_276134_0). Der Nierbach weist Defizite beim chemischen Zustand und einen mäßigen ökologischen Zustand (u. a. aufgrund Zinkbelastung (Ökochemie)) auf.

Im Oberlauf des Nierbachs weist bereits die GÜS-Messstelle 412168 hohe Belastungen an Cadmium und Zink auf. Im Unterstrom der Messstelle mündet die Nier in den Nierbach; an dem seitlichen Zufluss Nier liegt der Verdachtspunkt **Grube Alexander, Gustav-Stollen/Halden (HSK 6)**. Die Analyse des LANUV im Februar 2012 ergab im Unterlauf der Grube Alexander in der Nier deutliche Belastungen mit Blei, Cadmium, Kupfer und Zink (Anhang 4.3). Aufgrund der Ortsbegehung am 09.02.2012 wird ein Abfluss von rd. 15 l/s an der Nier als realistisch angesehen. Hieraus ergeben sich für den Abstrom der Grube Alexander (inkl. des geogenen Hintergrundes) Frachten von 610 kg/a Zink, 5,5 kg/a Kupfer, 2,5 kg/a Cadmium und 5 kg/a Blei. Trotz der bereits im Oberstrom des Nierbachs vorhandenen Belastung (siehe oben, GÜS-Messstelle 412168) kann aufgrund der ermittelten Frachten sowohl eine negative Beeinträchtigung des chemischen Zustands als auch des ökochemischen Zustands durch die Einträge aus der Grube Alexander als möglich angesehen werden.

[3] Da keine anderen gesicherten Messungen vorliegen, wurden die Abflusswerte gemäß DMT (2005) zur Frachtberechnung herangezogen. Nach Auskunft der Sachtleben Bergbau Verwaltungs GmbH ist aufgrund der Neugestaltung des Dammfußes und der Schussrinne des Bilmeckebachs mit grober Steinschüttung gemäß Abschlussbetriebsplan eine direkte Messung nur schwer bzw. nicht möglich. Grundsätzlich wäre aber davon auszugehen, dass sich die Drainagewassermengen gemäß den Annahmen der DMT reduziert haben bzw. sich weiter auf ein Viertel der ursprünglichen Menge reduzieren werden (siehe DMT 2005). Da a) das Sedimentationsbecken schon weitgehend mit bindigem Boden abgedeckt ist, der Oberflächenwasserzufluss auf die Fläche vom westlichen Ufer in den neuen abgedichteten Bilmecke-Bachlauf geleitet wird und mit Begrünung der Fläche der Eintrag weiter abnimmt. Dadurch reduziert sich die Sickerwassermenge, die durch das Sedimentationsbecken die Bilmecke erreicht, erheblich. Somit ist mit einer weiteren Abnahme der Fracht aus dem Sedimentationsbecken zu rechnen.

Nordbergischer/Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk

Für den Verdachtspunkt **Caspari-Zeche, Stollenmundlöcher (HSK 3)** im Nordbergischen/Nordsauerländischen Blei-Zink-Erzbezirk liegen beim Hochsauerlandkreis keine näheren Informationen vor. Der betroffene Wasserkörper DE_NRW_276_151034 (Ruhr, Ausleitungsstrecke nahe der Mündung Hellefelder Bach bis Ausleitungsstrecke Wildshausen) weist einen guten chemischen Zustand und einen schlechten ökologischen Zustand auf. Der unbefriedigende biologische Zustand resultiert u. a. aus Belastungen mit Zink (Ökochemie).

Die ausgewählten GÜS-Messstellen 401808 und 401602 im Unterstrom an der Ruhr zeigen im Vergleich zur oberstromigen Messstelle 401535 keine signifikant erhöhten Schwermetallgehalte, die auf einen massiven Eintrag von Schwermetallen in diesem Bereich hindeuten würden (wobei eine mögliche Verdünnung durch den großen Abfluss in der Ruhr zu berücksichtigen ist).

Außerhalb Erzbezirk (Hermannzeche)

Der Verdachtspunkt **Hermannzeche, Carl-Stollen (HSK 7)** liegt im Wasserkörper DE_NRW_276188_9050 (Sorpe). Der Wasserkörper weist einen guten chemischen und mäßigen ökologischen Zustand auf. Die Bewertung der Ökochemie ergab für diesen Wasserkörper keine Auffälligkeiten im Hinblick auf Schwermetalle. Bis auf Vanadium gibt es keine Auffälligkeiten an der GÜS-Messstelle 415900 im Unterstrom des Verdachtspunktes Hermannzeche. Auf nähere Untersuchungen (z. B. im Hinblick auf eingetragene Frachten) wurde aus diesem Grund verzichtet.

5.5 Kreis Olpe

Überblick Erzbezirke und Verdachtspunkte

Im Kreisgebiet des Kreises Olpe liegen Teilbereiche der Erzbezirke Meggener Schwefelkiesbezirk, Olpener Erzbezirk und Müsener Erzbezirk (siehe Anlage 4.5). Die dort für relevant erachteten Verdachtspunkte sind in der Tabelle 5-13 aufgelistet und in der Anlage 4.5 dargestellt.

Tab. 5-13: Verdachtspunkte im Kreis Olpe

Erzbezirk	Verdachtspunkt	ID	Wasser-gewinnung	betroffener Wasserkörper
Meggener Schwefelkiesbezirk	Grube Keller, Stollen III	OE 1	–	DE_NRW_276634_0
	Grube Meggen, Carolinenglücker Stollen	OE 2	–	DE_NRW_2766_77895
	Grube Meggen, Hachener Spülteich	OE 3	–	DE_NRW_2766_77895
Müsener Erzbezirk	Grube Alwine, Halden/Stollenmundloch	OE 4	–	DE_NRW_2766286_0
	Grube Glanzenberg – Goldberg II, Spülteiche/ Halden/Stollen	OE 5	–	DE_NRW_2766286_0
Olpener Erzbezirk	Grube Zänker, Stollen	OE 6	–	DE_NRW_276642_0
	Grube Rhonard	OE 7	ja (ehemals geplant)	DE_NRW_276642_0

Datenlage und Ausgangssituation

Die in der Tabelle 5-14 aufgelisteten Daten standen für die Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Olpe zur Verfügung.

Tab. 5-14: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Kreis Olpe

Erzbezirk	Informationsbasis
allgemein	– Schreiben des Kreises Olpe vom 01.09.2011 (bzgl. Datenbereitstellung durch die ARGE) – Besprechung und Ortsbegehung mit dem Kreis Olpe am 15.11.2011 – Besprechung mit der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH am 09.02.2012
Meggener Schwefelkiesbezirk	– Gesamtbilanz der Stoffquellen in der Lenne (DMT-Auswertungen i. A. der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH (2008)) – Stellungnahme der BR Arnsberg vom 29.03.2009 zum vorgenannten DMT-Gutachten – „Erzbergbau und WRRL“ – Präsentation der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH vom 09.02.2012 – Diverse Unterlagen zur AAV-Maßnahme im Habbecke-Tal (u. a. Sanierungsuntersuchungen, Wasseranalysen und Abflussmessungen aus 2009) – Daten der BR Arnsberg zum Ablauf Fällanlage (Carolinenglücker Stollen) 2005 – 2011 – gutachterliche Begleitung des Monitorings 2010 zur Wasserrechtlichen Erlaubnis zur Einleitung von Drainagewasser aus dem Bereich des Sedimentationsbeckens Hachen in den Hachener Bach (DMT 2005)

Erzbezirk	Informationsbasis
	– Kurzbericht zur biologischen Untersuchung des Makrozoobenthos 2011 am Hachener Bach und Kickenbach nach Punkt 6 der wasserrechtlichen Erlaubnis zum Einleiten von Drainage- und Niederschlagswasser durch das Sedimentationsbecken Hachen (Lippe Wassertechnik, 08.12.2011)
Müsener Erzbezirk	– Historie der Untersuchungen im Bereich Silberbach/ Dornbach (BR Arnsberg) – Daten zur Bodenbelastung im Überschwemmungsbereich Dornbach – Gefährdungsabschätzung ehemalige „Grube Goldberg II“ in Silberg-Kirchhundem, Kreis Olpe (IFUA 2011) inkl. Ergebnispräsentation für den Umwelt- und Strukturausschuss am 15.09.2011 – Probenahme des LANUV am 16.02.2012
Olpener Erzbezirk	– Untersuchungen von Sediment- und Wasserproben an einem Quellaustritt westlich von Neuenkleusheim (IFUA 2010)

Insgesamt kann die Datenlage im Meggener Schwefelkiesbezirk und im Müsener Erzbezirk als sehr gut bezeichnet werden. Die aktuelle Gefährdungsabschätzung für die ehemalige Grube Goldberg II, ergänzt durch die zusätzlichen Analysen des LANUV im Februar 2012, stellt eine gute Datenbasis in Bezug auf die Bewertung der Signifikanz des Eintrags in das Gewässer dar. Gleiches gilt auch für den Müsener Erzbezirk, wo aufgrund der bereits laufenden Maßnahmen bzw. aktuellen Ursachenforschung die Datenlage ebenfalls relativ gut ist.

Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Die Tabelle 5-15 enthält eine zusammenfassende Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Olpe. Der Verdachtspunkt Grube Rhonard (OE 7) wurde aufgrund der nach den vorliegenden Informationen dort ehemals vorhandenen bzw. geplanten Wassergewinnung nicht bei der Signifikanzbewertung berücksichtigt.

Tab. 5-15: Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Olpe

Verdachts-punkt	Beeinträchti-gung Zustand Chemie		Beeinträchti-gung Zustand Ökochemie		Fracht		räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Ge-samt-bewer-tung
	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	
Grube Kel-ler, Stollen III	nein	0	nein	0	gering	2	lokal	1	nicht bewertet	–	**3**
Grube Meg-gen, Caro-linenglücker Stollen	nein	0	möglich	4	gering	2	lokal	3	nicht erkenn-bar	0	**9**
Grube Meg-gen, Hache-ner Spülteich	nein	0	möglich	4	gering	2	regio-nal	2	erkenn-bar	3	**11**
Grube Alwine, Hal-den/Stollen-mundloch	nein	0	nein	0	gering	2	lokal	1	nicht bewertet	–	**3**
Grube Glan-zenberg – Goldberg II, Spülteiche/Halden/ Stollen	ja	8	ja	8	mittel	4	groß-räu-mig	3	wahr-schein-lich	2	**25**
Grube Zän-ker, Stollen	nein	0	nein	0	unbe-kannt	–	un-bede utend	0	nicht bewertet	-	**0**

Meggener Schwefelkiesbezirk

Der Verdachtspunkt **Grube Keller, Stollen III (OE 1)** liegt an der Habbecke, einem Zufluss zur Elspe. Der betroffene Wasserkörper DE_NRW_276634_0 (Elspe) weist einen guten chemischen und einen mäßigen ökologischen Zustand auf. Die Bewertung Ökochemie ergab keine Hinweise auf relevante Schwermetallbelastungen. Auch die ausgewählten GÜS-Messstellen 431254 und 431205 zeigen keine Hinweise auf eine signifikante Gewässerbelastung und relativ niedrige Zn-Gehalte.

Für die AAV-Maßnahme an der Grube Keller liegen umfangreiche Sanierungsuntersuchungen vor. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen der Wasseraustritt aus dem Stollen Keller III sowie aus den Drainagen der Spülteiche und die daraus resultierende Thallium-Belastung. Für 2009 liegen parallele Abflussmessungen und Analysendaten für den Stollen Keller III vor, aus denen sich eine Zinkfracht von rd. 100 kg/a berechnen lässt.

Eine Gewässerbeeinträchtigung durch die Grube Keller wird demnach im Rahmen der Signifikanzbewertung als allenfalls lokal angesehen.

Ebenfalls im Meggener Schwefelkiesbezirk liegen die Verdachtspunkte Grube Meggen, Carolinenglücker Stollen (OE 2) und Grube Meggen, Hachener Spülteich (OE 3). An beiden Verdachtspunkten laufen bereits Maßnahmen zur Schwermetalleliminierung durch die Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH. Der Oberflächenwasserkörper DE-NRW_2766_77895 (Lenne Ausleitungsstrecke oberhalb Bamenohl bis Einmündung der Latrop) weist einen guten chemischen und unbefriedigenden ökologischen Zustand auf. Die Bewertung Ökochemie ergab Belastungen mit Zink.

Von der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH wurde der ARGE für 2007 eine Stoffbilanzierung für die Obere Lenne von DMT zur Verfügung gestellt.

Für den Ablauf der Fällanlage **Grube Meggen/Carolinenglücker Stollen (OE 2)** liegen aktuelle Überwachungsdaten aus den Jahren 2005 bis 2011 vor. Die daraus berechneten Frachten für Zink zeigt die Abbildung 5-2. Seit 2008 liegen die eingetragenen Zink-Frachten in die Lenne bei < 1 t/a. Darüber hinaus erfolgt noch ein erwähnenswerter Eintrag von Blei (ca. 40 kg/a) und Titan (ca. 70 kg/a).

Aufgrund der hohen Wasserführung der Lenne wird der Eintrag relativ schnell verdünnt, jedoch ist in den im Abstrom gelegenen GÜS-Messstellen 421133 und 421157 eine geringe Erhöhung der Schwermetallkonzentrationen gegenüber dem Zustrom (GÜS-Messstelle 421110) festzustellen. Aus diesem Grund wird die räumliche Ausdehnung der Belastung derzeit noch mit „großräumig“ bewertet. Außerdem muss von einer gewissen Vorbelastung der Lenne mit Schwermetallen aus oberstromig gelegenen geogenen und anthropogenen Quellen ausgegangen werden. Trotzdem kann aufgrund der Frachten zumindest von einer negativen Beeinträchtigung des Parameters Ökochemie durch die Einleitung aus dem Carolinenglücker Stollen ausgegangen werden.

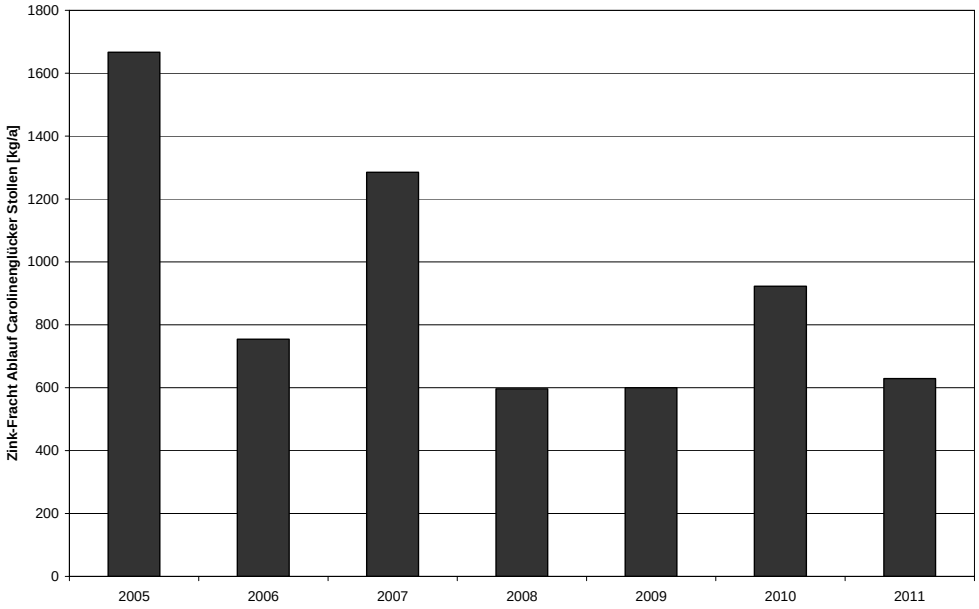


Abb. 5-2: Zink-Frachten im Ablauf der Fällanlage Carolinenglücker Stollen (berechnet aus Tagesmittelwerten)

Mit den Monitoringdaten 2010 liegt für den Verdachtspunkt **Grube Meggen, Hachener Spülteich (OE 3)** eine aktuelle Datenbasis für die Bewertung des Schwermetalleintrags vor. Die Schwermetallfrachten in den Hachener Bach liegen nach der Aufbereitung durch ein Belüftungsgerinne und ein angelegtes Feuchtgebiet (constructed wetland) zur Sedimentation demnach noch bei rd. 300 kg/a Zink und 7 kg/a Cadmium und sind somit als vergleichsweise gering anzusehen. Die Ökologie des Hachener Bachs wird nach Auswertungen des LANUV deutlich beeinflusst (siehe Stellungnahme des LANUV zum Monitoringbericht 2008). Nach Auskunft der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH wurde den zuständigen Behörden ein Gutachten der Lippe Wassertechnik von 2011 vorgelegt, das belegt, dass der Hachener Bach nach Einleitung in einem guten Zustand ist, was zu einer geringeren Wertung in Tabelle 5-15 führen würde. Dieser Sachverhalt ist, wie auch gegebenenfalls weitere vorliegende Untersuchungsergebnisse, noch von den Genehmigungsbehörden zu prüfen. Für die Gesamtbewertung der Signifikanz dieses Verdachtspunktes wird auch die negative Beeinträchtigung des Parameters Ökochemie in der Lenne als möglich angesehen.

Müsener Erzbezirk

Im Müsener Erzbezirk liegen die Verdachtspunkte Grube Alwine, Halden/Stollenmundloch (OE 4) und Grube Glanzenberg – Goldberg II, Spülteiche/Halden/Stollen (OE 5) beide im Wasserkörper DE_NRW_2766286_0 (Silberbach, Mündung in die Olpe bis Quelle). Der Wasserkörper DE_NRW_2766286_0 weist Defizite beim chemischen und einen schlech-

ten ökologischen Zustand (u. a. aufgrund Ökochemie (Zink)) auf. Die Belastung des Silberbachs führt auch noch zu einer nachweisbaren Beeinträchtigung des chemischen und ökochemischen Zustands in den unterliegenden Wasserkörpern Olpe, Hundem und Lenne (Mitteilung BR Arnsberg vom 12.03.2012).

Um die Belastung aus dem Bereich der **Grube Alwine, Halden/Stollenmundloch (OE 4)** näher zu untersuchen, wurde im Februar 2012 der Silberbach sowohl im Anstrom (Probenahmepunkt OE 4/1) als auch im Abstrom des Haldengeländes (Probenahmepunkt OE 4/2) beprobt. Die Ergebnisse (Anhang 4.3) zeigen deutlich, dass der Silberbach bereits im Zustrom der Grube Alwine massive Schwermetallbelastungen insbesondere mit Cadmium, Zink und Kobalt aufweist. Die Schwermetallgehalte im Silberbach sind unterhalb der Grube Alwine dagegen – wahrscheinlich auch bedingt durch eine gewisse Verdünnung über den östlichen Zulauf und bereits laufende Maßnahmen – geringer. Hieraus kann geschlussfolgert werden, dass aus dem Bereich der Grube Alwine keine nennenswerten Frachten eingetragen werden, zumal die geschätzten Abflüsse an beiden Probenahmepunkten etwa gleich waren.

Für den Verdachtspunkt **Grube Glanzenberg – Goldberg II, Spülteiche/ Halden/Stollen (OE 5)** liegt eine umfangreiche Gefährdungsabschätzung vor, die insbesondere den Sickerwassereintrag und die Böschungsstandsicherheit thematisiert. Durch das LANUV wurden an zwei Stellen zusätzliche Gewässeranalysen durchgeführt. Die Probenahmepunkte lagen zum einen an einem Bach im östlichen Zustrom des Grubengeländes (OE 5/1) und zum anderen im Dornbach nach Verlassen des Grubengeländes (OE 5/2). Während die Probenahmestelle im Anstrom (OE 5/1) nur geringe Schwermetallgehalte aufweist, zeigt der Dornbach (OE 5/2) unterhalb der Grube Glanzenberg – Goldberg II deutliche Belastungen mit Schwermetallen. Die Frachten an der Probenahmestelle OE 5/2 wurden auf Basis der Analysenergebnisse des LANUV und eines abgeschätzten Abflusses im Dornbach von ca. 15 l/s berechnet und liegen bei ca. 1 t/a Zink, 0,6 kg/a Cadmium und 0,6 kg/a Kobalt. Nach den vorliegenden Unterlagen erfolgt der größte Teil des Schwermetalleintrags in den Dornbach über den Sickerwasseraustrag aus der Böschung. Konkrete Erkenntnisse über den Einfluss von Wasserzutritten aus dem Goldberg-Stollen in den Dornbach liegen allerdings bisher noch nicht vor; hier könnte ein zusätzlicher signifikanter Schwermetalleintrag aus dem Grubengebäude erfolgen. Es ist davon auszugehen, dass in Abhängigkeit vom Niederschlagsgeschehen auch deutlich höhere Frachten ausgetragen werden können.

Der Eintrag aus dem Bereich der Grube Glanzenberg kann als maßgeblich für die Defizite beim chemischen Zustand des Silberbachs angesehen werden; auch negative Einflüsse auf die Ökochemie sind wahrscheinlich.

Olpener Erzbezirk

An der **Grube Rhonard (OE 7)** besteht eine Wasserfassung mit einem entsprechenden Wasserrecht. Ob hier jemals eine Trinkwassergewinnung stattgefunden hat, kann derzeit nicht mehr nachvollzogen werden (Mitteilung des Kreises Olpe vom 08.12.2011) und ist nach Meinung des Kreises Olpe aufgrund der sehr deutlichen Mangan- und Eisenausfällungen eher unwahrscheinlich.

Westlich von Neuenkleusheim liegt der Verdachtspunkt **Grube Zänker, Stollen (OE 6).** Hier wurden an einem Quellaustritt eines namenlosen Gewässers hohe Arsenbelastungen registriert und 2010 entsprechende Untersuchungen von Sediment- und Wasserproben im Auftrag des Kreises Olpe durchgeführt. Bei den Untersuchungen wurden zwar hohe Sedimentbelastungen, aber keine relevanten Belastungen des Gewässers festgestellt. Im Rahmen der vorliegenden Betrachtungen wird dieser Wasseraustritt somit als nicht relevant angesehen.

Der Eintrag beider Verdachtspunkte erfolgt potenziell in die Olpe, die einen relativ großen Abfluss und damit auch eine relativ starke Verdünnung aufweist. Nach den vorliegenden Unterlagen haben beide Verdachtspunkte im Bereich des Olpener Erzbezirks im Gebiet des Kreises Olpe keine Signifikanz im Hinblick auf die Schwermetallbelastung der Gewässer.

5.6 Kreis Siegen-Wittgenstein

Überblick Erzbezirke und Verdachtspunkte

Im Kreisgebiet des Kreises Siegen-Wittgenstein liegen Teilbereiche der Erzbezirke Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk, Müsener Erzbezirk, Olpener Erzbezirk und Siegener Spateisensteinbezirk (siehe Anlage 4.6). Die dort für relevant erachteten Verdachtspunkte sind in der Tabelle 5-16 aufgelistet und in der Anlage 4.6 dargestellt.

Tab. 5-16: Verdachtspunkte im Kreis Siegen-Wittgenstein

Erzbezirk	Verdachtspunkt	ID	Wasser-gewinnung	betroffener Wasserkörper
Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk	Eisensteinzeche Bautenberg, Tiefer Stollen	SI 1	–	DE_NRW_27226_0
	Peterszeche, Halden/Stollen	SI 2	–	DE_NRW_27222_0
Müsener Erzbezirk	Grube Brüche, Tiefer Stollen	SI 4	ja (stillgelegt)	DE_NRW_27214_4630
	Grube Stahlberg, Kronprinz Friedrich-Wilhelm-Stollen	SI 5	ja (stillgelegt)	DE_NRW_27214_4630
	Grube Altenberg, Halden/Spülteiche/Stollen	SI 7	–	DE_NRW_272146_0
	Müsen, Köln-Müsener-Hütte	SI 8	–	DE_NRW_27214_4630
	Müsen, Rothenbacher Hütte	SI 9	–	DE_NRW_27214_4630
Olpener Erzbezirk	Grube Haus Oranien, Stollen	SI 3	ja (stillgelegt)	DE_NRW_272146_0
Siegener Spateisensteinbezirk	Grube Alte Dreisbach, Stollen	SI 6	ja (stillgelegt)	DE_NRW_272_124250

Datenlage und Ausgangssituation

Folgende in der Tabelle 5-17 aufgelistete Daten standen für die Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Siegen-Wittgenstein zur Verfügung:

Tab. 5-17: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Kreis Siegen-Wittgenstein

Erzbezirk	Informationsbasis
allgemein	– Schreiben des Kreises Siegen-Wittgenstein vom 16.09.2011 bzgl. Datenbereitstellung durch die ARGE – Besprechung und Ortsbegehung beim Kreis Siegen-Wittgenstein am 21.12.2011
Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk	– diverse Analysenergebnisse von Probenahmen im Bereich der Peterzeche (übergeben vom Kreis Siegen-Wittgenstein am 21.12.2011) – Diverse Unterlagen und Analysenergebnisse zur Buchheller (übergeben von der BR Arnsberg)
Müsener Erzbezirk	– Analysenergebnisse zu Schwermetallgehalten im Rothenbach, Ferndorfbach etc. (übergeben von der BR Arnsberg) – Probenahme des LANUV am 16.02.2012

Insbesondere im Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk führen die Belastungen der Gewässer mit Schwermetallen in einigen Oberflächenwasserkörpern zu Defiziten beim chemischen und ökochemischen Zustand.

Im Kreis Siegen-Wittgenstein liegt insbesondere für den Bereich der Buchheller (Peterszeche (SI 2)) eine Vielzahl von Analysen vor, aus denen sich die Frachten aus unterschiedlichen Teilbereichen des Areals abschätzen lassen (siehe unten).

Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Die Tabelle 5-18 enthält eine zusammenfassende Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Siegen-Wittgenstein.

Tab. 5-18: Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Siegen-Wittgenstein

Verdachts-punkt	Beeinträchti-gung Zustand Chemie		Beeinträchti-gung Zustand Ökochemie		Fracht		räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Gesamt-bewer-tung
	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	
Eisenstein-zeche Bautenberg, Tiefer Stollen	nein	0	nein	0	unbe-kannt	–	lokal	1	möglich	1	**2**
Peterszeche, Halden/ Stollen	ja	8	ja	8	mittel	4	groß-räumig	3	wahr-schein-lich	2	**25**
Grube Altenberg, Halden/ Spülteiche/ Stollen	mög-lich	4	möglich	4	gering	2	regio-nal	2	nicht bewertet	–	**12**
Müsen, Köln-Müse-ner-Hütte	nein	0	möglich	4	unbe-kannt	–	regio-nal	2	nicht bewertet	–	**6**
Müsen, Rothen-bacher Hütte	nein	0	möglich	4	unbe-kannt	–	regio-nal	2	nicht bewertet	–	**6**

Für die Verdachtspunkte in den ehemaligen Eisenerzbergwerken – Grube Brüche (SI 4), Grube Stahlberg (SI 5), Grube Haus Oranien (SI 3) und Grube Alte Dreisbach (SI 6) – wurde aufgrund der ehemaligen Nutzung zur Trinkwassergewinnung auf eine schematisierte Ableitung der Signifikanz verzichtet.

Von der BR Arnsberg wurden mit Datum vom 26.04.2012 Daten zum Stählerwiesenbach nachgemeldet, in den der Erbstollen einleitet und über den nach Auskunft der BR Arnsberg das gesamte Gebiet der ehemaligen Grube Stahlberg (SI 5) entwässert wird. Aktuelle Monitoringuntersuchungen zeigen Auffälligkeiten bzw. Qualitätsnormüberschreitungen für Cadmium, Zink, Nickel und Barium. Im Rahmen zukünftiger Untersuchungen sollte hier die Gewässerrelevanz geprüft werden.

Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk

Der Verdachtspunkt **Eisensteinzeche Bautenberg, Tiefer Stollen (SI 1)** liegt im Wasserkörper DE_NRW_27226_0 (Wildenbach), der einen guten chemischen und mäßigen ökologischen Zustand aufweist. Auffälligkeiten bei der Ökochemie liegen für den Parameter Zink vor.

Für den Bereich der Eisensteinzeche Bautenberg liegen aussagekräftige GÜS-Messstellen im Unter- und Oberstrom vor. An der Unterstrom-Messstelle wurden leicht erhöhte Zinkgehalte festgestellt, die jedoch in einer

Größenordnung liegen, die nicht auf eine signifikante Gewässerbelastung durch die Eisensteinzeche Bautenberg schließen lassen. Eine relevante Beeinträchtigung des ökochemischen Zustands des Wasserkörpers DE_NRW_27226_0 wird demnach eher als unwahrscheinlich angesehen.

Ebenfalls im Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk liegt der Verdachtspunkt **Peterszeche, Halden/Stollen (SI 2)** im Wasserkörper DE_NRW_27222_0 (Buchheller). Der chemische Zustand dieses Wasserkörpers wird als nicht gut bewertet, und auch der ökologische Zustand ist als schlecht bewertet. Im Zusammenhang mit der Bewertung Ökochemie wird auf Belastungen mit Arsen, Kupfer und Zink hingewiesen. Die Schwermetallbelastungen der Buchheller führen auch zu Belastungen unterliegender Wasserkörper (z. B. Heller).

Aus langjährigen Untersuchungen des Kreises Siegen-Wittgenstein und der BR Arnsberg liegt eine Vielzahl an Analysendaten an unterschiedlichen Abschnitten der Buchheller im Bereich Peterszeche vor. Die Analysendaten inkl. der zugehörigen Abflussschätzungen der Probennehmer wurden herangezogen, um für die Buchheller an den unterschiedlichen Probenahmepunkten Frachten abzuschätzen.

Die Abbildung 5-3 zeigt in drei Diagrammen Darstellungen der hochgerechneten Jahresfrachten für die Parameter Zink, Blei und Cadmium, die auf Basis der o. g. Unterlagen ermittelt wurden. Anzumerken ist, dass der Abfluss im Rahmen der Probenahme nur relativ grob abgeschätzt wurde. Die Lage der Probenahmepunkte ist in Bezug auf potenzielle Einträge aus dem Bereich Peterszeche wie folgt zu beschreiben:

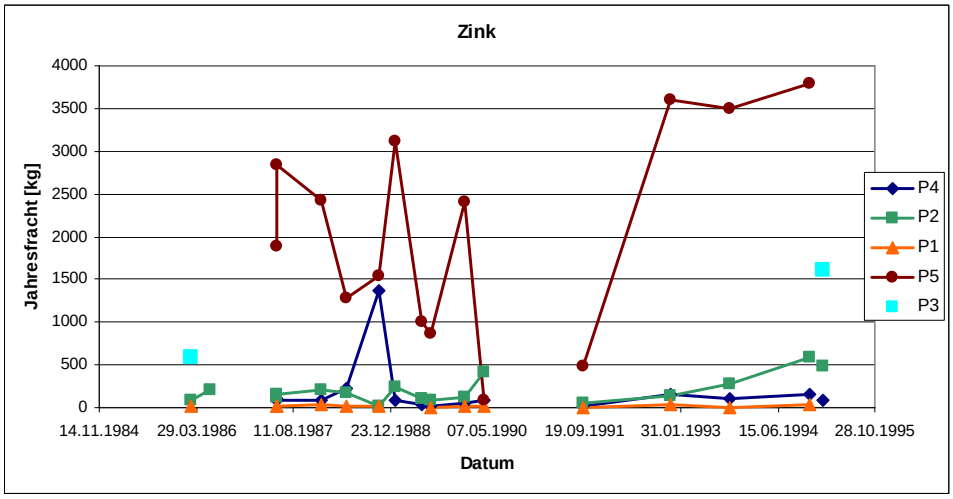
P1 Buchheller unterhalb Seitenzufluss aus altem Stollen (P2) und oberhalb des Haldengeländes

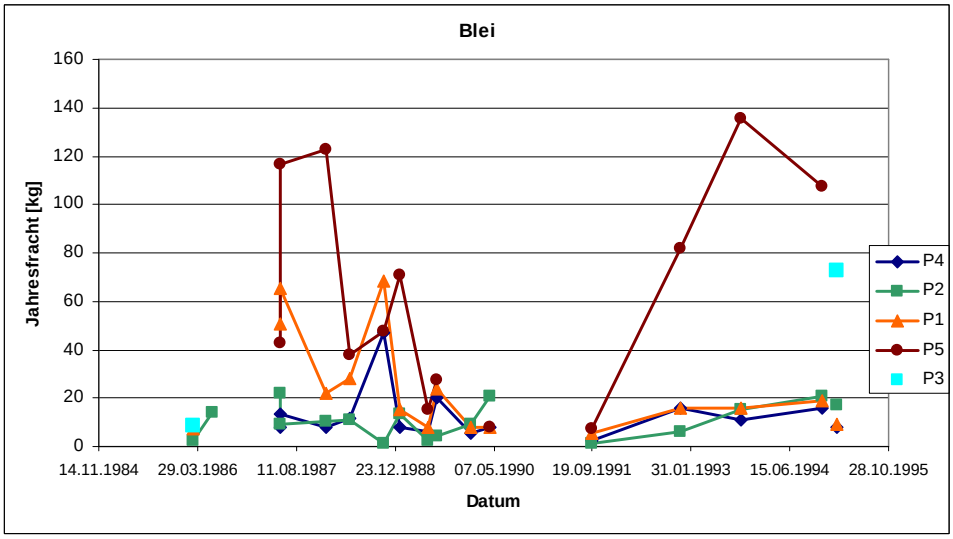
P2 Seitenzufluss aus dem alten Stollen vor Einmündung in die Buchheller

P3 Buchheller im Bereich der Halden

P4 Buchheller im Anstrom zum Bereich Peterszeche (oberhalb Seitenzufluss aus altem Stollen (P2))

P5 Buchheller unterhalb des Bereichs der Peterszeche





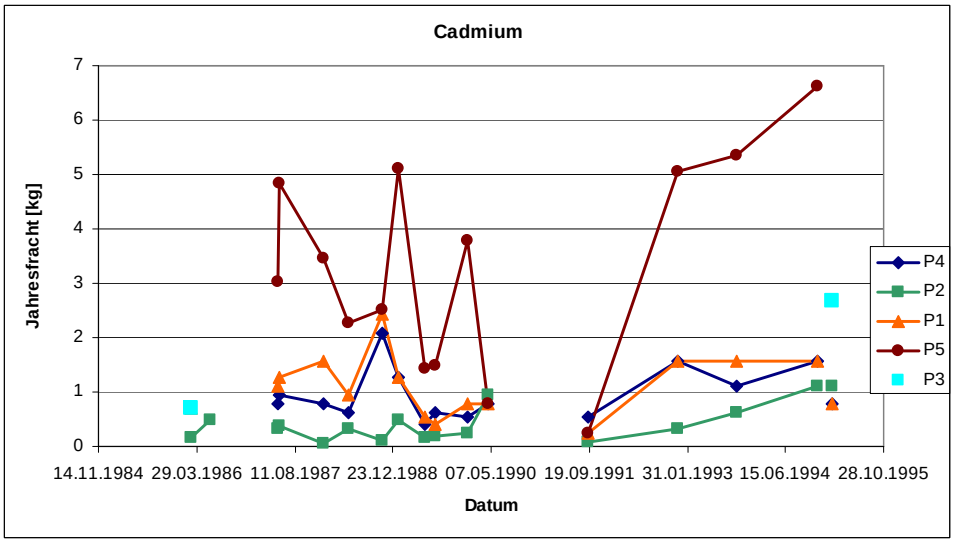


Abb. 5-3: Berechnete Jahresfrachten im Bereich Buchheller
(Erläuterungen zur Lage der Probenahmepunkte siehe Text)

Aus der Abbildung 5-3 wird deutlich, dass im Bereich der Peterszeche eine massive Belastung der Buchheller mit Schwermetallen vorhanden ist. Dabei erfolgt der weitaus größte Anteil über den Eintrag aus dem Haldenbereich (Sickerwasser), was durch die Differenz zwischen P2 (Stollenauslauf) und P5 (Gesamtbelastung) deutlich wird. Für den (unbedeckten) Haldenbereich ist anzumerken, dass die eingetragenen Frachten hier auch maßgeblich durch das Niederschlagsgeschehen beeinflusst werden.

Zusammenfassend kann geschlussfolgert werden, dass die Defizite der Buchheller im chemischen und ökologischen Zustand nach den vorliegenden Erkenntnissen maßgeblich auf die Schwermetallbelastungen aus dem Bereich **Peterszeche** zurückzuführen sind.

Müsener Erzbezirk

Die Verdachtspunkte im Bereich der ehemaligen Eisenerzbergwerke **Grube Brüche, Tiefer Stollen (SI 4)** und **Grube Stahlberg, Kronprinz-Friedrich-Wilhelm-Stollen (SI 5)** wurden aufgrund der ehemaligen bzw. aktuellen Nutzung zur Wassergewinnung nicht näher betrachtet.

Die **Grube Altenberg, Halden/Spülteiche/Stollen (SI 7)** liegt im Wasserkörper DE_NRW_272146_0 (Littfe), der gemäß Bewirtschaftungsplan 2010 einen guten chemischen und mäßigen ökologischen Zustand und auch keine Schwermetallauffälligkeiten bei der Ökochemie aufweist. Aufgrund eines Hinweises der BR Arnsberg vom 23.02.2012, wonach die aktuellen Monitoringergebnisse signifikante Schwermetallbelastungen der Littfe anzeigen, wurde im Februar 2012 eine Probenahme durch das LANUV im Abstrom der Grube Altenberg veranlasst. Die Analysenergebnisse des LANUV zeigen insbesondere Belastungen mit Cadmium, Zink, Kobalt und Silber. Unter Annahme eines Abflusses von 10 l/s wurden Frachten von rd. 300 kg/a Zink, 0,3 kg/a Blei, 3 kg/a Nickel und 1 kg/a Kupfer abgeschätzt.

Aufgrund der Analysenergebnisse und der ermittelten Frachten wird ein negativer Einfluss der Grube Altenberg auf den ökochemischen Zustand der Littfe als möglich angesehen. Dieses Ergebnis wird durch aktuelle Auswertungen der BR Arnsberg bestätigt (siehe E-Mail vom 26.04.2012).

Am Ferndorfbach liegen – neben den o. g. Wassergewinnungen – die Verdachtspunkte **Müsen, Köln-Müsener-Hütte (SI 8)** und **Müsen, Rothenbacher Hütte (SI 9)** am Rothenbach, einem Zulauf zum Ferndorfbach. Beide Verdachtspunkte wurden aufgrund von Hinweisen der BR Arnsberg aufgenommen, obwohl Betriebe der weiterverarbeitenden Industrie im Rahmen des vorliegenden Gutachtens vereinbarungsgemäß nicht berücksichtigt werden sollten. Der Ferndorfbach weist in dem entsprechenden Gewässerabschnitt einen guten chemischen Zustand und einen schlechten ökologischen Zustand auf (Zink-Auffälligkeit bei der Bewertung Ökochemie).

Von der BR Arnsberg wurden zusätzliche Unterlagen zum Müsener Gebiet zur Verfügung gestellt. Hiernach weist der Rothenbach (mit den Verdachtspunkten SI 8 und SI 9) vor der Einmündung in den Ferndorfbach deutlich erhöhte Zink- und Cadmiumgehalte auf. Noch höhere Gehalte wurden in einem Zulauf namens Stählerwiesenbach nachgewiesen, in den der Erbstollen der Grube Stahlberg mündet. Dieser Verdachtspunkt wurde aufgrund mangelnder Daten im Rahmen des vorliegenden Gutachtens nicht näher betrachtet.

Die GÜS-Messstelle 453201 im Ferndorfbach zeigt in der Analyse 2002 deutlich höhere Zink-Gehalte als die oberstromig gelegene Messstelle 453109. Über die vorhandenen GÜS-Messstellen lässt sich nicht auflösen, von welchem der aufgezeigten Verdachtspunkte diese Belastung potenziell stammt. Mit Hilfe eines geeigneten Messprogramms sollte die Signifikanz der einzelnen Verdachtspunkte in diesem Bereich näher untersucht werden.

Olpener Erzbezirk

Die **Grube Haus Oranien** wurde aufgrund der ehemaligen Nutzung zur Wassergewinnung nicht näher betrachtet.

Siegener Spateisensteinbezirk

Die **Grube Alte Dreisbach** wurde aufgrund der ehemaligen Nutzung zur Wassergewinnung nicht näher betrachtet.

5.7 Märkischer Kreis

Überblick Erzbezirke und Verdachtspunkte

Im Kreisgebiet des Märkischen Kreises liegt ein Teilbereich des Nordbergischen/Nordsauerländischen Blei-Zink-Erzbezirks. Die im Kreisgebiet des Märkischen Kreises für relevant erachteten Verdachtspunkte sind in der Tabelle 5-19 aufgelistet und in der Anlage 4.7 dargestellt. Die außerhalb eines Erzreviers gelegene Grube Theodore bei Plettenberg baute auf einem Zinkerzlager in mitteldevonischen Kalksteinen. Das Mundloch des Carl-Stollens der rd. 2 km östlich gelegenen Hermannszeche (HSK 7) liegt ebenfalls innerhalb des Märkischen Kreises (siehe Abschnitt 5.4).

Tab. 5-19: Verdachtspunkte im Märkischen Kreis

Erzbezirk	Verdachtspunkt	ID	Wasser-gewinnung	betroffener Wasserkörper
Nordbergischer/ Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk	Grube Nidda (Iserlohn)	MK 1	ja	DE_NRW_276542_2000
außerhalb Erzbezirk	Grube Theodore (Plettenberg)	MK 2	ja	DE_NRW_2766_56576

Datenlage und Ausgangssituation

Die in Tabelle 5-20 aufgelisteten Daten standen für die Bewertung der Verdachtspunkte im Märkischen Kreis zur Verfügung

Tab. 5-20: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Märkischen Kreis

Erzbezirk	Informationsbasis
allgemein	– Schreiben des Märkischen Kreises vom 21.10.2011 bzgl. Datenbereitstellung durch die ARGE – 10. Änderung des Regionalplans in den Städten Iserlohn (Ortsteil Griesenbrauck) und Hemer (Ortsteil Landhausen), bereitgestellt durch BR Arnsberg am 07.03.2012

Für den Märkischen Kreis sind nach Auskunft des Kreises keine eindeutigen Grundwasserbelastungen aus ehemaligen Erzbergbaugebieten bekannt. Es sind lediglich lokal geogene, erzbergbaubedingte Schwermetallbelastungen im Stadtgebiet Iserlohn (Wassergewinnung "Krug von Nidda") und in Hemer-Deilinghofen vorhanden.

Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Die Verdachtspunkte im Märkischen Kreis wurden keiner näheren Analyse und Bewertung unterzogen, da beide Verdachtspunkte aktuell zur Trinkwasserversorgung genutzt werden und eine signifikante Gewässerbelastung demnach als unwahrscheinlich angesehen wird.

Die Stadtwerke Iserlohn betreiben das Zentrale Wasserwerk „Krug von Nidda“. Hier wird das in der ehemaligen Grube Nidda anfallende Wasser vollständig für die Trinkwassergewinnung genutzt und aufbereitet. Eine Ab- oder Überleitung in ein Oberflächengewässer erfolgt nicht, womit eine diesbezügliche Belastung mit Schwermetallen ausgeschlossen werden kann. Die massive Schwermetallbelastung an der GÜS-Messstelle 418602 (Caller Bach) kann nach den vorliegenden Unterlagen vielfältige Ursachen haben. Neben Betriebsflächen des Bergbaus kommen Betriebsflächen der weiter-

verarbeitenden Industrie sowie Verfüllungen ehemaliger Steinbrüche und eine erhöhte geogene Hintergrundbelastung in Betracht; hier ist zunächst eine Detailuntersuchung zur Erfassung der maßgeblichen Schwermetallquellen erforderlich.

5.8 Oberbergischer Kreis

Überblick Erzbezirke und Verdachtspunkte

Im Kreisgebiet des Oberbergischen Kreises liegen Teilbereiche des Bensberger Erzbezirks und des Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirks. Eine große Zahl an Verdachtspunkten liegt jedoch auch außerhalb abgegrenzter Erzbezirke. Die im Kreisgebiet des Oberbergischen Kreises für relevant erachteten Verdachtspunkte sind in der Tabelle 5-21 aufgelistet und in der Anlage 4.8 dargestellt.

Der überwiegende Teil der außerhalb eines hier ausgewiesenen Erzreviers gelegenen Verdachtspunkte liegt im Einzugsgebiet der Agger, im östlichen Anschluss des Bensberger Erzreviers. Die in diesem Bereich auftretenden Lagerstätten entsprechen genetisch denen des Bensberger Erzreviers; der Bereich wird auch als erzärmerer "Äußerer Bensberger Erzbezirk" bezeichnet. Die im nördlichen Kreisgebiet, im Einzugsgebiet der Wupper, gelegenen Gruben Carolinagrube und Grube Danielszug bauten auf Kupfererzen in devonischen Tonschiefern. Die Grube Danielszug war eine bedeutende Kupfererzgrube.

Tab. 5-21: Verdachtspunkte im Oberbergischen Kreis

Erzbezirk	Verdachtspunkt	ID	Wasser-gewinnung	betroffener Wasserkörper
Bensberger Erzbezirk	Grube Castor, Halden/Tiefer Stollen	OBK 3	–	DE_NRW_2728_0
	Grube Bliesenbach, Halden/Stollen	OBK 4	–	DE_NRW_272872_0
	Grube Silberkaule, Halden/Stollen	OBK5	–	DE_NRW_272872_0
Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirk	Grube Magdalena, Tiefer Magdalena Stollen	OBK 14	ja (stillgelegt)	DE_NRW_27238_7255
außerhalb Erzbezirk	Grube Danielszug (Kupfer), Halden/Stollen	OBK 1	–	DE_NRW_273614_0
	Carolinagrube, Tiefer Stollen	OBK 2	–	DE_NRW_2736_71895
	Grube Neu-Moresnet 4, Stollen	OBK 6	–	DE_NRW_27286_0
	Grube Alter Stollenberg, Tiefer Stollen	OBK 7	–	DE_NRW_27284_0
	Grube Bliebach – Erzwäsche, Halden	OBK 8	–	DE_NRW_272848_0
	Grube Bleihardt, Stollen	OBK 9	–	DE_NRW_2728_44322
	Grube Fahrenberg, Stollen	OBK 10	–	DE_NRW_27282_0
	Grube Heidberg, Tiefer Stollen	OBK 11	–	DE_NRW_27284_25705
	Grube Wildberg, Erbstollen	OBK 12	–	DE_NRW_27284_25705
	Grube Wildberg, Friedrich-Schmidt-Stollen	OBK 13	–	DE_NRW_27284_25705

Datenlage und Ausgangssituation

Für die Bewertung der Verdachtspunkte im Oberbergischen Kreis standen die in der Tabelle 5-22 aufgelisteten Daten zur Verfügung.

Tab. 5-22: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Oberbergischen Kreis

Erzbezirk	Informationsbasis
allgemein	– Schreiben des Oberbergischen Kreises vom 09.09.2011 bzgl. Datenbereitstellung durch die ARGE – Besprechung und Ortsbegehung beim Oberbergischen Kreis am 01.12.2011 und 31.01.2012 – Auszug aus dem Umweltbericht 1992 des Oberbergischen Kreises (Unterlagen/Analysen Grube Wildberg (übergeben vom Oberbergischen Kreis)) – CD mit Karten/Daten zu Geotopen, Bodendenkmälern und Halden (Unterlagen/Analysen Grube Wildberg (übergeben vom Oberbergischen Kreis)) – Erzgänge und Relikte des Metallbergbaus im Gebiet des Wupperverbandes (Gutachten ZUMBROICH 2009) inkl. GIS-Daten (übergeben vom Wupperverband)
Bensberger Erzbezirk	– Unterlagen/Analysen Grube Silberkaule (übergeben vom Oberbergischen Kreis beim Ortstermin am 31.01.2012) – Unterlagen/Analysen Grube Bliesenbach (übergeben vom Oberbergischen Kreis beim Ortstermin am 31.01.2012) – Gefährdungsabschätzung der Halde der ehemaligen Grube „Kastor“ in Engelskirchen (Gutachten BfU, 1994) – Gutachterliche Stellungnahme zur zukünftigen Nutzung der Halde der ehemaligen Grube „Kastor“ in Engelskirchen (Gutachten BfU, 1993) – Probenahme des LANUV am 27.02.2012
außerhalb Erzbezirk	– Unterlagen zu Cadmiumgehalten in der Hönnige (übergeben vom Oberbergischen Kreis beim Ortstermin am 31.01.2012) – Unterlagen/Analysen Grube Wildberg (übergeben vom Oberbergischen Kreis beim Ortstermin am 31.01.2012) – Unterlagen/Analysen Grube Heidberg (übergeben vom Oberbergischen Kreis beim Ortstermin am 31.01.2012)

Im Hinblick auf die Belastungssituation ist der Bensberger Erzbezirk im Oberbergischen Kreis eindeutig der bedeutsamste. Betroffen ist hier durch Schwermetalleinträge in erster Linie der Wasserkörper Loopebach.

Für die Belastungen im Bensberger Erzbezirk resultierend aus den Schwermetallausträgen der Gruben Silberkaule und Bliesenbach liegen ältere Analysenergebnisse vor, die jedoch aufgrund mangelnder Abflusswerte und/oder uneindeutiger Verortungen für eine Gesamtbetrachtung der in diesem Bereich eingetragenen Frachten nicht genutzt werden können. Aus diesem Grund wurde veranlasst, dass im Februar 2012 weitere Proben durch das LANUV genommen wurden.

Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Die Tabelle 5-23 enthält eine zusammenfassende Bewertung der Verdachtspunkte im Oberbergischen Kreis.

Tab. 5-23: Bewertung der Verdachtspunkte im Oberbergischen Kreis

Verdachtspunkt	Beeinträchtigung Zustand Chemie		Beeinträchtigung Zustand Ökochemie		Fracht		räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Gesamtbewertung
	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	
Grube Castor, Halden/ Tiefer Stollen	nein	0	möglich	4	mittel	4	regional	2	möglich	1	**11**
Grube Bliesenbach, Halden/ Stollen	ja	8	möglich	4	mittel	4	regional	2	möglich	1	**19**
Grube Silberkaule, Halden/ Stollen	ja	8	möglich	4	gering	2	regional	2	möglich	1	**17**
Grube Danielszug (Kupfer), Halden/ Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**
Carolinagrube, Tiefer Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**
Grube Neu-Moresnet 4, Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**
Grube Alter Stollenberg, Tiefer Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**
Grube Bliebach – Erzwäsche, Halden	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**
Grube Bleihardt, Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**
Grube Fahrenberg, Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**
Grube Heidberg, Tiefer Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**

Verdachts-punkt	Beeinträchti-gung Zustand Chemie		Beeinträchti-gung Zustand Ökochemie		Fracht		räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Gesamt-bewer-tung
	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	
Grube Wildberg, Erbstollen	nein	0	nein	0	unbe-kannt	–	unbe-deu-tend	0	nicht bewertet	–	**0**
Grube Wild-berg, Fried-rich-Schmidt-Stollen	nein	0	nein	0	unbe-kannt	–	unbe-deu-tend	0	nicht bewertet	–	**0**

Bensberger Erzbezirk

Die Entwässerung der **Grube Castor, Halden/Tiefer Stollen (OBK 3)** erfolgt unmittelbar in die Agger (Wasserkörper DE_NRW_2728_0), deren chemischer Zustand in diesem Bereich als „nicht gut“ bewertet wird. Der ökologische Zustand ist unbefriedigend, u. a. aufgrund von Zink-Belastungen im Rahmen der Bewertung Ökochemie (Anmerkung: Über die Vorbelastung der Agger insbesondere auch aus dem Loopebach (siehe unten) liegen keine Informationen vor).

Hinsichtlich der Schwermetalleinträge aus der Grube Castor ist zu differenzieren zwischen dem Ablauf des Tiefen Stollens, der gerichtet in die Agger abgeleitet wird, und den eher diffusen Zutritten aus den Haldenbereichen in die Agger. In der Gefährdungsabschätzung für die Halde der ehemaligen Grube „Kastor“ (BfU 1994) werden Gewässeranalysen der Agger durch den Oberbergischen Kreis durchgeführt, und ober- und unterhalb der Grube Castor dokumentiert. Zwischen den beiden Messpunkten steigt der Zinkgehalt von 0,25 auf 0,27 mg/l, der Bleigehalt von 0,1 auf 0,11 mg/l und der Kupfergehalt von 0,05 auf 0,07 mg/l. Unter Annahme eines mittleren Abflusses der Agger in diesem Bereich von rd. 6.000 l/s (Mitteilung Oberbergischer Kreis) können grob Frachten von rd. 3,8 t/a Zink, 1,9 t/a Blei und 3,8 t/a Kupfer abgeschätzt werden. Zumindest eine Beeinträchtigung des ökochemischen Zustands der Agger durch die Belastungen aus der Grube Castor wird damit als möglich angesehen.

Die Verdachtspunkte **Grube Bliesenbach, Halden/Stollen (OBK 4)** und **Grube Silberkaule, Halden/Stollen (OBK 5)** liegen im Wasserkörper DE_NRW_272872_0 (Loopebach). Dieser Wasserkörper weist einen guten ökologischen Zustand auf; aber der chemische Zustand wird als „nicht gut“ bewertet. Die Bewertung Ökochemie zeigt Auffälligkeiten für Zink.

Für die Grube Bliesenbach liegen Analysendaten aus älteren Untersuchungen für unterschiedliche Probenahmepunkte vor, die eine Abschätzung des Frachteintrags erlauben. Bei einem abgeschätzten Abfluss im Loopebach von 36 l/s (abgeleitet aus der Größe des Einzugsgebietes (ca. 12 km²) und

einem Niedrigwasserabfluss von 3 l/s/km²) ergeben sich Frachten von ca. 1 t/a Zink, 2 kg/a Cadmium, 0,3 kg/a Arsen und 0,6 kg/a Blei.

Für die Grube Silberkaule wurden auf Basis der Analysenergebnisse des LANUV im Februar 2012 und abgeschätzten Abflüssen von 10 l/s am Probenahmepunkt OBK 5/1 und 25 l/s am Probenahmepunkt OBK 5/2 Frachten von 150 kg/a Zink, 0,5 kg/a Cadmium, 1,5 kg/a Arsen und 10 kg/a Blei abgeschätzt. Insbesondere für die Grube Silberbach ist jedoch anzumerken, dass durch die unbedeckten Halden, an deren Fuß der Heckbach bzw. Loopebach unmittelbar entlangfließt, der Frachteintrag in das Gewässer sehr stark von den Niederschlagsverhältnissen abhängt und bei Starkregenereignissen mit wesentlich höheren Frachteinträgen zu rechnen ist.

Zwar sind absolut gesehen die Frachteinträge der Grube Bliesenbach nach den durchgeführten Abschätzungen höher als die der Grube Silberkaule, aber die Frachten der für den chemischen Zustand entscheidenden Parameter Blei und Cadmium sind wiederum für die Grube Silberkaule höher. Für die Defizite des chemischen Zustands sind somit beide Gruben in vergleichbarer Weise verantwortlich und beide Gruben tragen auch zu den Defiziten bei der Ökochemie (Zink) bei. Nur durch die absolut gesehen höheren Frachten erhält die Grube Bliesenbach eine etwas höhere Gesamtbewertung.

Kohlberg-Morsbacher Erzbezirk

Die **Grube Magdalena** wurde aufgrund der aktuellen Nutzung zur Wassergewinnung nicht näher betrachtet.

Außerhalb Erzbezirk

Außerhalb der abgegrenzten Erzbezirke existieren im Oberbergischen Kreis eine ganze Reihe potenzieller Verdachtspunkte. Die Bewertung dieser Verdachtspunkte begründet sich im Wesentlichen auf der Experteneinschätzung der Sachbearbeiter vor Ort und lässt sich im Einzelnen wie folgt zusammenfassen:

- **Grube Danielszug, Halden/Stollen (OBK 1)**: Die ausgewählten GÜS-Messstellen oberhalb und unterhalb des Verdachtspunktes sind von der Lage her aussagekräftig und zeigen keine wesentliche Erhöhung der Schwermetallgehalte an (Ausnahme: Kupfer). Nach Auskunft des Oberbergischen Kreises können Belastungen, die im Boden und Sediment nachgewiesen wurden, in der Wasserphase und auch in Fischen nicht nachvollzogen werden. Unterlagen, die vom Wupperverband bereitgestellt wurden, deuten darauf hin, dass eine Cadmium-Belastung der Hönnige bereits im Zustrom der Grube Danielszug vorliegt. Der Verdachtspunkt wird als dementsprechend nicht signifikant angesehen.

- **Carolinagrube, Tiefer Stollen (OBK 2)**: Die zur Verfügung stehenden GÜS-Messstellen sind von ihrer Lage her für diesen Verdachtspunkt nicht aussagekräftig. Nach Auskunft des Oberbergischen Kreises liegen jedoch keine Hinweise auf einen signifikanten Schwermetalleintrag vor, so dass auch dieser Verdachtspunkt als nicht signifikant angesehen werden kann.

- **Grube Neu-Moresnet 4, Stollen (OBK 6)** und **Grube Alter Stollenberg, Tiefer Stollen (OBK 7)**: Aktuelle Untersuchungen des Oberbergischen Kreises zeigen für diese Verdachtspunkte keine Auffälligkeiten in der beprobten Wasserphase im Abstrom. Die Verdachtspunkte werden aus diesem Grund als nicht signifikant angesehen.

- **Grube Bliebach – Erzwäsche, Halden (OBK 8)**: Die ausgewählten GÜS-Messstellen oberhalb und unterhalb des Verdachtspunktes sind von der Lage her aussagekräftig und zeigen keine wesentliche Erhöhung der Schwermetallgehalte an (Ausnahme: Zink). Hinweise auf eine relevante Belastung der Gewässer liegen nicht vor; der Verdachtspunkt wird als nicht signifikant angesehen.

- **Grube Bleihardt, Stollen (OBK 9)**: Aktuelle Untersuchungen des Oberbergischen Kreises im Abstrom der Grube Bleihardt zeigen keine Auffälligkeiten für Schwermetalle in der Wasserphase, was sich mit den Ergebnissen an der zugeordneten GÜS-Messstelle 203105 deckt. Der Verdachtspunkt wird aus diesem Grund als nicht signifikant angesehen.

- **Grube Fahrenberg, Stollen (OBK 10)**: Die ausgewählten GÜS-Messstellen oberhalb und unterhalb des Verdachtspunktes sind von der Lage her aussagekräftig und zeigen keine wesentliche Erhöhung der Schwermetallgehalte an. Da es auch von Seiten des Oberbergischen Kreises keine Hinweise auf eine relevante Belastung gibt, wird der Verdachtspunkt als nicht signifikant angesehen.

- **Grube Heidberg, Tiefer Stollen (OBK 11)**: Die GÜS-Messstelle 206301 im Unterstrom der Grube Heidberg zeigt nur eine sehr geringe Belastung mit Zink. Aktuelle Untersuchungen des Oberbergischen Kreises zeigen, dass die Schwermetallbelastung insgesamt gering ist. Für den Parameter Zink liegen die Differenzen zwischen Oberstrom und Unterstrom bei max. 0,02 mg/l, mit einer abnehmenden Tendenz in den letzten Jahren. Der Verdachtspunkt wird aus diesem Grund als nicht signifikant angesehen.

- **Grube Wildberg, Erbstollen (OBK 12)** und **Grube Wildberg, Friedrich-Schmidt-Stollen (OBK 13)**: Nach Auskunft des Oberbergischen Kreises ist der Bereich der Grube Wildberg ein Schwerpunkt der Sedimentbelastung im Kreisgebiet. Im Rahmen einer Begehung am 15.11.2011 wurde im Bereich des Erbstollens (OBK 12) in der Bachstraße ein Rohrzulauf (rd. 3 l/s) in ein dem Wildberger Bach zulaufendes Gerinne festgestellt; unterhalb des Zulaufs war das Gerinnebett bis zum

Wildberger Bach durch Eisenausfällungen intensiv ocker verfärbt. Aktuelle Untersuchungen zeigen hier jedoch keine Schwermetallauffälligkeiten in der Wasserphase, was sich mit den Ergebnissen an der GÜS-Messstelle 206301 deckt. Beide Verdachtspunkte werden aus diesem Grund im Hinblick auf eine potenzielle Gewässerbelastung als nicht signifikant angesehen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass außerhalb der abgegrenzten Erzreviere im Oberbergischen Kreis keine für die Gewässerbelastung signifikanten Verdachtspunkte ausgewiesen werden.

5.9 Rheinisch-Bergischer Kreis

Überblick Erzbezirke und Verdachtspunkte

Im Kreisgebiet des Rheinisch-Bergischen Kreises liegt im Wesentlichen der Bensberger Erzbezirk. Die für relevant erachteten Verdachtspunkte sind in der Tabelle 5-24 aufgelistet und in der Anlage 4.9 dargestellt.

Tab. 5-24: Verdachtspunkte im Rheinisch-Bergischen Kreis

Erzbezirk	Verdachtspunkt	ID	Wasser-gewinnung	betroffener Wasserkörper
Bensberger Erzbezirk	Grube Washington, Tiefer Stollen	GL 1	–	DE_NRW_2728854_0
	Grube Blücher, Blücherstollen	GL 2	–	DE_NRW_273568_7124
	Grube Blücher, Halden/Klärteiche	GL 3	–	DE_NRW_273568_7124
	Grube Blücher, Stollen	GL 4	–	DE_NRW_273568_7124
	Grube Jungfrau, Stollen	GL 5	–	DE_NRW_273566_2300
	Grube Weiß, Sandhalden/Stollen	GL 6	–	DE_NRW_27288_10626
	Grube Berzelius, Stollen/Halde	GL 7	–	DE_NRW_27288_10626
	Grube Ehrenfeld, Tiefer Stollen	GL 8	–	DE_NRW_27288_10626
	Grube Apfel, Tiefer Stollen	GL 9	–	DE_NRW_27288_10626
	Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen	GL 10	–	DE_NRW_27288_10626
	Grube Lüderich, Grünewaldteiche	GL 11	–	DE_NRW_27288_10626
	Grube Idria (Quecksilber-Abbau), Halden/Stollen	GL 12	–	DE_NRW_273566_2300
	Grube Lüderich, Auguststollen	GL 13	–	DE_NRW_27288_10626
	Grube Grünewald, Tiefer Stollen	GL 14	–	DE_NRW_27288_10626

Datenlage und Ausgangssituation

Folgende in der Tabelle 5-25 aufgelistete Daten standen für die Bewertung der Verdachtspunkte im Rheinisch-Bergischen Kreis zur Verfügung.

Tab. 5-25: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Rheinisch-Bergischen Kreis

Erzbezirk	Informationsbasis
allgemein	– Schreiben des Rheinisch-Bergischen Kreises vom 27.10.2011 bzgl. Datenbereitstellung durch die ARGE inkl. einer Datei „Übersicht Verdachtspunkte“ – Besprechung und Ortsbegehung beim Rheinisch-Bergischen Kreis am 21.12.2011
Bensberger Erzbezirk	– Gutachten zur Gefährdungsabschätzung für den Klärteich Grünewald der Altenberg Zink GmbH, Essen (HTP/ahu 1997) (übergeben vom Rheinisch-Bergischen Kreis) – Vermerk des Rheinisch-Bergischen Kreises zu den vorliegenden Erkenntnissen bzgl. Belastungsquellen des Erzbergbaus vom 29.12.2011 – Analysenergebnisse Grünewaldteich und Neuer Lüderichstollen Jan./Feb. 2012 (übergeben vom Rheinisch-Bergischen Kreis) – Probenahme des LANUV am 27.02.2012

Zu vielen der von der ARGE für das Kreisgebiet recherchierten und dargestellten Stollenmundlöcher liegen der Unteren Umweltschutzbehörde des Rheinisch-Bergischen Kreises derzeit keine näheren Erkenntnisse vor. Deswegen hat der Rheinisch-Bergische Kreis mehrere Diplom- und Masterarbeiten initiiert, die eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Stollenmundlöcher zum Ziel haben und die aktuell noch laufen.

Im Rahmen dieser Arbeiten wurden auch Probenahmen im Bereich der Verdachtspunkte GL 2 – 4 und GL 7 – 9 durchgeführt (Lageplan siehe Anlage 4.9b). Aufgrund der Ergebnisse der Besprechung mit dem Rheinisch-Bergischen Kreis und den Bearbeitern der Diplom-/Masterarbeiten am 21.12.2012 ist die ARGE davon ausgegangen, dass bis Ende März zumindest die entsprechenden Analysendaten vorliegen, so dass sie im Rahmen des vorliegenden Projektberichts mit ausgewertet werden können. Aus diesem Grund wurde an den genannten Punkten keine zusätzliche Probenahme durch das LANUV veranlasst.

Trotz mehrmaliger Nachfrage des Rheinisch-Bergischen Kreises bei den bearbeitenden Universitäten lagen bis Mitte April 2012 noch keine abschließenden Analysenergebnisse vor, so dass die nachfolgende Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte auf Grundlage der vorläufigen Ergebnisse in Verbindung mit den übrigen zur Verfügung stehenden Daten erfolgen

muss. Die ARGE empfiehlt nach Vorlage der Ergebnisse der o. g. Diplom- und Masterarbeiten eine Revision und Überprüfung der Bewertung insbesondere für diese Verdachtspunkte.

Insbesondere für die Grube Lüderich (inkl. Grünewaldteiche) liegen bereits umfangreiche Vorarbeiten vor, auf die im Rahmen der vorliegenden Auswertungen zurückgegriffen wurde.

Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Die Tabelle 5-26 enthält eine zusammenfassende Bewertung der Verdachtspunkte im Rheinisch-Bergischen Kreis.

Tab. 5-26: Bewertung der Verdachtspunkte im Rheinisch-Bergischen Kreis

Verdachtspunkt	Beeinträchtigung Zustand Chemie		Beeinträchtigung Zustand Ökochemie		Fracht		räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Gesamtbewertung
	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	
Grube Washington, Tiefer Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**1**
Grube Blücher, Blücherstollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	lokal	1	möglich	1	**2**
Grube Blücher, Halden/ Klärteiche	nein	0	nein	0	unbekannt	–	lokal	1	möglich	1	**2**
Grube Blücher, Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	lokal	1	möglich	1	**2**
Grube Jungfrau, Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**1**
Grube Weiß, Sandhalden/Stollen	möglich	4	möglich	4	mittel	4	regional	2	möglich	1	**15**
Grube Berzelius, Stollen/Halde	nein	0	möglich	4	unbekannt	–	regional	2	möglich	1	**7**
Grube Ehrenfeld, Tiefer Stollen	nein	0	möglich	4	unbekannt	–	regional	2	möglich	1	**7**
Grube Apfel, Tiefer Stollen	nein	0	möglich	4	unbekannt	–	regional	2	möglich	1	**7**
Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen	ja	8	ja	8	hoch	6	großräumig	3	möglich	1	**26**

Verdachts-punkt	Beeinträchti-gung Zustand Chemie		Beeinträchti-gung Zustand Ökochemie		Fracht		räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Gesamt-bewer-tung
	Bewer-tung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewer-tung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	
Grube Lüde-rich, Grüne-waldteiche	ja	8	ja	8	mittel	4	groß-räumig	3	möglich	1	**24**
Grube Idria (Quecksil-ber-Abbau), Halden/ Stollen	nein	0	nein	0	unbe-kannt	–	lokal	1	nicht be-wertet	–	**1**
Grube Lüde-rich, August-stollen	nein	0	möglich	4	gering	2	lokal	1	nicht be-wertet	–	**7**
Grube Grünewald, Tiefer Stollen	nein	0	nein	0	gering	2	lokal	1	möglich	1	**4**

Verdachtspunkte an der Sülz und ihren Nebengewässern

Eine Vielzahl an Verdachtspunkten im Rheinisch-Bergischen Kreis liegt im Wasserkörper DE_NRW_27288_10626 (Sülz, Rösrath bis Overath). Dies betrifft Grube Weiß (GL 6) am Eschbach sowie die Verdachtspunkte Grube Berzelius (GL 7), Grube Ehrenfeld (GL 8), Grube Apfel (GL 9) am Volbach und die Grube Lüderich (GL 10, GL 11, GL 13) sowie die Grube Grünewald (GL 14) unmittelbar an der Sülz bzw. kleineren Zuflüssen.

Während die Sülz im Oberlauf einen guten chemischen Zustand aufweist, wird der chemische Zustand des betroffenen Wasserkörpers DE_NRW_27288_10626 mit „nicht gut“ bewertet. Die gesamte Sülz zeigt einen nur mäßigen ökologischen Zustand, wobei der Wasserkörper DE_NRW_27288_10626 bei der Ökochemie eine relevante Zink-Belastung aufweist.

Für den Verdachtspunkt **Grube Weiß, Sandhalden/Stollen (GL 6)** ist das lokale Abflussmodell nach Auskunft des Rheinisch-Bergischen Kreises nicht eindeutig, da sich verschiedene Einflüsse wie Gewerbe, Autobahn, Altdeponie und Altbergbau überlagern. Eine signifikante Belastung des Eschbachs aus dem Altbergbau kann nach Auskunft des Rheinisch-Bergischen Kreises jedoch angenommen werden. Die Analysenergebnisse des LANUV aus Februar 2012 zeigen massive Belastungen des Eschbachs mit Cadmium, Nickel, Zink, Kobalt und Silber (Anhang 4.3). Da keine Abflusswerte für den Eschbach vorliegen, konnten keine Frachten quantifiziert werden; aufgrund der sehr hohen Konzentrationen für die o. g. Stoffe wird jedoch im Rahmen der vorliegenden Signifikanzbewertung eine mittlere Fracht (1 – 10 t/a) angenommen.

Aufgrund der vorliegenden Analysenergebnisse wird eine negative Beeinträchtigung des chemischen und ökochemischen Zustands durch Belastungen aus dem Bereich der Grube Weiß als möglich angesehen.

Im Bereich des Volbach-Tals liegen die Verdachtspunkte **Grube Berzelius, Stollen/Halden** (GL 7), **Grube Ehrenfeld, Tiefer Stollen** (GL 8) und **Grube Apfel, Tiefer Stollen (GL 9)**. Der Volbach ist ein Zufluss der Sülz (Oberflächenwasserkörper DE_NRW_27288_10626). Der chemische Zustand des Wasserkörpers DE_NRW_27288_10626 wurde als nicht gut und der ökologische Zustand als mäßig bewertet. Die Auswertungen zur Ökochemie ergaben Auffälligkeiten für Zink. Die entsprechende GÜS-Messstelle 211606 liegt aber relativ weit im Unterstrom an der Sülz.

Nach Angabe des Rheinisch-Bergischen Kreises reichen die Halden der genannten Bergwerke teilweise bis an die Gewässer heran, so dass neben dem Eintrag über Sickerwässer insbesondere auch mit dem Eintrag schwermetallhaltiger Feststoffe über Erosion in die Gewässer zu rechnen ist. Analysenergebnisse des Rheinisch-Bergischen Kreises am Volbach (Zustrom und Abstrom) deuten insbesondere auch auf einen deutlichen Eintrag von Zink im Bereich der Halden hin. Nachteilige Auswirkungen auf die Gewässer sind demnach nach Ansicht des Rheinisch-Bergischen Kreises offensichtlich, es fehlen jedoch noch belastbare Daten zum tatsächlichen Frachteintrag. Dies wird auch durch die vorläufigen Analysenergebnisse der angesprochenen Diplom- und Masterarbeiten bestätigt. (Mündliche Mitteilung des Rheinisch-Bergischen Kreises. Die angesprochenen Diplom- und Masterarbeiten lagen bis Redaktionsschluss nicht vor.)

Auf Grundlage der vorliegenden Informationen kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Schwermetalleintrag über die o. g. Verdachtspunkte einen negativen Einfluss auf den ökologischen Zustand des betroffenen Wasserkörpers der Sülz hat. Dies wurde bei der Bewertung der Signifikanz entsprechend berücksichtigt. Nach Vorlage der abschließenden Auswertung und Bewertung im Rahmen der Diplom- und Masterarbeiten sollte die Signifikanzbewertung überprüft werden.

Für die Grube Lüderich wurden die Verdachtspunkte Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen (GL 10), Grube Lüderich, Grünewaldteiche (GL 11) und Grube Lüderich, Auguststollen (GL 13) identifiziert. Hinzu kommt in diesem Bereich noch der Verdachtspunkt Grube Grünewald, Tiefer Stollen (GL 14), der ebenfalls in die Sülz entwässert. Für alle genannten Verdachtspunkte liegen Untersuchungsergebnisse vor, die folgende Bewertung der Signifikanz im Hinblick auf die Gewässerbelastung erlauben:

– Für den Verdachtspunkt **Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen (GL 10)** liegen aktuelle Analysendaten des Rheinisch-Bergischen Kreises vor, die sehr hohe Konzentrationen an Blei, Cadmium, Nickel, Zink und Kobalt anzeigen. Unter Annahme eines Abflusses von 22 l/s (aus 2010, Mitteilung des Rheinisch-Bergischen Kreises) ergeben sich damit u. a. Frachten von 13,2 t/a Zink, 222 kg/a Arsen, 250 kg/a Kobalt und

400 kg/a Nickel. Auf Grundlage der Analysenergebnisse wird im Rahmen der Signifikanzbewertung davon ausgegangen, dass die Schwermetallbelastung aus dem Neuen Lüderichstollen massiv zur chemischen und ökochemischen Belastung der Sülz beiträgt.

- Für den Verdachtspunkt **Grube Lüderich, Grünewaldteiche** (GL 11) liegen aus einer Gefährdungsabschätzung aus 1997 (HTP/ahu, 1997) detaillierte Informationen zu Abflussmengen und Belastungen vor. Weitere Analysen aus den Jahren 2008 bis 2011 wurden vom Rheinisch-Bergischen Kreis zur Verfügung gestellt. Unter Ansatz der mittleren Abflusswerte aus der Gefährdungsabschätzung 1997 ergeben sich für den Ablauf der Grünewaldteiche Frachten von ca. 6 bis 9 t/a Zink, 90 kg/a Nickel, 10 kg/a Arsen und 6,5 kg/a Cadmium. Der Austrag aus den Grünewaldteichen liegt somit von der Gesamtfracht her zwar etwas unter dem Austrag aus dem Neuen Lüderichstollen, kann aber trotzdem im Hinblick auf die Beeinträchtigung des chemischen und ökochemischen Zustands der Sülz als signifikant angesehen werden.

- Unterhalb der Grünewaldteiche liegt der Verdachtspunkt **Grube Grünewald, Tiefer Stollen (GL 14)**, der über einen Graben unmittelbar in die Sülz entwässert. Beprobungen des Stollenwassers aus 2012 zeigen mit ca. 0,15 t/a Zink, 6 kg/a Arsen und ca. 9 kg/a Nickel deutlich geringere Frachteinträge in die Sülz als aus den Grünewaldteichen. Im Hinblick auf eine relevante Beeinträchtigung des chemischen und ökochemischen Zustands der Sülz wird der Eintrag aus dem Tiefen Stollen der Grube Grünewald – gerade im Vergleich mit den sehr hohen Einträgen aus dem Neuen Lüderichstollen und Grünewaldteichen – als nicht signifikant angesehen.

- Der Verdachtspunkt **Grube Lüderich, Auguststollen (GL 13)** führt nicht ständig Wasser. Nach Angaben des Rheinisch-Bergischen Kreises liegt die Zinkkonzentration im Stollenwasser bei bis zu 3,3 mg/l. Unter Berücksichtigung eines Abflusses von max. 10 l/s und der Tatsache, dass der Stollen nicht ganzjährig Wasser führt, ergibt sich eine Zinkfracht von < 1 t/a, die im Rahmen der vorliegenden Signifikanzbetrachtung als „gering“ eingestuft wird. Eine negative Beeinflussung der Ökochemie in der Sülz kann nach derzeitigem Kenntnisstand nicht ausgeschlossen werden.

Verdachtspunkte an anderen Gewässern

Der Verdachtspunkt **Grube Washington, Tiefer Stollen** (GL 1) liegt im Wasserkörper DE_NRW_2728854_0 (Dürschbach, Overath bis Keller), der einen guten chemischen, aber unbefriedigenden ökologischen Zustand aufweist. Die Bewertung Ökochemie ergab keine Auffälligkeiten für Schwermetalle.

Nach Auskunft des Rheinisch-Bergischen Kreises überlagern sich in dem Bereich der Grube Washington die Einflüsse des Bergbaus und einer stillgelegten Deponie; es besteht kein direkter Handlungsbedarf. Welche Quelle für die Zinkbelastung an der GÜS-Messstelle 210924 hier entscheidend ist, kann derzeit nicht beurteilt werden. Da die Bewertung Ökochemie für den betroffenen Wasserkörper keine Hinweise auf erhöhte Schwermetallgehalte enthält, wird der Verdachtspunkt Grube Washington als nicht signifikant angesehen.

Die den Verdachtspunkten **Grube Blücher (GL 2 bis 4)** zugeordnete GÜS-Messstelle 225708 liegt sehr weit im Unterstrom und ist deswegen nur beschränkt für die Auswertung zu verwenden. Im Rahmen der durch den Rheinisch-Bergischen Kreis initiierten Diplom-/Masterarbeiten wurden Probenahmen im unmittelbaren Abstrom der Verdachtspunkte durchgeführt. Nach den vorläufigen Ergebnissen dieser Beprobung wurden an den Verdachtspunkten GL 2 und GL 4 keine Belastungen mit Cadmium, Blei oder Nickel, jedoch erhöhte Zink-Gehalte festgestellt. Nach den vorliegenden Informationen für die Verdachtspunkte im Bereich der Grube Blücher liegen trotzdem keine belastbaren Hinweise für eine signifikante Beeinträchtigung des chemischen und/oder ökologischen Zustands durch Schwermetalleinträge aus dem Bereich der Grube Blücher vor. Auch die Bewertungen zur Ökochemie für den betroffenen Wasserkörper enthalten keine Hinweise auf signifikante Schwermetallgehalte.

Die Verdachtspunkte **Grube Jungfrau, Stollen (GL 5)** und **Grube Idria, Halden/Stollen** (GL 12) liegen im Wasserkörper DE-NRW_273566_2300 (Frankenforstbach, Bensberg). Der Wasserkörper weist einen guten chemischen und einen mäßigen ökologischen Zustand auf. Die Bewertungen zur Ökochemie enthalten keine Hinweise auf signifikante Schwermetallgehalte.

Geringfügige Belastungen im Bereich der Grube Jungfrau sind dem Rheinisch-Bergischen Kreis bekannt (Mitteilung vom 27.10.2011), stellen im Sinne des vorliegenden Gutachtens aber keine signifikante Belastungsquelle dar. Auch die GÜS-Messstelle 223600 zeigt nur gering erhöhte Schwermetallgehalte. Nach den Hinweisen der ARGE hat der Rheinisch-Bergische Kreis Untersuchungen (Sediment- und Wasseranalysen) im Bereich der Grube Idria durchgeführt mit dem Ergebnis, dass durch die Grube Idria keine Gewässerbeeinflussung zu besorgen ist. Beide Verdachtspunkte werden im Hinblick auf eine Gewässerbelastung mit Schwermetallen im vorliegenden Gutachten aus den genannten Gründen als nicht signifikant angesehen.

5.10 Rhein-Sieg-Kreis

Überblick Erzbezirke und Verdachtspunkte

Im Kreisgebiet des Rhein-Sieg-Kreises liegen Teilbereiche des Bensberger Erzbezirks, des Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirks und des Osteifeler Blei-Zink-Erzbezirks. Weitere Verdachtspunkte befinden sich außerhalb der abgegrenzten Erzbezirke. Die für relevant erachteten Verdachtspunkte sind in der Tabelle 5-27 aufgelistet und in der Anlage 4.10 dargestellt. Die Gruben Ziethen und Carl-Josef bauten auf Blei-Zink-Kupfer-Vererzungen im südlichen Umfeld des Bensberger Erzreviers.

Tab. 5-27: Verdachtspunkte im Rhein-Sieg-Kreis

Erzbezirk	Verdachtspunkt	ID	Wasser-gewinnung	betroffener Wasserkörper
Bensberger Erzbezirk	Grube Aurora, Halden/Stollen	SU 1	–	DE_NRW_27274_7448
	Grube Nikolaus-Phönix, Stollenmundloch	SU 2	–	DE_NRW_27274_7448
	Grube Penny, Tiefer Stollen	SU 3	–	DE_NRW_272878_0
Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirk	Grube Silberhardt, Tiefer Stollen	SU 4	–	DE_NRW_272_23633
Osteifeler Blei-Zink-Erzbezirk	Grube Emma-Carolina, Stollen	SU 5	–	DE_NRW_27424_3500
	Grube Laura und Phillipine, Betriebsgelände/Halden	SU 6	–	DE_NRW_27194_1188
	Grube Laura, Stollen	SU 7	–	DE_NRW_27194_1188
	Grube Phillipine, Stollen	SU 8	–	DE_NRW_27194_1188
außerhalb Erzbezirk	Grube Carl-Josef, Arnoldstollen	SU 9	–	DE_NRW_272_23633
	Grube Ziethen, Weingartsgassenstollen	SU 10	–	DE_NRW_272_0

Datenlage und Ausgangssituation

Die in Tabelle 5-28 aufgeführten Daten standen für die Bewertung der Verdachtspunkte im Rhein-Sieg-Kreis zur Verfügung.

Tab. 5-28: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Rhein-Sieg-Kreis

Erzbezirk	Informationsbasis
allgemein	– Schreiben des Rhein-Sieg-Kreises vom 16.09.2011 bzgl. Datenbereitstellung durch die ARGE – Ortsbegehung im Rhein-Sieg-Kreis am 31.01.2012
Bensberger Erzbezirk	– Probenahme des LANUV am 27.02.2012

Defizite beim chemischen Zustand weist im Rhein-Sieg-Kreis nur der Wasserkörper DE_NRW_272_23633 (Sieg) auf, in dem die Verdachtspunkte SU 4 und SU 9 liegen. Hauptbelastungsparameter sind im Rhein-Sieg-Kreis Cadmium und Zink sowie Kupfer.

Von Seiten des Rhein-Sieg-Kreises liegen keine weiteren Informationen zu den aufgezeigten Verdachtspunkten vor. Aufgrund der Erkenntnisse bei der Ortsbegehung am 31.01.2012 wurde veranlasst, dass das LANUV am Stollenauslauf der Grube Penny eine zusätzliche Probe nimmt.

Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Die Tabelle 5-29 enthält eine zusammenfassende Bewertung der Verdachtspunkte im Rhein-Sieg-Kreis.

Tab. 5-29: Bewertung der Verdachtspunkte im Rhein-Sieg-Kreis

Verdachtspunkt	Beeinträchtigung Zustand Chemie		Beeinträchtigung Zustand Ökochemie		Fracht		räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Gesamtbewertung
	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	
Grube Aurora, Halden/Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**
Grube Nikolaus-Phönix, Stollenmundloch	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**
Grube Penny, Tiefer Stollen	nein	0	nein	0	unbedeutend	0	lokal	1	nicht bewertet	–	**1**
Grube Silberhardt, Tiefer Stollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**1**
Grube Emma-Carolina, Stollen	nein	0	möglich	4	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**5**
Grube Laura und Phillipine, Betriebsgelände/Halden	nein	0	möglich	4	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**5**
Grube Laura, Stollen	nein	0	möglich	4	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**5**
Grube Phillipine, Stollen	nein	0	möglich	4	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**5**
Grube Carl-Josef, Arnoldstollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**1**
Grube Ziethen, Weingartsgassenstollen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**1**

Bensberger Erzbezirk

Im Bensberger Erzbezirk liegen die **Verdachtspunkte Grube Aurora, Halden/Stollen (SU 1)** und **Grube Nikolaus-Phönix, Stollenmundloch (SU 2)** im Wasserkörper DE_NRW_27274_7448 (Wahnbach, Neunkirchen-Seelscheid bis Much), der einen guten chemischen und unbefriedigenden ökologischen Zustand aufweist. Die Bewertung Ökochemie zeigt Auffälligkeiten für Zink.

Unterhalb der genannten Verdachtspunkte zeigen die GÜS-Messstellen nur sehr geringe Schwermetallgehalte und auch nur leicht erhöhte Zink-Werte. Bei dem Ortstermin am 31.01.2012 konnten an keinem Verdachtspunkt signifikante Wasseraustritte gefunden werden. Beide Verdachtspunkte werden aus diesem Grund im Hinblick auf eine negative Beeinträchtigung der Ökochemie im Wasserkörper DE_NRW_27274_7448 als nicht signifikant angesehen.

Der Verdachtspunkt **Grube Penny, Tiefer Stollen (SU 3)** liegt im Wasserkörper DE_NRW_272878_0 (Naafbach). Der Wasserkörper ist in einem guten chemischen und unbefriedigenden ökologischen Zustand. Der Bewertung Ökochemie sind keine Auffälligkeiten für Schwermetalle zu entnehmen.

Die nächste GÜS-Messstelle liegt weit unterhalb des Stollenmundlochs und zeigt nur eine schwache Belastung. Im Februar 2012 wurde eine Probenahme durch das LANUV veranlasst. Unter Berücksichtigung der Analysenergebnisse des LANUV und eines geschätzten Abflusses in Höhe von max. rd. 4 l/s (geschätzter Abfluss am 31.01.2012 ca. 2 l/s (nach Schwemmfächer max. Abfluss bis zu 4 l/s)) ergibt sich eine Fracht von insgesamt wenigen Kilogramm, die als unbedeutend angesehen werden kann. Durch den Verdachtspunkt Grube Penny ergeben sich somit allenfalls lokale Auswirkungen.

Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirk

Der Verdachtspunkt **Grube Silberhardt, Tiefer Stollen (SU 4)** liegt am Rosbach, der in die Sieg entwässert. Die GÜS-Messstellen zeigen hier zwischen Oberstrom und Unterstrom keine nennenswerte Konzentrationserhöhung für die betrachteten Schwermetalle. Die potenziellen Belastungen aus der Grube Silberhardt werden somit als allenfalls lokal wirksam eingeschätzt.

Osteifeler Blei-Zink-Erzbezirk

Der Verdachtspunkt **Grube Emma-Carolina, Stollen** (SU5) liegt im Wasserkörper DE_NRW_27424_3500 (Eulenbach, Rheinbach bis Todenfeld), der einen guten chemischen, aber schlechten ökologischen Zustand aufweist. Die Bewertung Ökochemie zeigt Belastungen mit Arsen und Zink an.

Für die genannten Parameter zeigen die zugeordneten GÜS-Messstellen keine Auffälligkeiten. Auch die im weiteren Unterlauf des Eulenbachs (vor Einmündung in den Swistbach) noch vorhandene Messstelle 262500 zeigt keine Auffälligkeiten. Inwieweit der Schwermetallaustrag aus der Grube Emma-Carolina für den schlechten ökologischen Zustand verantwortlich ist, kann derzeit nicht entschieden werden.

Im Wasserkörper DE_NRW_27194_1188 (Mehlemer Bach, Bonn bis Werthhoven) liegen die Verdachtspunkte **Gruben Laura und Phillipine, Betriebsgelände/Halden (SU 6)**, **Grube Laura, Stollen (SU 7)** und **Grube Phillipine, Stollen (SU 8)**. Der betroffene Wasserkörper ist in einem guten chemischen und unbefriedigenden ökologischen Zustand und zeigt im Hinblick auf die Ökochemie Auffälligkeiten für den Parameter Zink.

Die GÜS-Messstelle 250405 im Unterstrom der genannten Verdachtspunkte zeigt gegenüber der Oberstrom-Messstelle 250144 nur sehr geringfügig erhöhte Schwermetallgehalte mit Zink-Werten deutlich unter 100 µg/l. Negative Auswirkungen der genannten Verdachtspunkte auf den ökochemischen Zustand können nicht ausgeschlossen werden, sind aber nach derzeitigem Kenntnisstand allenfalls lokal.

Außerhalb Erzbezirk

Außerhalb der abgegrenzten Erzbezirke liegen im Rhein-Sieg-Kreis noch die Verdachtspunkte Grube Carl-Josef und Grube Ziethen, die beide entweder unmittelbar oder über ein Seitengewässer an der Sieg liegen.

Für den Verdachtspunkt **Grube Carl-Josef, Arnoldstollen (SU 9)** kann an den Messstellen im Ober- und Unterstrom der Sieg keine nennenswerte Erhöhung der Schwermetallgehalte festgestellt werden. Entsprechend sind die Auswirkungen der Grube Carl-Josef im Hinblick auf Schwermetalleinträge in Gewässer allenfalls als lokal anzusehen.

Im Bereich des Verdachtspunktes der **Grube Ziethen, Weingartsgassenstollen (SU 10)** konnte beim Ortstermin am 31.01.2012 kein Wasseraustritt gefunden werden. Nach den vorliegenden Unterlagen ist davon auszugehen, dass die Grube Ziethen aus einem ehemaligen Stollen heraus über eine Rohrleitung direkt in die Sieg entwässert. Auch für diesen Verdachtspunkt zeigt sich keine nennenswerte Erhöhung der Schwermetallkonzentrationen in der Sieg zwischen Ober- und Unterstrom. Aufgrund der großen Verdünnung in der Sieg ist auch hier maximal mit lokalen Auswirkungen einer eventuellen Schwermetallbelastung aus der Grube Ziethen zu rechnen.

5.11 Kreis Soest

Überblick Erzbezirke und Verdachtspunkte

Im Kreisgebiet des Kreises Soest wurde kein expliziter Erzbezirk ausgewiesen. Die für relevant erachteten Verdachtspunkte sind in der Tabelle 5-30 aufgelistet und in der Anlage 4.11 dargestellt. Die Gruben bauten hier auf Vererzungen in den oberkarbonischen Alaun- und Kieselschiefern (vor allem Eisen-, Blei- und Kupfererze). Von einiger Bedeutung war nur die Grube Hubert.

Tab. 5-30: Verdachtspunkte im Kreis Soest

Erzbezirk	Verdachtspunkt	ID	Wasser-gewinnung	betroffener Wasserkörper
außerhalb Erzbezirk	Bleierzbergwerk am Erzberg bei Rüthen, Halden	SO 1	–	DE_NRW_2762_40871
	Alaunschiefergrube an der Glenne bei Rüthen	SO 2	–	DE_NRW_27622_0
	Grube Hubert, Stollen/Halden/Spülteiche	SO 3	–	DE_NRW_276224_0
	Bleierzbergwerk bei Waldesruh (nahe Rüthen)	SO 4	–	DE_NRW_2762_40871
	Grube Phillip (Könker Berg), Halden	SO 5	–	DE_NRW_2762_40871
	Grube Birkhahn (Rote Kümpen), Halden	SO 6	–	DE_NRW_2762_22439

Datenlage und Ausgangssituation

Für die Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Soest standen die in der Tabelle 5-31 aufgeführten Daten zur Verfügung.

Tab. 5-31: Verfügbare Daten für die Verdachtspunkte im Kreis Soest

Erzbezirk	Informationsbasis
allgemein	– Schreiben des Kreises Soest vom 28.09.2011 bzgl. Datenbereitstellung durch die ARGE mit diversen Unterlagen zum Erzbergbau
außerhalb Erzbezirk	– Analysenergebnisse Boden im Zusammenhang mit Gewässerrenaturierung an drei Standorten an der Möhne (übergeben vom Kreis Soest) – diverse Unterlagen zum Trinkwasserhausbrunnen Jagdhaus Hubertus, u.a. Trinkwasseranalyse aus 1993 – Probenahme des LANUV am 17.02.2012

In der Planungseinheit PE_RUH_1800, in der alle genannten Verdachtspunkte im Kreis Soest liegen, befinden sich viele Oberflächenwasserkörper in einem schlechten chemischen Zustand (Zitat: „In vielen Gewässerabschnitten werden Belastungen mit Schwermetallen festgestellt, die aus der geogenen Hintergrundbelastung stammen“). Dies trifft auch auf alle in Tabelle 5-30 genannten Wasserkörper zu, an denen Verdachtspunkte liegen.

Insgesamt ist die Datenlage in Bezug auf die identifizierten Verdachtspunkte als recht gering zu bezeichnen. Hinzu kommt, dass die Entwässerung einer Reihe der Verdachtspunkte unmittelbar (oder mittelbar über kleine Gewässer) in die Möhne erfolgt und dort aufgrund der hohen Abflussmengen eine sehr hohe Verdünnung stattfindet.

Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte

Die Tabelle 5-32 enthält eine zusammenfassende Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Soest.

Tab. 5-32: Bewertung der Verdachtspunkte im Kreis Soest

Verdachtspunkt	Beeinträchtigung Zustand Chemie		Beeinträchtigung Zustand Ökochemie		Fracht		räumliche Ausdehnung		Auswirkung Ökologie		Gesamtbewertung
	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	Bewertung	Pkte.	
Bleierzbergwerk am Erzberg bei Rüthen, Halden	nein	0	möglich	4	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**5**
Alaunschiefergrube an der Glenne bei Rüthen	nein	0	nein	0	unbekannt	–	unbedeutend	0	nicht bewertet	–	**0**
Grube Hubert, Stollen/Halden/ Spülteiche	möglich	4	nein	0	gering	2	lokal	1	nicht bewertet	–	**7**
Bleierzbergwerk bei Waldesruh (nahe Rüthen)	nein	0	möglich	4	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**5**
Grube Phillip (Könker Berg), Halden	nein	0	möglich	4	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**5**
Grube Birkhahn (Rote Kümpen), Halden	nein	0	möglich	4	unbekannt	–	lokal	1	nicht bewertet	–	**5**

Alle Verdachtspunkte im Kreis Soest liegen außerhalb abgegrenzter Erzreviere und haben somit alle ihre spezifischen Eigenheiten. Die Bewertung der Signifikanz im Hinblick auf eine Gewässerbelastung mit Schwermetallen wird nachfolgend für alle Verdachtspunkte im Kreis Soest erläutert.

Eine Reihe der Verdachtspunkte im Kreis Soest liegt, wie schon erwähnt, an der Möhne. Betroffen hiervon sind die Wasserkörper DE-NRW_2762_22439 (Möhne, Stauwurzel Möhnetalsperre in Völlinghausen bis Einmündung der Glenne) und DE_NRW_2762_40871 (Möhne, Einmündung der Glenne bis nordwestlich von Wülfte). Im Wasserkörper DE-NRW_2762_22439 liegt der Verdachtspunkt Grube Birkhahn (SO 6) und im Wasserkörper DE_NRW_2762_40871 liegen die Verdachtspunkte Bleierzbergwerk am Erzberg bei Rüthen (SO 1), Bleierzbergwerk bei Waldesruh (SO 4) und Grube Phillip (SO 5).

Für beide genannten Wasserkörper der Möhne wird der chemische Zustand als „nicht gut“ bewertet. Der ökologische Zustand des Wasserkörpers DE-NRW_2762_22439 wird als unbefriedigend und der des Wasserkörpers DE_NRW_2762_40871 als schlecht bewertet. Bei der Bewertung Ökochemie gibt es in beiden Wasserkörpern Auffälligkeiten für Zink und im Wasserkörper DE-NRW_2762_22439 zusätzlich eine Auffälligkeit für Arsen.

Zwischen den beiden genannten Wasserkörpern der Möhne mündet die Glenne (Wasserkörper DE_NRW_27622_0) in die Möhne. An diesem Wasserkörper, dessen chemischer Zustand ebenfalls als nicht gut bewertet wird, liegt der Verdachtspunkt Alaunschiefergrube (SO 2). Der ökologische Zustand des Wasserkörpers Glenne ist gut.

Bezüglich der Verdachtspunkte **Bleierzbergwerk bei Waldesruh (nahe Rüthen) (SO 4)** und **Grube Birkenhahn (Pb, S) (Rote Kümpen, bei Rüthen), Halden (SO 6)** liegt die ausgewählte Unterstrommessstelle 628207, an der Grenzwertüberschreitungen u. a. für Cadmium registriert wurden, sehr weit entfernt. Aus diesem Grund wurde veranlasst, dass das LANUV im Februar 2012 unterhalb der genannten Verdachtspunkte bzw. deren Entwässerung in die Möhne eine zusätzliche Probe an der Möhne nimmt (Probenahmepunkt SO 6). Die Analysenergebnisse des LANUV zeigen im Vergleich zur Unterstrommessstelle 627811 leicht erhöhte Gehalte für die Parameter Kupfer, Zink und Kobalt. Eine Beeinträchtigung des chemischen Zustands der Möhne durch die Verdachtspunkte Bleierzbergwerk bei Waldesruh und Grube Birkenhahn erscheint unwahrscheinlich; eine (lokale) Beeinträchtigung des Zustands Ökochemie kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Für die Verdachtspunkte **Bleierzbergwerk am Erzberg bei Rüthen, Halden (SO 1)** und **Grube Phillip (Fe) (Mönker Berg, bei Rüthen), Halden (SO 5)** zeigen die oberstromig gelegenen GÜS-Messstellen 627604 und 629406 keine nennenswerten Auffälligkeiten für Schwermetalle. An der unterstromig gelegenen GÜS-Messstelle 627811 sind die Werte für die Parameter Cadmium, Kupfer und Zink leicht erhöht. Eine (lokale) negative Be-

einträchtigung des Parameters Ökochemie der Möhne kann für diese Verdachtspunkte nach den vorliegenden Unterlagen nicht ausgeschlossen werden.

Für den Verdachtspunkt **Alaunschiefergrube (S) an der Glenne bei Rüthen** (SO 2) zeigt die unterstromig gelegene Messstelle 630111 im Hinblick auf die betrachteten Schwermetalle keine relevanten Aufhöhungen, die darauf hindeuten würden, dass der Verdachtspunkt Alaunschiefergrube den chemischen Zustand des Wasserkörpers Glenne signifikant beeinflusst.

Der Verdachtspunkt **Grube Hubert (Pb), Stollen/Halden/Spülteiche (SO 3)** liegt im Wasserkörper DE-NRW_276224_0 (Schlagwasser), dessen chemischer Zustand als nicht gut und ökologischer Zustand als gut bewertet wird. Im Abstrom der Grube Hubert wurde im Februar 2012 eine Probenahme durch das LANUV durchgeführt. Unter Annahme eines Abflusses von ca. 70 l/s ergeben sich aus den Analysenergebnissen (Anhang 4.3) Frachten von rd. 100 kg/a Zink, 1,2 kg/a Cadmium und 1,7 kg/a Kobalt (inkl. des geogenen Hintergrundgehalts). Aufgrund der signifikant hohen Cadmium-Gehalte im Abstrom erscheint eine negative Beeinträchtigung des chemischen Zustands des Wasserkörpers durch den betrachteten Verdachtspunkt zumindest möglich.

5.12 Gesamtübersicht NRW

In den vorangegangenen Kapiteln wurden für jeden Kreis die Belastungssituation erläutert und die Verdachtspunkte im Hinblick auf ihre Signifikanz in Bezug auf die Schwermetalleinträge in die Gewässer bewertet.

Ziel des vorliegenden Gutachtens ist u. a. die Identifizierung der Hauptbelastungsquellen des Schwermetalleintrags aus dem Erzbergbau in die Oberflächengewässer in Nordrhein-Westfalen. In diesem Sinne erfolgen nun eine kreisübergreifende Betrachtung und ein „Ranking“ der Verdachtspunkte, um die wichtigsten Quellen zu identifizieren.

Die Tabelle 5-33 enthält eine Aufstellung der 12 Hauptbelastungsquellen des Schwermetalleintrags aus dem Erzbergbau in die Oberflächengewässer in Nordrhein-Westfalen. Ausgewählt wurden für diese Aufstellung alle Verdachtspunkte mit einer Gesamtpunktzahl > 10 Punkte und mindestens der Möglichkeit der Beeinträchtigung des chemischen Zustands der jeweilig betroffenen Wasserkörper. Eine Darstellung der räumlichen Lage der wichtigsten Eintragsquellen findet sich in der Abbildung 5-4.

Die Auswahl der Hauptbelastungsquellen enthält somit alle Verdachtspunkte, die nach den vorliegenden Auswertungen einen negativen Einfluss auf den chemischen Zustand der jeweiligen Wasserkörper haben bzw. haben können. Eine Ausnahme stellt der Verdachtspunkt Grube Hubert (SO 3) dar, bei dem zwar eine negative Beeinträchtigung des chemischen Zustands des

betroffenen Wasserkörpers nicht ausgeschlossen werden kann (da die Belastung in einem relativ kleinen Gewässer erfolgt), der bei der Gesamtbewertung aber mit 7 Punkten deutlich unter der angesetzten Grenze von 10 Punkten liegt.
Sowohl die Grube Castor (OBK 3) als auch der Hachener Spülteich (OE 3) wurden jeweils mit insgesamt 11 Punkten bewertet. Da an beiden Verdachtspunkten jedoch keine unmittelbare Beeinträchtigung des chemischen Zustands der jeweiligen Wasserkörper nachzuweisen ist, wurden die Grube Castor und der Hachener Spülteich nicht bei der Aufstellung der 12 Hauptbelastungsquellen berücksichtigt.

Tab. 5-33: Aufstellung der 12 Hauptbelastungsquellen des Schwermetalleintrags aus dem Erzbergbau in die Oberflächengewässer in Nordrhein-Westfalen

Nr.	Verdachtspunkt		Bewertung der Signifikanz (Erläuterung der Punktvergabe siehe Tabelle 2-8, S. 21)					
	Bezeichnung	ID	chem. Zustand	ökochem. Zustand	Fracht	räuml. Ausdehnung	Ökologie	Gesamtpunktzahl
1	Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen	EU 2	8	8	6	3	3	**28**
2	Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen	GL 10	8	8	6	3	1	**26**
3	Grube Glanzenberg – Goldberg II, Spülteiche/Halden/Stollen	OE 5	8	8	4	3	2	**25**
4	Peterszeche, Halden/Stollen	SI 2	8	8	4	3	2	**25**
5	Grube Lüderich, Grünewaldteiche	GL 11	8	8	4	3	1	**24**
6	Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg, Eickhoff-Stollen	HSK 5	8	8	4	3	1	**24**
7	Grube Willibald, Halden/Stollen	HSK 10	8	8	4	3	1	**24**
8	Grube Bliesenbach, Halden/Stollen	OBK 4	8	4	4	2	1	**19**
9	Grube Silberkaule, Halden/Stollen	OBK 5	8	4	2	2	1	**17**
10	Grube Weiß, Sandhalden/Stollen	GL 6	4	4	4	2	1	**15**
11	Grube Altenberg, Halden/Spülteiche, Stollen	SI 7	4	4	2	2	-	**12**
12	Grube Alexander, Gustav-Stollen/Halden	HSK 6	4	4	2	1	0	**11**

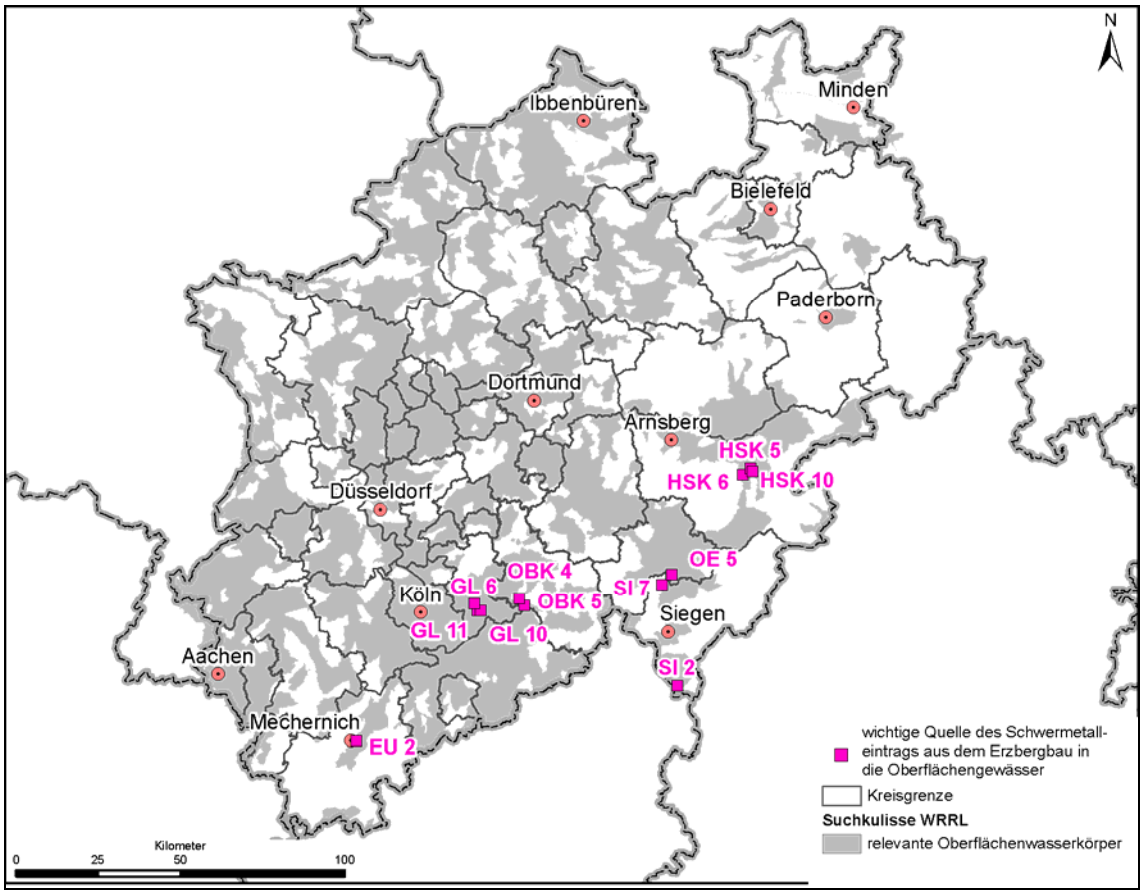


Abb. 5-4: Lage der 12 Hauptbelastungsquellen des Schwermetalleintrags aus dem Erzbergbau in die Oberflächengewässer in Nordrhein-Westfalen

Ergänzend zu den in Tabelle 5-33 aufgelisteten Hauptbelastungsquellen sei darauf hingewiesen, dass an den Verdachtspunkten Carolinenglücker Stollen (OE 2) und Hachener Spülteich (OE 3) bereits Maßnahmen zur Reduzierung der bergbaubedingten Gewässerbelastung laufen (siehe Abschnitt 5.5), was sich an diesen Verdachtspunkten u. a. auch auf die zukünftige Signifikanz des aktuellen Eintrags auswirken kann.

Für die in der Tabelle 5-33 aufgelisteten und in der Abbildung 5-4 dargestellten Hauptbelastungsquellen wurden **Objektsteckbriefe** erstellt, die in Anlage 5 des vorliegenden Gutachtens zusammengestellt sind. In Kapitel 6 des vorliegenden Gutachtens werden für die ausgewählten Hauptbelastungsquellen Maßnahmenvorschläge abgeleitet.

Die Objektsteckbriefe geben einen Überblick über Art und Umfang des Erzbergbaus im Bereich der einzelnen Hauptbelastungspunkte, den potenziellen Ursprung der Schwermetallfrachten (Stollenmundloch/Halden) sowie Zielsetzung und technische Maßnahmen zur Reduzierung der Schwermetalleinträge in das betroffene Gewässer.

6 MAßNAHMEN ZUR MINDERUNG DER BELASTUNGEN AUS DEM ERZBERGBAU

Die nachfolgenden Auswertungen umfassen zunächst theoretische Ausführungen zur Genese und Typisierung von Grubenwässern, die eine wichtige Grundlage für die spätere Maßnahmenkonzeption darstellen. Sie wurden weitestgehend im Rahmen einer Masterarbeit an der RWTH Aachen bei Herrn Prof. Dr. Rüde (ILLGUTH 2011: „Auswahlkriterien für Behandlungsverfahren zur Schwermetall- und Sulfatentfernung aus Grubenwässern von Erzbergbaualtstandorten“) erarbeitet, die fachlich im Rahmen des Projektes durch die ARGE begleitet wurde.

6.1 Einleitung

Ausschlaggebend für die Gefährdung der Umwelt durch Grubenwasser ist der Grubenwassertyp. Die Ausbildung des Typs ist abhängig vom Chemismus des Ausgangsgesteins und des Lagerstättentyps. Die unterschiedlichen Grubenwassertypen werden durch pH-Wert, Sulfat- und Metallionengehalt klassifiziert. Dabei wird generell zwischen drei Arten von Grubenwässern unterschieden: Acid Mine Drainage (AMD)[4], Neutral Mine Drainage (NMD) und Saline Drainage (SD). Die dabei typischen Sulfatgehalte und pH-Werte sind in Abbildung 6-1 dargestellt (AMD wird hier als Acid Rock Drainage bezeichnet).

Aufgrund der Lagerstättencharakteristik treten in NRW nur Grubenwässer vom Typ AMD und NMD auf. AMD bildet sich bei Vererzungen in nicht karbonatischen Gesteinsformationen. In vererzten Karbonaten bilden sich aufgrund der Pufferung Grubenwässer bis zu einem pH-Wert von knapp unter 6.

[4] Synonyme Verwendung: Acid Rock Drainage (ARD)

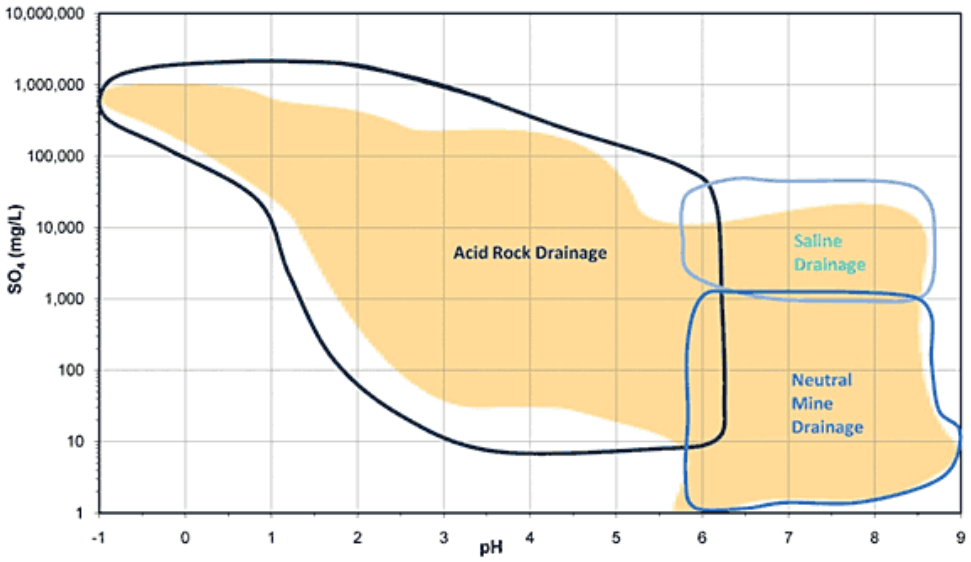


Abb. 6-1: Darstellung der verschiedenen Grubenwassertypen in Abhängigkeit ihrer pH-Werte und Sulfatgehalte (GARD GUIDE 2009) [Acid Rock Drainage (ARD) entspricht AMD]

6.2 Die Entstehung von Grubenwässern durch die Sulfidverwitterung

Die Entstehungsmechanismen bei AMD und NMD sind im Prinzip ähnlich, der Unterschied liegt nur in der höheren Pufferung bei den NMD durch die Karbonate, so dass der pH-Wert nicht so weit absinkt und nicht so viele Schwermetalle gelöst werden können.

Grubenwässer entstehen, wenn es unter oxischen Bedingungen zu Kontakt von Wasser mit primären oder sekundären (Erz-)Mineralien kommt. Sekundäre Minerale sind Metallausfällungen, die im Zuge der Verwitterung entstehen. Dabei werden Komponenten des Erzes oder der gesteinsbildenden Minerale im Wasser gelöst oder als Schwebfracht (Kolloide) in das Wasser eingetragen. Bei diesem Prozess sind Sulfidminerale von besonderer Bedeutung. Sulfidminerale, wie beispielsweise Pyrit oder Sphalerit, sind häufig vorkommende Bestandteile der Erdkruste; sie liegen vermehrt in Erzen, Kohle, Ölschiefern und mineralischen Sanden gebunden vor. Durch die Erzförderung können das Ausgangsgestein bzw. die Sulfidminerale z. B. über (Abraum-)Halden, *tailings*, offene Tagebaulöcher oder Grundwasser in Berührung mit Sauerstoff geraten. Noch bedeutender ist die Gasdiffusion im Wasser, die zu einer Oxidation der Sulfidminerale führt. In Kontakt mit Wasser kommt es anschließend zu einer Freisetzung von Protonen, Metallionen und Sulfat (LOTTERMOSER 2007). AMD, NMD und SD entstehen durch die Sulfidverwitterung, d. h. durch den Kontakt von Sulfidmineralien mit Sauerstoff und Wasser.

Generell liegen Sulfidmineralien unter einer Bodenschicht und unter der regionalen Grundwasseroberfläche, deshalb findet die Sulfidverwitterung unter natürlichen Bedingungen nur sehr langsam statt. Durch den Aufschluss des Gesteins bei der bergbaulichen Förderung wird dieser Prozess aber begünstigt und beschleunigt (BROWN et al. 2002).

Bei der Sulfidverwitterung ist besonders die Oxidation von Pyrit (FeS_2) von Bedeutung, da das Mineral am häufigsten von allen Metallsulfiden in nahezu allen geologischen Formationen vorhanden und stark mit Metalllagerstätten assoziiert ist. Die Oxidation von Pyrit ist eine Ausgangsreaktion, die zur Entstehung von AMD, NMD und SD führt. Weiterhin hat Pyrit neben Markasit (FeS_2) mit 53 % Schwefel den höchsten Schwefel- und Fe-Gehalt aller Metallsulfide, welcher für die Entstehung von AMD eine ausschlaggebende Rolle spielt. Demgegenüber spielen andere Metallsulfide, wie z. B. Galenit (PbS), Sphalerit (ZnS) und Covellin (CuS) nur eine untergeordnete Rolle. Dies ist auf die stabilere Kristallstruktur, vor allem aber auf den geringen Eisenanteil zurückzuführen. Die Menge an Eisen bestimmt, wie viel Säure durch die Verwitterung gebildet wird. Die Säuremenge wiederum bestimmt die Höhe der freigesetzten Schwermetalle.

Neutrale Grubenwässer (Typ NMD)

Neutrale Grubenwässer haben einen pH-Wert zwischen 6 und 9 (Abbildung 6-1). In vielen ehemaligen Grubengebäuden, bei denen Erze in Massenkalkvorkommen abgebaut wurden, ist dies der Fall. So hat z. B. der Heinrichsstollen (TÖB 2519/5618/001) einen pH-Wert von 8,0 (Analyse vom 07.03.2012) und der Binsfeldhammerstollen der Grube Diepenlinchen einen Mittelwert von ca. 7,2 (alle Analysen mitgeteilt durch StädteRegion Aachen, Hr. Illguth).

Bei den Recherchen wurden 12 Wassergewinnungsanlagen in Bergwerken bzw. Vererzungsbereichen betrieben (z. B.: WW Maria Schacht Nachtigällchen, Grube Breinigerberg (ENWOR, Herzogenrath), WW Brandenburg (Stadtwerke Aachen), Krug von Nidda (SW Iserlohn)). In den Grubengebäuden wurden ebenfalls Schwermetalle freigesetzt, die jedoch durch die Aufbereitung (v. a. Belüftung und Enteisenung/Entmanganung) entfernt wurden, so dass die Grenzwerte der TrinkwV (2011) eingehalten werden. Nach Aufgabe einer solchen Wassergewinnung und Einstellung der Aufbereitung oder bei einem Überlauf können Schwermetalle wieder in den Wasserkreislauf gelangen.

6.3 Strategien zur Vermeidung und Verminderung der Freisetzung von sauren Grubenwässern

Die ersten sinnvollen Vermeidungsstrategien finden heute bereits bei der Planung und im Betrieb von Bergwerken statt. Diese Vermeidungsstrategien werden im Folgenden nicht betrachtet.

Bei einer Vermeidungsstrategie sollten die Faktoren und die Wechselwirkungen, die an dem Prozess der Sulfidverwitterung und damit an der Bildung von AMD beteiligt sind, minimiert werden. Diese sind (LOTTERMOSER 2007):

- Eintrag von Wasser,
- Eintrag von Sauerstoff,
- Stabilisierung des pH-Wertes,
- Kontrolle der Fe(III)-Bildung,
- Kontrolle der bakteriellen Aktivität,
- Entfernung oder Isolation von Sulfiden.

Auswahl und Anwendung der Vermeidungsstrategien sind abhängig von vielen Faktoren wie der Lagerstättenart, der Geochemie, den klimatischen Bedingungen, der Topografie, der Geo- und Hydrogeologie und dem aquatischen und terrestrischem Ökosystem. Des Weiteren sind bei der Ausführung die verfügbare Fläche, die Umweltrisiken, Investitionskosten und Unterhaltungskosten und Materialverfügbarkeit zu beachten. Es werden folgende Maßnahmen vorgestellt:

- Wet cover
- Dry cover
- Blendung/Mischung

6.3.1 Wet covers

Sulfidisches Gestein, *tailings* oder Abraumhalden können mit einer mehrere Meter mächtigen Wasserschicht überdeckt werden. Dabei wird die Entstehung von AMD durch Vermeidung von Sauerstoffeintritt in die Ablagerungen reduziert (siehe Abbildung 6-2).

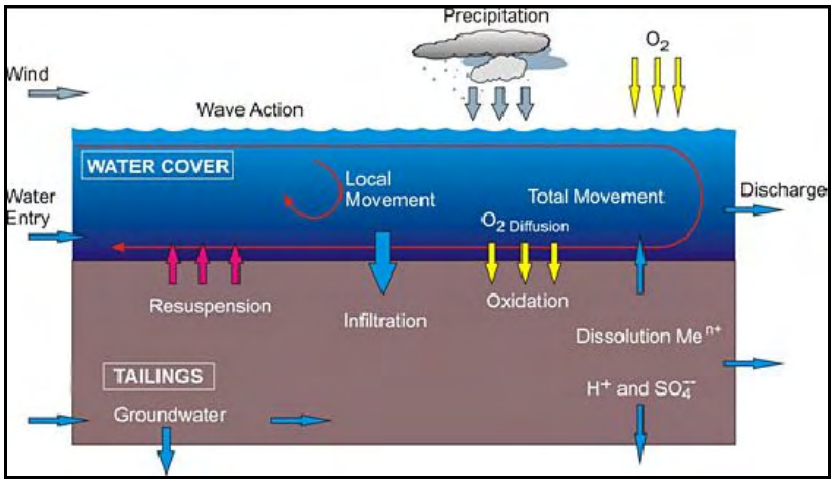


Abb. 6-2: Darstellung eines *wet covers* über einem *tailing* und der ablaufenden Prozesse (GARD Guide 2009)

Die Minderung der Sulfidoxidation wird durch die um bis zu 30-fach geringere Sauerstoffkonzentration im Wasser erreicht. Auch der relativ langsame Transport von gelöstem Sauerstoff im Wasser durch Advektion und Diffusion wirkt sich limitierend auf die Bildung von kontaminiertem Grubenwasser aus (GARD GUIDE 2009). Sobald der verfügbare Sauerstoff verbraucht ist, entstehen anoxische Bedingungen und die Sulfidoxidation wird fast vollständig unterbunden. Des Weiteren nimmt auch die Erosion ab und die Bildung von sulfatreduzierenden Bakterien wird begünstigt. Dadurch werden wiederum gelöste Metallionen in Metallsulfide umgewandelt und somit immobilisiert. Die Eignung der wet covers ist generell abhängig von der Beschaffenheit der sulfidhaltigen Ablagerungen, vom Klima und vor allem den topografischen Gegebenheiten, da sie in der Regel nicht bei Halden und *tailings* mit großem Gefälle eingesetzt werden können, wie es bei den Erzbezirken im Bergischen Land und der Eifel in der Regel der Fall ist. Vor allem bei einem längerfristigen Einsatz sind *wet covers* eine kostengünstige Maßnahme, um die Sulfidoxidation abzuschwächen (MEND Manual 2000).

6.3.2 Dry covers

Ähnlich dem Prinzip der *wet covers* wirken *dry covers* durch die Abdeckung von sulfidischen Ablagerungen mit einer Bodenschicht der Sulfidoxidation entgegen. *Dry covers* vermindern den Sauerstofftransport und das Eindringen von Wasser in die darunterliegenden sulfidischen Abfälle. Somit wird die Sulfidoxidation unterbunden. Nicht nur die Errichtung einer Barriere zur Minimierung des Anfalls an kontaminiertem Sickerwasser, sondern auch der Schutz gegenüber Erosion und die Bereitstellung einer Bodenschicht für das Pflanzenwachstum sind Vorteile von *dry covers*.

Allgemein können *dry covers* aus einer Bodenschicht bis hin zu mehreren Schichten aus unterschiedlichen Materialien, wie z. B. Boden, nicht reakti-

ven *tailings* oder Abfallgesteinen, Geotextilien, Kompostlagen oder sauerstoffzehrenden Materialien bestehen (MEND MANUAL 2000).

Je nach klimatischen Bedingungen werden *dry covers* unterschiedlich aufgebaut. In niederschlagsreichen Gebieten werden oft wassergesättigte *covers* installiert, um das Eindringen von Sauerstoff durch wassergesättigte obere Schichten in die sulfidische Ablagerung zu verhindern. In klimatischen Bereichen mit saisonalen Niederschlägen werden so genannte „sponge oder store-release covers“ eingesetzt (LOTTERMOSER 2007), die aus einer oberen wassergesättigten Schicht bestehen. Diese Schicht, die als eine Art Schwamm fungiert und das eindringende Wasser durch die auf die Schicht einwirkende Evapotranspiration festhält, dient als Barriere für die Sauerstoffdiffusion.

Generell ist die Errichtung von *dry cover*-Systemen teurer als die der *wet cover*-Systeme (STUHLBERGER et al. 2007).

Beispiele für Abdeckungen sind: Sandhalden (Mechernich), Spülteiche (St. Andreasberg) und Halde Beythal (geplant). In der Regel ist eine Vegetationsschicht (ca. 0,5 m) und die Bepflanzung mit Nadelwald ausreichend, um eine hohe Reduzierung der Versickerung zu erreichen.

6.3.3 Blendung/Mischung

Bei der Blendung wird sulfidhaltiges, potenziell säuregenerierendes Material in neutralisierendem Gestein abgelagert. Vergleichbar der Blendung ist die selektive Ablagerung oder die Mischung von neutralisierendem mit säuregenerierendem Gestein. Auch die Zugabe von organischem Material kann die Verminderung des AMD-Potenzials durch die Bildung von reduzierenden Bedingungen begünstigen. Dabei wird Sulfat zu Sulfid reduziert und dieses wiederum als Metallsulfidschlamm immobilisiert. Des Weiteren können gelöste organische Komponenten stabile Komplexe mit Metallionen bilden oder sich an Sulfidmineralien anlagern, so dass keine Oxidation mehr möglich ist.

Dies erfordert eine Umlagerung alter Halden und *tailings* und dürfte aus Kostengründen und sonstigen Nachteilen wie dem Risiko der Freisetzung von Schwermetallen durch die Umlagerung in der Regel ausscheiden.

6.4 Behandlung saurer Grubenwässer

In diesem Kapitel werden aktive und passive Maßnahmen zur Behandlung saurer Grubenwässer vorgestellt (Überblick siehe Tabelle 6-12).

Die aktive Behandlung von Grubenwasser erfordert einen stetigen Einsatz von Energie und/oder Bioagenzien und Chemikalien. Diese sind in ihrem Aufbau, Wirkungsweisen und Kosten vergleichbar mit Sanierungsanlagen, wie sie aus der Wasseraufbereitung und der Grundwassersanierung bekannt sind. Sie werden in der Regel nur in Sonderfällen eingesetzt.

In den 1990er Jahren wurden eine Reihe von passiven Maßnahmen entwickelt, die einen deutlich geringeren Energie- und Chemikalieneinsatz erfordern; diese sind weltweit tausendfach im Einsatz. Die passiven Maßnahmen haben im Vergleich zu den aktiven Maßnahmen geringere Invest- und Betriebskosten, erfordern aber fast immer eine – teilweise aufwändige und langwierige – Anpassung (und Pilotanlagen) an die/den jeweiligen Standortverhältnisse(n).

Die Reinigungsleistungen erreichen in der Regel nicht die Leistungen der aktiven Maßnahmen. Die Ablaufkonzentrationen schwanken auch wesentlich stärker (im Jahresgang, bei schwankenden Zulaufmengen) als bei aktiven Maßnahmen und liegen teilweise auch noch über sonst genehmigungsfähigen Einleitungswerten. Es handelt sich deshalb eher um **Minderungsmaßnahmen** – die aber ausreichend sein können, um Gewässerzielwerte zu erreichen – und weniger um technische Sanierungsmaßnahmen.

Die Genehmigungsfähigkeit und die Akzeptanz passiver Anlagen sollte deswegen im Vorfeld geklärt werden.

6.4.1 Aktive Behandlung

Die Vorteile einer aktiven Behandlung sind die Steuerbarkeit des Reinigungsprozesses. Das heißt, bei sich verändernden Eigenschaften des Grubenwassers kann die Prozessführung schnell angepasst werden. Zum anderen haben aktive Anlagen einen geringen Flächenbedarf und können so an Bergbaustandorten oder an schwer zugänglichen Stellen, an denen Grubenwasser austritt, errichtet werden. Die aktive Behandlung gilt als erprobte Technologie, somit werden diese Verfahren als verlässlich angesehen. Die Nachteile sind der große Einsatz an Chemikalien, ggf. Bioagenzien und Energie. Dadurch ergeben sich in der Regel hohe Invest- und Betriebskosten.

Sekundärprodukte, wie z. B. Schlämme müssen entsorgt werden. Gegebenenfalls können die Sekundärprodukte, wie beim Burgfeyer Stollen diskutiert, auch weiterverwertet werden.

Aufgrund der großen Bandbreite an chemischen und physikalischen Eigenschaften der Grubenwässer wurde auch eine weite Spannbreite an möglichen aktiven Verfahren entwickelt, die speziell an die Hydrochemie des Grubenwassers und die gegebenen Einleitqualitäten angepasst werden kann. Folgende aktive Behandlungsverfahren werden nachfolgend erläutert:

- chemische Fällung (ODAS),
- Ionenaustauschverfahren,
- Membranverfahren.

Zur Reduzierung hoher Sulfatgehalte sind biologische Verfahren gut geeignet. Im Projektgebiet tritt dieser Typ Grubenwasser nicht auf.

6.4.1.1 Chemische Fällung (ODAS)

Die chemische Fällung, die in der englischsprachigen Fachliteratur unter dem Kurzwort ODAS (Oxidation, Dosing with Alkali, Sedimentation) bekannt ist, zeichnet sich durch ihre Anwendungsreife und ihre häufige Nutzung aus. Generell lässt sich das Prinzip der chemischen Fällung in pH-Wert-Modifikation (Neutralisation der Azidität), Belüftung (Oxidation zu Metallhydroxiden) und Sedimentation unterteilen. Generell ist das Ziel des ODAS-Ansatzes die Neutralisation und die Ausfällung von Metallhydroxiden (SKOUSEN et al. 1998).

Die Neutralisation der Azidität wird durch das Beimischen von alkalischen Reagenzien zum kontaminierten Grubenwasser erreicht. Ein pH-Wert im Bereich von 6,5 bis 8,5 ist dabei meist die Voraussetzung für die Einleitung des Grubenwassers in die Vorflut (YOUNGER et al. 2002). Außerdem hat dieser pH-Bereich den Vorteil, dass Fe(II) löslich und mobil vorliegt und die Oxidation von Fe(II) zu Fe(III) schneller abläuft als unter niedrigeren pH-Werten und dass auch andere Metalle bei höheren pH-Werten eher ausfallen.

Zur Neutralisation eignen sich viele unterschiedliche alkalische Agenzien, die sowohl Vorteile als auch Nachteile haben. Die am häufigsten verwendeten Materialien bei der Neutralisation sind Natronlauge, Natriumkarbonat, Kalk und Kalkstein neben einer Reihe von weiteren alkalischen Agenzien, die in der Tabelle 6-1 mit ihren Eigenschaften aufgelistet sind. Der Neutralisation, also der Zugabe von alkalischen Substanzen zum Grubenwasser wird meist eine Oxidation vorgeschaltet. Mit der Oxidation in Form einer Belüftung des Grubenwassers wird erreicht, dass gering lösliche zweiwertige Metallionen wie Fe(II) oder Mn(II) in ihre weniger lösliche Form Fe(III), Mn(IV) umgewandelt werden. Auch fallen Metallhydroxide bei höheren pH-Werten schneller aus als bei niedrigeren pH-Werten. Ziel der Belüftung ist, dass möglichst alle gelöst vorliegenden Metallionen vollständig oxidiert werden, da diese sonst durch die Behandlungsanlage gelangen und erst in der Vorflut oxidieren können. Dies kann zu einer Absenkung des pH-Wertes

und zu einer Verfärbung oder Trübung der Vorflut führen. Zu den gängigsten Belüftungsmethoden zählen:

- Kaskaden,
- Tropffilter,
- Venturi-Belüftung,
- mechanische Belüftung,
- biologische und chemische Belüftung.

Tab. 6-1: Chemikalien und ihre Eigenschaften zur Neutralisation (nach BROWN et al. 2002)

Name	Chemische Formel	Besonderheiten
Calciumoxid	CaO	sehr reaktiv, Ablöschen vor Ort
Calciumkarbonat (Kalkstein)	$CaCO_3$	geeignet für anaerobe Bedingungen
Calciummagnesiumkarbonat (Dolomit)	$(Ca,Mg)CO_3$	ähnlich zu Kalkstein, aber weniger reaktiv
Calciumhydroxid	$Ca(OH)_2$	billiger als NaOH
Natriumhydroxid (Natronlauge)	$NaOH$	sehr löslich, erhältlich in fester oder gelöster Form
Natriumkarbonat	Na_2CO_3	üblicherweise in Briketts, genutzt in entlegenen Gebieten
Kaliumhydroxid	KOH	ähnlich Natriumhydroxid, teuer
Magnesiumoxid	MgO	ähnlich Calciumoxid
Magnesiumhydroxid	$Mg(OH)_2$	ähnlich Calciumhydroxid
Ammoniak	NH_3 od. NH_4OH	reaktiv und gut löslich
Calciumperoxid	Ca_2O	als Pulver oder Briketts, Neutralisator oder Oxidationsmittel
Brennofenasche	$CaO.Ca(OH)_2$	Abfallprodukt der Zementindustrie, enthält Kalk
Kohlerückstand	$CaO.CaCO_3$	enthält Kalk und Karbonat, Neutralisationspotenzial zwischen Materialien schwankt
Flugasche	–	hoher Neutralisationsgrad, Metallbelastung möglich

Kaskaden sind die am häufigsten verwendeten Belüftungsanlagen, für deren Bau genügend Platz und Gefälle vorhanden sein müssen. Sie sind meist als einfache Treppen gebaut, die mindestens drei bis vier breite Stufen beinhalten. Das zu behandelnde Grubenwasser muss gut durchmischt als dünner Film über die einzelnen Stufen fließen, so dass Metallhydroxide auf diesen ausgefällt werden können. Eine korrekt installierte Belüftungskaskade kann ca. 50 mg/l Fe(II) oxidieren (YOUNGER et al. 2002).

Eine weitere Belüftungsmethode sind Tropffilter. Diese bestehen aus belüfteten, ungesättigten Kammern, die mit Material von hoher spezifischer Oberfläche gefüllt sind. Das zu reinigende Grubenwasser passiert dann diese oft bis zu 2 m tiefen Kammern (YOUNGER et al. 2002).

Bei der Venturi-Belüftung (siehe Abbildung 6-3) wird durch ein Rohr Luft in einen Wasserlauf gesaugt. Aufgrund einer Querschnittsverengung kommt es zu einer Fließgeschwindigkeitszunahme und zu einer Druckverminderung. Dadurch entsteht ein Unterdruck, Luft wird angesaugt und es kommt zur Ausfällung von Hydroxiden (BAYLAR et al. 2009). Bei der Verwendung einer in-line Venturi-Belüftung muss beachtet werden, dass das Rohr in der Nähe des Auslaufs installiert wird, um ein schnelles Zusetzen des Rohres mit Metallhydroxiden zu vermeiden. Mit mehr als 900 mg/l Fe(II) hat die Venturi-Belüftung die höchste Oxidationsrate aller etablierten Belüftungssysteme (YOUNGER et al. 2002).

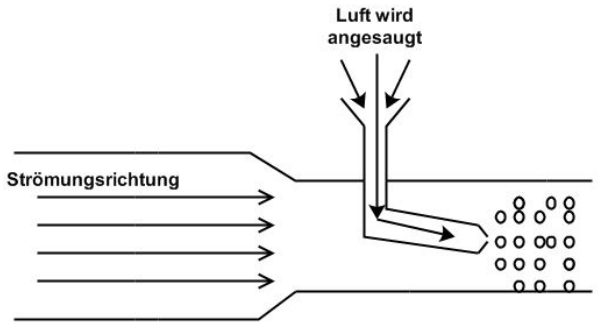


Abb. 6-3: Schematische Darstellung einer Venturi-Belüftung (nach YOUNGER et al. 2002)

Auch besteht die Möglichkeit, die Grubenwässer mechanisch zu belüften; dabei wird Sauerstoff unter hohem Druck in die Grubenwässer eingeblasen. Bei biologischen und chemischen Belüftungsverfahren werden zur Oxidation Bakterienkolonien und Chemikalien als Oxidationsmittel verwendet (YOUNGER et al. 2002).

Ist die Oxidation und die Zugabe von alkalischen Reagenzien zum Grubenwasser erfolgt, sollten gelöste Metalle nun als Hydroxide vorliegen, die anschließend durch den Prozess der Sedimentation aus dem Wasser entfernt werden können. Hierzu dienen einfache Sedimentations- oder Absetzbecken

sowie Flokkulationsbecken und Lamelleneindicker, die die Ablagerung gelöster Feststoffe begünstigen. Generell bleibt festzuhalten, dass die Schritte der Oxidation, der Zugabe von alkalischen Reagenzien und die Sedimentation je nach Art des Grubenwassers nicht zwangsläufig in einer festgelegten Reihenfolge ablaufen müssen. Der Behandlungserfolg ist hier auf eine angepasste Verfahrensweise zurückzuführen (YOUNGER et al., 2002).

6.4.1.2 Ionenaustauschverfahren

Ein weiteres aktives Behandlungsverfahren ist der Ionenaustausch. Die Separation der Metalle vom Wasser wird mittels eines Austauschmediums, wie z. B. Harzen, durchgeführt, von dem nach der Anreicherung der Metalle diese wieder gelöst werden. In NRW ist ein Ionenaustauschverfahren für die Behandlung der Grubenwässer am Burgfeyer Stollen geplant. Passive Verfahren (siehe Abschnitt 6.4.2) wurden in den vorbereitenden Planungen ausgeschlossen, weil bei den hohen Abflussmengen (ca. 1.000 m³/h und mehr) der Flächenbedarf zu groß ist. Ein Pilotversuch wurde erfolgreich abgeschlossen. Für weitere Standorte in NRW wird das Verfahren aufgrund der hohen Invest- und Betriebskosten nicht diskutiert. Die Investitionskosten betragen 550.000 €/a (Abschreibung über 10 Jahre) und die Betriebskosten belaufen sich auf 400.000 €/a. Durch den Einsatz des Ionentauschers werden Zn-, Ni- und Cd-Gehalte von jeweils 1,4 bis 1,6 mg/l auf Gehalte entsprechend der OGewV reduziert (Erftverband, Arbeitskreis Burgfeyer Stollen 2011).

Da das Ionenaustauschverfahren eine einzelne Sanierungsmaßnahme ist und es je nach Aufgabenstellung sehr viele Anlagenunterschiede gibt, wird auf eine weitere Beschreibung an dieser Stelle verzichtet.

6.4.1.3 Membranverfahren

Neben den Behandlungsmaßnahmen der chemischen Fällung lässt sich Schwermetall belastetes Grubenwasser durch Membranprozesse reinigen. Dabei wird das Grubenwasser mittels hoher Drücke durch Membranen gepresst, die aus Poren mit Durchmessern im µm- bis nm-Bereich bestehen. Kolloide oder suspensive Partikel, die über einen größeren Durchmesser als die Poren verfügen, können nicht durch die Membran diffundieren und akkumulieren an der Zulaufseite der Membran. Das Grubenwasser wird durch diesen Prozess gereinigt. Je nach Porengröße der Membran werden den Membranprozessen verschiedene Namen zugeordnet:

- Mikrofiltration
  (Poren zwischen ≥ 0,1 µm und < 0,45 µm; Entfernung von Bakterien)

- Ultrafiltration
  (Poren zwischen ≥ 0,01 µm und < 0,1 µm; Entfernung von Kolloiden)

– Nanofiltration
(Poren zwischen ≥ 0,001 µm und < 0,01 µm;
Entfernung von Trübstoffen)

– Umkehrosmose
(Poren < 0,001 µm;
Entfernung von ionischen und molekularen Feststoffen)

Membranverfahren (Ultrafiltration: z. B. ENWOR zur Aufbreitung von Eifel-Talsperrenwasser, Nanofiltration: SW Dinslaken zu Aufbereitung von Rheinuferfiltrat) werden vornehmlich zur Trinkwasseraufbereitung verwendet. Für die Reinigung von kontaminiertem Grubenwasser ist aufgrund der geringen Partikelgröße z. B. von Ionen der Einsatz von Nanofiltration oder Umkehrosmose notwendig. Diese sind wegen ihrer hohen Investitions- und Energiekosten für die Reinigung von Grubenwässern in der Regel ungeeignet und finden deswegen keine Anwendung.

6.4.2 Passive Maßnahmen

Die passive Reinigung von kontaminiertem Grubenwasser entwickelte sich erst in den letzten 30 Jahren von experimentellen Anwendungen hin zu großen Anlagen, von denen es mittlerweile mehrere tausend auf der ganzen Welt gibt (GARD GUIDE 2009). Bei den passiven Maßnahmen werden Methoden angewandt, die nur natürliche Energiequellen (z. B. Gravitation, Fotosynthese, mikrobieller Abbau) nutzen und nur wenige, aber regelmäßige Wartungsarbeiten benötigen, um effektiv über die gesamte Standzeit zu wirken.

Das Prinzip der passiven Grubenwasserbehandlung beruht auf der Anwendung natürlich vorkommender biologischer, chemischer und physikalischer Prozesse in abgeschlossenen Behandlungssystemen. In diesen werden dann natürliche Prozesse, wie z. B. die Oxidation, Reduktion, Hydrolyse und Ausfällung begünstigt, indem die dafür verantwortlichen Umweltbedingungen nach Möglichkeit eingestellt werden.

Der Vorteil von passiven Systemen besteht in den geringeren Betriebskosten. Höhere Kosten entstehen beim Bau einer Anlage. Die Reinigungsleistung passiver Anlagen ist meist langsamer als in aktiven Systemen, weshalb längere Aufenthaltszeiten und größere Flächen benötigt werden. In den weiteren Abschnitten wird die Funktionsweise folgender passiver Reinigungstechniken erläutert:

– Sedimentationsbecken und Belüftungssysteme
– Constructed wetlands
  - Aerobic wetlands
  - Anaerobic (compost) wetlands

- Anoxische Karbonatkanäle (ALD)
- Offene Karbonatkanäle (OLD)
- Sonstige
  - RAPS
  - SCOOFI
  - Permeable Barrieren (PRB)
  - Geschlossenes System (Zink Entfernung)
  - Pyrolusit Prozess (Mangan Entfernung)

6.4.2.1 Sedimentationsbecken und Belüftungssysteme

Sedimentationsbecken (engl.: sedimentation ponds oder settling lagoons) zur Reinigung von Grubenwässern werden häufig als Vorstufe für eine aktive oder passive Behandlungsmethode verwendet. Bereits ausgefällte, aber noch im Grubenwasser befindliche Metalloide oder Trübstoffe können mittels eines Absetzbeckens sedimentiert und somit aus dem Wasser entfernt werden. Durch die Belüftungssysteme können zweiwertig vorliegende Metallionen oxidiert werden, so dass sie der Hydrolyse zur Verfügung stehen. Die nachfolgende Behandlung beispielsweise durch ein constructed wetland (siehe Abschnitt 6.4.2.2) wird dann durch den verringerten Gehalt an Schwermetallen vereinfacht. Sedimentationsbecken und auch Belüftungssysteme können auch als alleinige Behandlungsverfahren verwendet werden, solange das Grubenwasser alkalisch und Eisen die einzige Kontaminante ist, die entfernt werden soll.

6.4.2.2 Constructed wetlands

Bei constructed wetlands handelt es sich um organikreiche, wassergesättigte Flachwassersysteme, die zur Reinigung von Grubenwässern verwendet werden (LOTTERMOSER 2007). Wetlands, die insbesondere in den letzten Jahrzehnten stetig weiterentwickelt wurden, gelten als eine der am meisten genutzten passiven Behandlungsmethoden für kontaminierte Grubenwässer und werden als erprobte Technologie vor allem in Bezug auf die Fe- und Mn-Entfernung anerkannt. Durch die Entfernung von Fe und Mn werden als Nebeneffekt Schwermetalle wie Pb, Ni oder Cd ebenfalls dem Grubenwasser entzogen. Bei der Reinigung des Grubenwassers durch die biologischen, sich selbst regulierenden Systeme wird zwischen aerobic und anaerobic (compost) wetlands unterschieden.

6.4.2.3 Aerobic wetlands

Aerobic wetlands, in der englischsprachigen Fachliteratur auch als „reed beds“ bekannt, eignen sich besonders für die Behandlung von alkalischen, eisenhaltigen Wässern und bieten aufgrund ihrer geringen Betriebskosten eine kostengünstige Alternative zu aktiven Systemen.

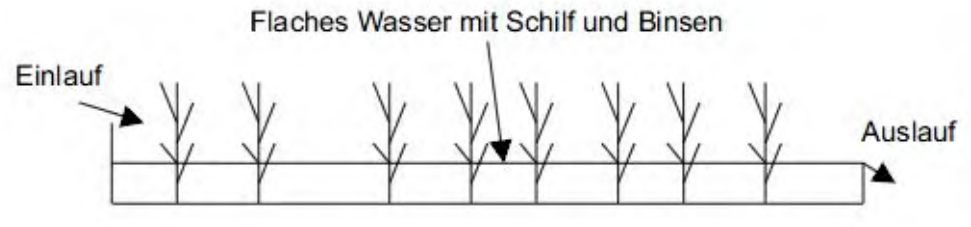


Abb. 6-4: Schematische Darstellung eines aerobic wetlands (YOUNGER 2000b)

Aerobic wetlands sind aus einer flachen Bodenschicht aus organischem Substrat (~ 0,3 m), über die das zu behandelnde Wasser fließt, aufgebaut (LOTTERMOSER 2007). In der Bodenschicht sind Pflanzen wie Schilf (Phragmites), Binsen (Juncus) oder Rohrkolbengewächse (Typha) angesiedelt (siehe Abbildung 6-4). Der Reinigungsprozess von aerobic wetlands besteht im Allgemeinen aus der Oxidation, Hydrolyse und Fällung von Metallen (primär: Fe und Mn, sekundär: Al und Zn). In diesem Prozess sind die Sedimentation von gelösten Metallkomplexen, die Filtration von Metallpartikeln durch Pflanzenstängel, die Adsorption an Pflanzenteile, die Fällung von Hydroxiden auf Pflanzenstängeln und die direkte Aufnahme von Metallionen durch Pflanzenwurzeln mit eingeschlossen (PIRAMID, 2003). Die Prozesse der Oxidation, der Hydrolyse und der Sedimentation können durch die folgenden Reaktionsgleichungen beschrieben werden (BROWN et al. 2002):

Oxidation von Fe(II): $Fe2+ + 1/4\ O2 + H+ \rightarrow Fe3+ + ½\ H2O$

Hydrolyse von Fe(III): $Fe3+ + 3\ H2O \rightarrow Fe(OH)3(sus) + 3\ H+$

Sedimentation: $FeOOH(sus) \rightarrow FeOOH(sed)$

Die Anwendung von aerobic wetlands bei alkalischen bis maximal schwach sauren Grubenwässern (pH ≥ 5,5) lässt sich durch die Freisetzung von Protonen aus dem Prozess der Hydrolyse erklären. Wird azidisches Wasser in ein wetland geleitet, sinkt der pH-Wert durch die Abgabe von Protonen; dadurch wird die Ausfällung von Fe-Hydroxiden vermindert. Dies wirkt der Reinigungsleistung durch Sedimentationsprozesse entgegen (LOTTERMOSER 2007). Aus diesem Grund sollten keine sauren Grubenwässer direkt in ein *aerobic wetland* eingeleitet werden, sondern es muss zunächst der pH-Wert angehoben werden, wie z. B. durch einen anoxischen Karbonatkanal (ALD).

Die Sedimentation und damit die Entfernung von Metallionen aus dem Wasser kann in vier unterschiedliche Prozesse unterteilt werden:

- Ablagerung von ausgefällten Feststoffen aus der wässrigen Lösung,
- physikalische Filtration von Kolloiden durch Pflanzen,
- Bildung von Hydroxidbelägen an Pflanzenteilen,
- Sorption und in-situ Oxidation.

Alle Sedimentationsvorgänge laufen nicht nur für Fe, sondern auch für Mn, Zn und Al.

6.4.2.4 Anaerobic (compost) wetlands

Compost wetlands unterscheiden sich in ihrem Aufbau von *aerobic wetlands* durch eine zusätzliche anoxische, permeable, mindestens 0,3 m mächtige Substratschicht, in der durch bakterielle Sulfatreduktion Protonen verbraucht werden und Hydrogenkarbonat freigesetzt wird (siehe Abbildung 6-5). Zusätzlich zu dieser Kompostschicht kann ein *compost wetland* auch über eine Kalksteinschicht verfügen, in der durch Lösungsprozesse HCO_3^- erzeugt werden kann. Die Funktionsweise der zwei verschiedenen *wetlands* unterscheidet sich dadurch, dass das Grubenwasser in *compost wetlands* durch und bei *aerobic wetlands* über der Substratschicht fließt. Infolgedessen bewirken die reduzierenden Bedingungen in der anoxischen Schicht des *compost wetlands*, dass Fe(III) zu Fe(II) und Sulfat zu Sulfid unter Protonenverbrauch reduziert wird. Metalle können dann als Sulfide ausgefällt werden. Die Reihenfolge Fe > Al > Cu > Zn > Cd > Mn, in der die Metalle dem Grubenwasser durch Ausfällung entzogen werden, richtet sich nach deren Löslichkeit (YOUNGER et al. 2002). Somit eignen sich *compost wetlands* auch zur Reinigung von sauren Grubenwässern. Ähnlich wie in aerobic wetlands werden die *compost wetlands* mit Schilfen oder Rohrkolbengewächsen bepflanzt. Die Substratschicht selbst kann aus verschiedenen organischen Materialien, wie z. B. Pilzkompost, Sägespänen oder Dung bestehen.

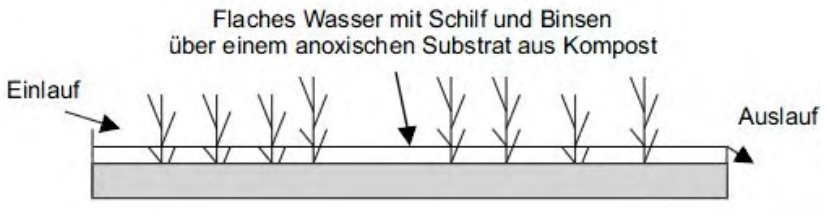


Abb. 6-5: Schematische Darstellung eines compost wetlands (YOUNGER 2000b)

6.4.2.5 Anoxische Karbonatkanäle (ALD)

Anoxische Karbonatkanäle (Anoxic Limestone Drain) verbessern die Qualität des AMD durch die zusätzliche Erzeugung von Alkalinität. Das kontaminierte Grubenwasser wird durch mit Kalkstein ($CaCO_3$) gefüllte, abgedeckte Gräben geleitet. Dabei lösen die im Grubenwasser vorliegenden Protonen den Kalkstein und es kommt zur Freisetzung von Hydrogenkarbonat. Die Azidität wird somit verringert und der pH-Wert steigt an. Das Reinigungssystem des ALDs funktioniert nur dann, wenn anoxische Bedingungen herrschen. Die Kalksteinbasis, durch die das Grubenwasser fließt, muss also mit einer undurchlässigen Ton- oder Bodenschicht vollständig bedeckt sein, um den Eintritt von Sauerstoff zu vermeiden (HEDIN et al. 1994).

Durch den Ausschluss von Sauerstoff bleiben Fe(II) und Mn(II) in ihrer reduzierten Form erhalten und können so nicht als Hydroxide ausfallen. Durch die Bildung von Hydroxidbelägen, so genannten coatings, würde die Reinigungsleistung des Systems aufgrund des Zusetzens der Zwischenräume der Kalksteinbruchstücke herabgesetzt. Durch die Abdeckung des Kalksteins wird auch die Freisetzung von CO_2 vermieden, was in höheren pH-Werten bei der Bildung von Hydrogenkarbonat durch die Kalksteinlösung resultiert. Die vollständige Reinigungsleistung des ALDs kann nur erreicht werden, solange Eisen und andere Elemente in reduzierter Form vorliegen und nur ein sehr geringer Anteil an gelöstem Fe(III) im Grubenwasser vorliegt. Auch sollte das kontaminierte Grubenwasser nur über einen geringen gelösten Sauerstoffgehalt verfügen, um eine etwaige Oxidation von gelösten Metallionen zu vermeiden. Generell sind ALD nicht in der Lage, Metallgehalte im Grubenwasser angemessen zu reduzieren; ALD werden nur in Kombination mit anderen passiven Behandlungsverfahren angewendet.

6.4.2.6 Offene Karbonatkanäle (OLD)

Analog zu den ALDs handelt es sich bei oxischen Karbonatkanälen (Oxic Limestone Drain) um offene Gräben, die mit Kalksteinaggregaten gefüllt sind und durch die das kontaminierte Grubenwasser unter aeroben Bedingungen mit hohem Gradienten geleitet wird. Dabei wird der Kalkstein gelöst und Alkalinität generiert. Infolgedessen steigt der pH-Wert. Durch den Zutritt von atmosphärischem Sauerstoff kommt es zur Oxidation von Metallionen und somit zur Ausfällung von Metallhydroxiden. Um die Verstopfung des OLDs zu vermeiden, müssen innerhalb des Systems hohe Fließgeschwindigkeiten (> 0,1 m/min) gewährleistet sein. Die Metallhydroxide bleiben so in Suspension und setzen sich nicht in die Poren des Kalksteins. Die Bildung von coatings wird somit vermieden und die Reinigungsleistung des Systems nicht herabgesetzt. Ebenso wie bei ALDs ist die Nachschaltung eines zweiten passiven Systems notwendig, um die zu Hydroxiden oxidierten Metallionen zu sedimentieren (YOUNGER et al. 2002).

6.4.2.7 Reducing and Alkalinity Producing-Systems (RAPS)

Neben den constructed wetlands gehören die RAPS nach YOUNGER et al. 2002 zu den Wetland-Type Passive Systems. Die RAPS wurden in den 1990er Jahren in Pennsylvania entwickelt und dienen der Verbesserung der ALD-Systeme, die nur Grubenwässer mit geringen Konzentrationen < 1 mg/l an gelöstem Sauerstoff, Fe(III) und Al(III) aufnehmen und angemessen reinigen können. Ein RAPS besteht im Wesentlichen ähnlich dem ALD aus einer Kalksteinbasis mit einer zusätzlichen, darüber liegenden Substratschicht, durch die das Grubenwasser von oben nach unten geleitet wird (siehe Abbildung 6-6).

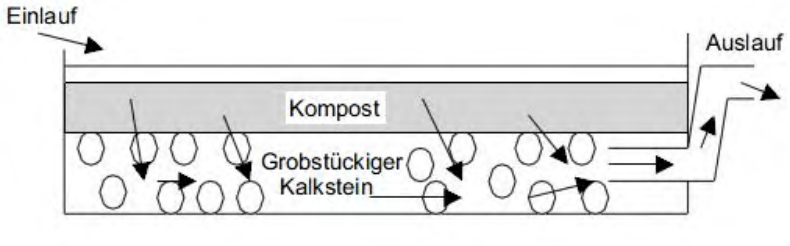


Abb. 6-6: Schematische Darstellung eines RAPS (YOUNGER 2000b)

In der organischen Substratschicht wird Fe(III) zu Fe(II) reduziert und Sauerstoff verbraucht. Dadurch können auch Grubenwässer gereinigt werden, die über jeweils höhere Konzentrationen an gelöstem Sauerstoff, Fe(III) und Al(III) (> 2 mg/l) verfügen und somit ungeeignet für die Behandlung durch ein ALD sind. Befindet sich im Grubenwasser trotz des Sauerstoffverbrauchs in der Kompostschicht weiterhin Sauerstoff, kann dies zur Ausfällung von nicht reduziertem Fe(III) innerhalb der Kalksteinbasis führen, was längerfristig eine Verstopfung der Zwischenräume der Kalksteinbruchstücke durch *coatings* zur Folge hätte. Zudem kann in der Substratschicht aufgrund des Vorhandenseins von Bakterien Sulfatreduktion stattfinden, die eine Ausfällung von Metallsulfiden bewirken kann (YOUNGER et al. 2002).

Sofern das Grubenwasser die Kompostschicht passiert hat, gelangt es in die Kalksteinbasis, in der dem Wasser Alkalinität zugeführt wird, bevor es an der Unterseite der Kalksteinbasis das System verlässt.

Im Gegensatz zu *compost wetlands* wird das Behandlungssystem vertikal durchströmt. Eine Entstehung von kurzen Fließwegen, so genannten *short cuts*, die nicht das gesamte Kompostmaterial vollständig durchströmen, wird somit vermieden. Dies führt zu einer verbesserten Reinigungsleistung. Für die Errichtung eines RAPS wird außerdem wenig Platz benötigt, jedoch wird ein Gefälle vorausgesetzt. Werden diese Faktoren berücksichtigt, gilt

das RAPS als die bevorzugte Behandlungsmethode für saure Grubenwässer (YOUNGER et al. 2002).

6.4.2.8 Surface-Catalysed Oxidation Of Ferrous Iron (SCOOFI)

Die Reinigungsmethode der SCOOFI-Reaktoren ist eine relativ junge Technologie, die sich erst in den 1990er Jahren entwickelte. Im großen Maßstab wurden dann im Jahre 2001 SCOOFI-Reaktoren von Jarvis und Younger getestet (YOUNGER et al. 2002). Generell dienen SCOOFI-Reaktoren aufgrund ihrer Kompaktheit der Reinigung von kontaminierten Grubenwässern in Gebieten mit wenig Platzangebot. Die Funktionsweise der SCOOFI-Reaktoren beruht darauf, dass Grubenwasser durch ein Medium mit hoher spezifischer Oberfläche, wie z. B. Schlacken geleitet wird. Beim Kontakt zwischen Grubenwasser und Medium wird Ocker auf den Oberflächen abgelagert, der wiederum die Oxidation von Fe(II) katalysiert und die weitere Sorption von Eisenhydroxiden begünstigt. Bei fortgeschrittener Ablagerung können die Poren des Mediums zugesetzt und die Porosität verringert werden. Deshalb muss das Medium in angemessenen Zeiträumen vom Eisenhydroxid-Belag befreit oder ersetzt werden.

Voraussetzung für die Nutzung dieser Technologie ist ein alkalisches Wasser, da die Bildung von Eisenhydroxiden (Hydrolyse) eine Freisetzung von Protonen in das Grubenwasser bedingt und keine Möglichkeit besteht, dass das System selbst Alkalinität erzeugt (STUHLBERGER et al. 2007). Generell lassen sich ungesättigte und gesättigte SCOOFI-Reaktoren voneinander unterscheiden. Gesättigte Reaktoren erlauben mehr Kontakt zwischen dem Grubenwasser und dem porösen Medium.

Das zu behandelnde Wasser muss aber schon vor dem Einleiten in den Reaktor über einen ausreichenden Gehalt an gelöstem Sauerstoff verfügen, damit die Oxidationsreaktion ablaufen kann. Der Sauerstoffgehalt kann beispielsweise durch ein vorgeschaltetes Belüftungssystem erreicht werden. Sobald eine Oxidation des Grubenwassers vor dem Eintritt in den Reaktor nicht möglich ist, können ungesättigte, vertikale SCOOFI-Reaktoren eingesetzt werden. Durch den vertikalen Bau kann das Grubenwasser gleichzeitig belüftet und Fe(II) oxidiert werden, jedoch verläuft der Entzug von Eisen aus dem Grubenwasser nicht so effektiv wie bei gesättigten Reaktoren (YOUNGER et al. 2002).

6.4.2.9 Sonstige passive Behandlungsverfahren in der Entwicklung

Neben den in diesem Kapitel beschriebenen gängigsten Behandlungsverfahren existieren noch weitere Reinigungsmethoden, die sich aber teilweise noch in der Entwicklung befinden (YOUNGER et al. 2002).

Generell werden diese zur Entfernung von Metallen verwendet, die nicht so häufig in Grubenwässern auftreten, von denen aber dennoch eine toxische Wirkung ausgehen kann. Eines dieser Verfahren ist das geschlossene Karbonatlösungssystem zur Zinkentfernung (siehe Abbildung 6-7).

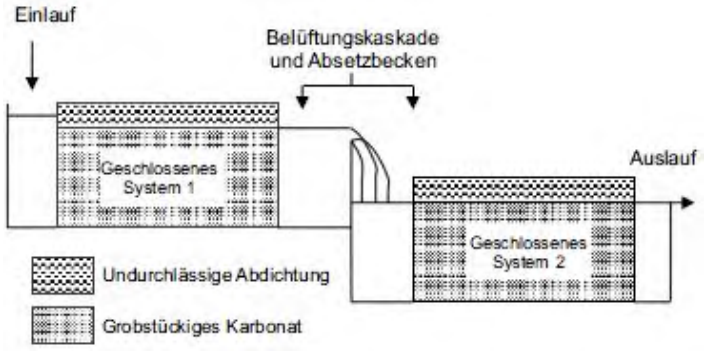


Abb. 6-7: Schematische Darstellung eines geschlossenen Karbonatlösungssystems für Zn (WOLKERSDORFER & YOUNGER 2002)

Geschlossene Karbonatlösungssysteme ähneln in ihrem Aufbau ALDs und eigenen sich insbesondere für die Entfernung von Zink aus neutralem Grubenwasser. Das Konzept des Verfahrens basiert auf der Ausfällung von Zinkkarbonaten in luftdicht verschlossenen Kalksteinbettungen, in denen der CO_2-Partialdruck über dem der Atmosphäre liegt. In der ersten Kalksteinbettung wird der pH-Wert durch die Lösung von Kalkstein angehoben. Ab einem Wert von 8,2 fällt anschließend Zink als Karbonat ($ZnCO_3$, Smithonit) aus. Bei der Überleitung in ein zweites Kalksteinbett wird bei Kontakt mit Sauerstoff erneut Zink als Hydrozinkit ($Zn_2CO_3(OH)_2$) ausgefällt. Für eine dauerhafte Nutzung muss das System regelmäßig nach einigen Stunden durchlüftet werden, um einen geeigneten CO_2-Partialdruck zu gewährleisten (YOUNGER et al. 2002; WOLKERSDORFER & YOUNGER 2002).

Ein relativ gut entwickeltes Verfahren ist der Pyrolusit-Prozess, der dem kontaminierten Grubenwasser Mn entzieht, sofern Fe schon aus dem Grubenwasser entfernt wurde. Das zu behandelnde Wasser wird bei dieser Methode durch ein mit Mn-oxidierenden Bakterien versetztes Kalksteinbett geleitet. Das im Wasser befindliche Mn reagiert mit den Bakterien, und es bildet sich ein schwarzer Belag aus MnO_2 auf der Kalksteinbasis, der im Inneren zur kristallinen Form des Pyrolusit umgewandelt wird. Ein positiver Nebeneffekt des Pyrolusit-Prozesses, der in Feldexperimenten festgestellt wur-

de, ist die gleichzeitige Entfernung von Zn und Cu aus dem Grubenwasser (YOUNGER et al. 2002).

Neben den Verfahren zur Zn- und Mn-Entfernung besteht auch ein Behandlungsverfahren zur Entfernung von hohen Konzentrationen an Arsen (As) und Cadmium (Cd) aus Fe-armen Grubenwässern. WANG & REARDON 2001 entwickelten einen Siderit-Calcit-Reaktor, der aus 2 Reaktionssäulen besteht. In eine erste mit Siderit ($FeCO_3$) gefüllte Säule wird kontaminiertes Wasser eingeleitet, was eine Lösung des Siderits bedingt und zu einer Abgabe von Fe(II) in die Lösung führt. In der zweiten Säule, die Calcit-Bruchstücke enthält und an ein Belüftungssystem angeschlossen ist, finden die Oxidation von Fe(II) zu Fe(III) und die Ausfällung von Eisenhydroxiden statt. Diese dienen als Sorptionsmittel für AsO_4^{3-}. Durch die Belüftung wird außerdem die Ausgasung von CO_2 bewirkt, das die Ausfällung von Ca und Cd als Karbonat (Calcit und Otavit, $CdCO_3$) fördert (YOUNGER et al. 2002).

6.5 Auswahlkriterien für die Anwendung von Behandlungsverfahren

Ein Behandlungsverfahren von Grubenwässern soll vor allem effizient und kostengünstig sein. Die Auswahl eines Behandlungsverfahrens kann anhand von festgelegten Kriterien zur Entscheidungsfindung erfolgen. Hierbei müssen bekannt sein:

1. Chemismus und Anfall der zu behandelnden Grubenwässer (AMD, NMD, SD),

2. Anforderungen an die Reinigungsleistung (Wirkungsgrad), um die Gewässerziele zu erreichen,

3. Standortcharakteristika (wie Flächenverfügbarkeit, Infrastruktur),

4. Invest- und Betriebskosten (Überblick s. Tab. 6-12).

Die oben aufgeführten Kriterien werden im Nachfolgenden für die einzelnen Behandlungsanlagen beschrieben. Einen Überblick über die Verfahren gibt die Tabelle 6-12.

Vor Auswahl geeigneter Verfahren ist es vor allem erforderlich, Zielwerte zur einzelfallbezogenen Abreinigung der Grubenwässer zu definieren, um die Ziele gemäß WRRL zu erreichen, und auf dieser Basis den technischen und finanziellen Aufwand verfahrensabhängig beurteilen zu können. Hierzu fehlen zum jetzigen Zeitpunkt aber noch fast alle Grundlagen wie z. B. der Jahresgang der Belastungen. Wahrscheinlich ist in vielen Fällen keine Abreinigung auf Ablaufwerte, wie sie bei der Grundwasser- und Altlastensanierung erreicht werden, erforderlich. Solche Ablaufwerte können auch nicht durch passive Anlagen, sondern nur nur durch aktive Anlagen erreicht

werden. Bei entsprechendem Aufwand sind hier sehr geringe Ablaufwerte möglich. Entsprechende Hinweise gibt z. B. der Leistungsbereich 53 des Leistungsbuchs Altlasten und Flächenentwicklung (Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz, Band 20, Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung 2004/2005).

6.5.1 Anlagentechnik ODAS

Chemische Fällungsanlagen sind Stand der Technik, sehr vielseitig und finden insbesondere ihre Anwendung bei Grubenwässern mit niedrigen pH-Werten und mehreren Schwermetallen. Generell kann die Behandlungsmethode der chemischen Fällung bei fast allen Arten und anfallenden Mengen von kontaminierten Grubenwässern verwendet werden. Sowohl hohe Sulfatgehalte als auch hohe Metallgehalte können angemessen reduziert werden (GARD GUIDE 2009). Die chemische Fällung kann einzeln oder in Verbindung mit anderen Behandlungsverfahren eingesetzt werden (ITRC – CHEMICAL PRECIPITATION 2010). Die Prozessführung kann einfach gesteuert und überwacht werden. Technische Anforderungen an eine Fällungsanlage bestehen darin, dass die Durchflussraten inklusive der saisonalen Schwankungen, der pH-Wert und die Sulfat- und die Fe(II)-Konzentration bekannt sein müssen.

Anschließend kann die Wahl der Fällungschemikalie anhand von wirtschaftlichen Aspekten getroffen werden (SKOUSEN et al. 2000). Die Entsorgung des entstehenden Schlamms, der häufig mit Sulfat oder Metallen angereichert ist (ITRC – CHEMICAL PRECIPITATION 2010), ist kostspielig, da der Schlamm in hohen Mengen anfällt und sich häufig als sehr komplex und chemisch instabil erweist (BROWN et al. 2002).

Die Effizienz der Anlage hängt von mehreren Faktoren ab: dem Durchfluss, der Art der Schwermetalle und ihren Konzentrationen, der eingesetzten Chemikalie, dem Flächenangebot und den Entsorgungsmöglichkeiten des Metallschlamms (ITRC – CHEMICAL PRECIPITATION 2010). Der Flächenbedarf einer Fällungsanlage ist sehr gering. Eine bereits installierte Fällungsanlage der ehemaligen Stolberger Zink AG reinigt auf einer Fläche von ca. 35 m² Schwermetall belastetes Grubenwasser mit einer Durchflussrate von max. 40 m³/d. Dabei wird die vorhandene Einlaufkonzentration von 100 bis 120 mg Zn/l auf 0,5 – 2 mg Zn/l gesenkt (ALTLASTENKATASTER, STÄDTE-REGION AACHEN 2011).

Generell gelten Fällungsanlagen als teure Behandlungsmaßnahmen, da sie eine stetige Zufuhr an Chemikalien und eine permanente Entsorgung des Schlamms benötigen (ITRC – CHEMICAL PRECIPITATION 2010). Investitionskosten werden laut GARD GUIDE, 2009 indikativ auf 300 bis 1.250 US-$/m³/Tag geschätzt. Die Errichtung der erwähnten Fällungsanlage der Stolberger Zink AG kostete im Jahr 1994 umgerechnet ca. 150.000 €. Die Betriebskosten sind aufgrund der Verwendung von Chemikalien für den Reinigungsprozess sehr hoch. Laut dem GARD GUIDE, 2009 belaufen diese sich

auf 0,2 bis 1,5 US-$/m³. Die Betriebskosten der Stolberger Zink AG für die installierte Fällungsanlage betragen ca. 40.000 €/a.

6.5.2 Anlagentechnik Bioreaktoren

Bioreaktoren finden Anwendung bei der Reinigung von metallreichen, sauren bis hin zu alkalischen Wässern. Dabei können sie ein breites Spektrum an Durchflussraten aufnehmen und angemessen behandeln. Diese Verfahren sind z. B. auf die Reduzierung hoher Sulfatgehalte ausgelegt, aber für NRW nicht relevant, da dieser Typ Grubenwasser in NRW nicht auftritt (s. o.). Die Beschreibung der Methode erfolgt an dieser Stelle der Vollständigkeit halber.

Die technischen Anforderungen an Bioreaktoren sind abhängig von den Standortgegebenheiten, d. h. von der Durchflussrate, dem pH-Wert, der Art und Konzentration der Schwermetalle und vom Flächenangebot. Generell sollte jedoch ein Bioreaktor mindestens 1,2 m tief sein und eine Retentionszeit von 8 – 48 h gewährleisten können. Um Metalle als Metallsulfide fällen zu können, sind pH-Werte von 5 – 7 notwendig. Aus diesem Grund sollte eine Vorbehandlung stattfinden, um die geeigneten pH-Wertbedingungen einzustellen. Bioreaktoren haben eine hohe Effizienz, was die Reduzierung von unterschiedlichen Metallspezies angeht. So können neben den häufig von anderen Behandlungsanlagen eliminierten Fe, Mn, Al und Zn auch Metalle wie Cd, Cu, Co, Ni und Pb aus dem Grubenwasser entfernt werden (ITRC – BIOCHEMICAL REACTORS 2010).

Adäquat installierte Systeme können die Metallkonzentrationen um bis zu 95 % senken (REISMAN et al. 2009). Die Effizienz einer Anlage kann nur dann gesteigert werden, wenn der Durchfluss durch den Reaktor konstant gehalten wird. Die Temperaturbedingungen beeinträchtigen jedoch die Leistung eines Bioreaktors stark. Bei längeren Kälteperioden wird die Reinigungsleistung deutlich verringert, da die mikrobielle Aktivität geringer wird. Um dies zu vermeiden, können Bioreaktoren, die im Untergrund eingebaut sind, isoliert oder die Temperatur des zulaufenden Grubenwassers reguliert werden. Die Temperaturregulation ist jedoch mit zusätzlichen Betriebskosten verbunden. Des Weiteren sollte der Kontakt zwischen sulfatreduzierenden Bakterien und Sauerstoff vermieden werden, da im Reaktor anaerobe Bedingungen herrschen müssen, um eine angemessene Reinigung des Wassers zu erreichen.

Die Größe bzw. die für den Bau benötigte Fläche eines Bioreaktors ist abhängig von der Höhe der Metallkonzentration, dem pH-Wert, dem Durchfluss und der Retentionszeit. Bei höheren Konzentrationen wird ein größeres System benötigt, das auch eine höhere Retentionszeit und eine geringere Durchflussrate erlaubt (ITRC – BIOCHEMICAL REACTORS 2010).

Die Investitionskosten eines Bioreaktors sind – aufgrund zusätzlicher Behandlungssysteme wie Sedimentationsbecken oder Systemen zur pH-Wert-

anpassung – hoch. Generell sind aber die Betriebskosten eines Bioreaktors geringer als bei anderen aktiven Behandlungssystemen, da sie keine stetige Zugabe an Energie oder Chemikalien erfordern. Betriebskosten fallen hauptsächlich für die Entsorgung des Schlamms an, der beim Reinigungsprozess im Reaktor durch die Sulfatreduktion entsteht (ITRC – BIOCHEMICAL REACTORS 2010).

6.5.3 Anlagentechnik Sedimentationsbecken

Sedimentationsbecken finden Anwendung in der Entfernung von hohen Metallgehalten aus alkalischen Wässern. Durch langsame Strömungsgeschwindigkeiten können sich oxidierte Metalle am Boden des Beckens ablagern. Angewendet werden die Sedimentationsbecken meist bei Fe-Gehalten > 5 mg/l. Ein Sedimentationsbecken kann nur bei Fe-Gehalten bis zu 30 mg/l verwendet werden. Befindet sich ein höherer Gehalt an Fe im Grubenwasser, so muss ein zweites Sedimentationsbecken installiert werden. Häufig wird diese Behandlungsmethode als Vorstufe für eine weitere passive Behandlung, wie z. B. aerobic wetlands verwendet, da sich die Entfernung von abgelagerten Metallausfällungen als wesentlich einfacher darstellt als bei bepflanzten *wetlands*. Sedimentationsbecken wurden z. B. in einem Projekt der UK Coal Authority im Jahre 2003 mit dem Ziel eingesetzt, mindestens 50 % des Metallgehaltes aus dem Grubenwasser zu reduzieren (PIRAMID 2003).

Weitere technische Anforderungen werden an die Retentionszeit gestellt, die in einem Bereich von 8 bis 72 h liegen sollte, um eine angemessene Entfernung der Schwermetalle zu garantieren. Standard-Retentionszeiten liegen bei 48 h. Das Verhältnis von Länge zur Breite des Sedimentationsbeckens sollte zwischen 2 : 1 und 5 : 1 liegen. Bei großen Sedimentationsbecken ist eine Strömungslenkung erforderlich, um die gewählten Retentionszeiten zu erreichen. Das Sedimentationsbecken sollte eine ausreichende Tiefe von mindestens 3 m besitzen, um die horizontalen Strömungsgeschwindigkeiten durch Ablagerungen von Metallausfällungen nicht zu verlangsamen. Ein minimaler pH-Wert muss also vor der Einleitung in ein Sedimentationsbecken eingestellt werden (PIRAMID 2003).

Die Effizienz von Sedimentationsbecken ist stark abhängig von der Schlammbildung durch ausgefällte Metalle, da ein Zusetzen des Beckens eine ineffizientere Reinigungsleistung des Systems zur Folge hat. Generell kann der Metallgehalt bei Verwendung eines Sedimentationsbeckens nicht unter 5 mg/l reduziert werden. Aus diesem Grund ist die Nachbehandlung mit einem weiteren System notwendig. Der Sulfatgehalt wird mit Hilfe eines Sedimentationsbeckens nicht merklich vermindert. Die Effizienz der Anlage ist auch abhängig vom pH-Wert. Ist dieser zu niedrig, bilden sich keine Hydroxide, die abgelagert werden können (PIRAMID 2003).

Der Flächenbedarf eines Sedimentationsbeckens lässt sich mit drei verschiedenen Methoden berechnen. Zum einen kann die Berechnung der Flä-

che analog zu den *wetlands* durchgeführt werden. Der R_A-Wert beträgt für Sedimentationsbecken 10 g/(m²*d). Als einfache Methode zur Flächenberechnung nach PIRAMID 2003 gilt, dass 100 m² Fläche des Sedimentationsbeckens für jeden Liter pro Sekunde Grubenwasser veranschlagt werden. Zum anderen kann eine Volumenbestimmung nach der hydraulischen Rückhaltezeit (Retentionszeit) durchgeführt werden, mit der die benötigte Fläche berechnet werden kann (prozentualer Eisenrückhalt = 2 x die hydraulische Rückhaltezeit [h]). Die hydraulische Rückhaltezeit soll 48 h betragen (PIRAMID 2003).

Daten zu den Kosten eines Sedimentationsbeckens sind kaum in der Literatur vorhanden. SKOUSEN & ZIEMKIEWICZ 2005 untersuchten die Leistungen von insgesamt 116 passiven Behandlungsverfahren, darunter 11 Sedimentationsbecken. Dabei wurden durchschnittliche Investitionskosten für Sedimentationsbecken von 10.000 US-$ berechnet. Generell sind die Betriebskosten des passiven Systems gering, jedoch müssen Kosten für die Entfernung von Metallablagerungen aus dem Becken aufgebracht werden.

6.5.4 Anlagentechnik Belüftungssysteme

Belüftungssysteme befinden sich nur bei Grubenwässern mit einem geringen DO-Gehalt in Anwendung. Ziel ist dabei, die Grubenwässer mit Sauerstoff anzureichern, um Fe(II) zu Fe(III) zu oxidieren. Fe(III) kann bereits bei pH-Werten von 7, Fe(II) erst bei pH 8,5 ausgefällt werden. Belüftungssysteme gelten dabei nur als passive Systeme, wenn ihnen zusätzlich keine Energie zugeführt wird, d. h. die Systeme werden durch Gravitation angetrieben. Anwendbar sind Belüftungssysteme auch bei unterschiedlich starken Durchflüssen (ITRC – AERATION TREATMENT SYSTEMS 2010).

Am häufigsten werden Kaskaden als Belüftungssystem angewandt (YOUNGER et al. 2002). Diese erfordern für eine angemessene Oxidation von Fe(II) eine bestimmte bautechnische Ausführung. Kaskaden sollten aus mindestens 3 bis 4 Stufen bestehen, über die das Wasser als dünner Film läuft. Durch die erhöhte Oberfläche kann so mehr Sauerstoff in das Wasser eingetragen werden. Jede Stufe sollte dabei eine Höhe von mindestens 70 cm und eine Breite von 10 cm je l/s von zu behandelndem Grubenwasser haben. Der Wasserfluss über die Kaskaden sollte flach und turbulent gehalten werden. Sind diese technischen Anforderungen erfüllt, können Kaskaden so viel Sauerstoff in das Wasser eintragen, dass sie bis zu 30 mg/l Fe(II) oxidieren. Sollen mehr als 30 mg/l Fe(II) oxidiert werden, so muss, ähnlich den Sedimentationsbecken, ein zweites Kaskadensystem installiert werden (YOUNGER et al. 2002). Die Effizienz von Belüftungsanlagen allgemein wird auch durch die Ausgasung von CO_2 erhöht, da bei diesem Prozess der pH-Wert angehoben wird. Belüftungsanlagen sind in Verbindung mit nachfolgenden Behandlungsanlagen am effizientesten (ITRC – AERATION TREATMENT SYSTEMS 2010).

Das Belüftungssystem, welches mit 900 mg/l Fe(II) die höchste Oxidationsrate aufweist, ist die in-line Venturi-Belüftung. Belüftungssysteme, wie Kaskaden, können aufgrund der geringeren Größe auf unterschiedlichsten Flächen installiert werden. Dabei muss aber beachtet werden, dass die Systeme durch die Gravitation angetrieben werden, d. h. es muss ein Gefälle vorhanden sein.

Generell sind für die Errichtung von Belüftungssystemen und deren Betrieb in der ausgewerteten Literatur keine Daten für Kosten vorhanden. Sie dürften jedoch gering sein und es kann davon ausgegangen werden, dass die Behandlungskosten von Grubenwässern durch die Vorbehandlung mittels Belüftungssystemen reduziert werden (ITRC – AERATION TREATMENT SYSTEMS 2010).

6.5.5 Anlagentechnik *aerobic wetlands*

Aerobic wetlands werden für die Behandlung von neutralen bis alkalischen Wässern verwendet. Sie gelten als erprobte Technologie bei der Reinigung von Grubenwässern mit Eisen als Hauptkontaminante und geringen Gehalten an Mn, Al und Zn. Sulfat kann nicht mit Hilfe eines aeroben Feuchtgebietes aus dem Grubenwasser entfernt werden (YOUNGER et al. 2002). Eignet sich ein *aerobic wetland* für die Reinigung eines Grubenwassers, so sollten bei der Errichtung die folgenden technischen Anforderungen beachtet werden:

- Die Oberfläche des Feuchtgebietes sollte uneben sein, um eine geradlinige Strömung zu verhindern.

- Rechteckige Strukturen innerhalb des Feuchtgebietes müssen vermieden werden, um einen durchgehenden Durchfluss zu gewährleisten.

- Die Verteilung des einfließenden Wassers muss über die gesamte Breite des *wetlands* erfolgen.

- Das Wasser sollte 15 bis 25 cm tief sein, um das Pflanzenwachstum zu optimieren.

- Die Anlage eines 0,5 bis 2 m hohen Freibords ist erforderlich, um bei starken Niederschlägen einen Überlauf zu vermeiden und Platz zur Ablagerung von ausgefällten Metallen oder Pflanzenresten zu schaffen.

Die Effizienz eines aerobic wetlands hängt von der Konzentration der gelösten Metalle, dem Gehalt an gelöstem Sauerstoff, dem pH-Wert und der Retentionszeit des Wassers im System ab. Typische Entzugsraten nach HEDIN et al. 1994 belaufen sich bei Fe auf 10 bis 20 g/(m²*d) und für Mn auf 0,5 – 1 g/(m²*d).

Der Flächenbedarf (A) eines *aerobic wetlands* lässt sich nach YOUNGER et al. 2002 durch die folgende Formel berechnen:

$$A = (Q_d * (C_{Ein}-C_{Aus}))/R_A$$

C_{Ein}: Konzentration des Zuflusses [mg/l]
C_{Aus}: Konzentration nach der Behandlung [mg/l]
R_A: erforderliche Metallentzugsrate [g/m²*d]
Q_d: täglicher Durchfluss [l/d]

Der R_A-Wert (area-adjusted contaminant removal rate) ist ein Referenzwert, der aus der Überwachung von mehreren wetlands in den USA abgeleitet wurde. Bei der Berechnung der Fläche steht der R_A-Wert jeweils nur für eine Metallspezies, d. h. sind Fe und Mn im zu behandelnden Grubenwasser enthalten, so müssen die Flächen für Fe und Mn getrennt voneinander berechnet werden (YOUNGER et al. 2002). In Tabelle 6-2 sind typische R_A-Werte für eine routinemäßige Installation nach HEDIN et al. 1994 dargestellt. Diese ergeben aber meist größere Flächen, als für eine Reinigung des Grubenwassers erforderlich sind.

Tab. 6-2: Typische R_A-Werte (nach HEDIN et al. 1994)

Metallspezies	R_A-Wert [g/(m²*d)]
Fe	10
Mn	0,5

Ein großer Vorteil von *wetlands* sind die relativ geringen Betriebskosten. Generell belaufen sich die Investitionskosten nach WATERS et al. 2003 auf ca. 5.000 bis 40.000 €.

Beispiel Hachener Teich

Die Anlage besteht aus einer Kalkrinne, Flachwasserschilf und einem Absetzbecken. Die Baukosten lagen bei ca. 30.000 €. Betriebskosten fallen – außer Monitoring – nicht an.

Der Durchsatz liegt bei 3 bis 4 m^3/h. Es ist empfehlenswert, hohe Zuflussspitzen (Starkregen, Schneeschmelze) im *bypass* direkt in das Gewässer abzuleiten, da sonst die Reinigungsleistung stark sinkt. Die Reinigungsleistung ist auch temperaturabhängig und geht in der kalten Jahreszeit zurück. Insgesamt werden die Belastungen (nur) mit wechselnden Ablaufleistungen gemindert, aber nicht wie in einer technischen Anlage abgereinigt. Deshalb können auch Ablaufwerte noch über Einleitgrenzwerten liegen. Die Akzeptanz der Behörden für eine solche Minderungsmaßnahme ist wichtig.

Es gibt noch keine Erfahrungen mit einem Schilfaustausch. Die Entsorgungskosten der abgelagerten Schlämme verursachen die größten Kosten.

Weitere Beispiele für Pilotanlagen

Bei der Wismut GmbH wird seit1998 das Wasser aus der Pöhla über eine Pilotanlage gereinigt. Im Jahr 2003 erfolgte die Errichtung einer passiv/biologischen Wasserbehandlungsanlage. Mit der Anlage werden ca. 15 bis 20 m³/h Grubenwasser behandelt und anschließend über den Schildbach in den Luchsbach abgegeben. Weitere Angaben waren nicht verfügbar.

Die RAG betrieb zwischen 2007 und 2010 eine Versuchsanlage in Containern am Standort Concordia zur Aufbereitung von Grubenwässern, v. a. Eisen (bis zu 18 mg/l im Zulauf). Da diese hoch salinar (circa Meerwasserkonzentration) und warm sind, bestehen besondere Anforderungen an die Schilfauswahl. Die Schilfsorte *Spartina anglica* hat sich am besten bewährt. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen (DMT 2010).

Die Ablaufkonzentrationen liegen bei 4 bis 2 mg/l je nach Verweilzeiten im Feuchtgebiet (0,067 $m^3/m^2/h$ und 0,017$m^3/m^2/h$). Die passive Anlage kann durch aktive Anlagenteile (Flockungsmittelzugabe, Belüftung, Schlammsedimentation) unterstützt werden. Aufgrund des Forschungscharakters der Pilotanlage können keine Angaben zu Kosten gemacht werden.

6.5.6 Anlagentechnik *compost wetlands*

Compost wetlands dienen zur Behandlung von sauren Grubenwässern (pH 3 bis 4,5) mit relativ hohen Metallgehalten (GARD GUIDE 2009). Sie können bei Al-, Fe(III)- und einem DO-Gehalt von jeweils > 1 mg/l angewendet werden (WATZLAF et al. 2004).

Bei der Errichtung eines *compost wetlands* müssen mehrere technische Anforderungen beachtet werden. Die Wassertiefe über der anoxischen Schicht sollte max. 0,15 m betragen. Die Behandlungsschicht selbst muss eine hohe Permeabilität aufweisen, sulfatreduzierende Bakterien enthalten und darf eine Dicke von 0,5 m nicht überschreiten. Die hydraulische Leitfähigkeit sollte zwischen 0,01 und 1 m/d liegen (YOUNGER et al. 2002). Generell kann eine Reinigung von kontaminiertem Grubenwasser nur gewährleistet werden, wenn geringe Durchflussraten und weniger als 500 mg/l $CaCO_3$-Äquivalent Azidität im zu behandelnden Wasser vorliegen (ZIEMKIEWICZ et al. 2003; WATERS et al. 2003).

Im Gegensatz zu *aerobic wetlands* können *compost wetlands* weitaus mehr Alkalinität erzeugen und eignen sich somit auch für saure Grubenwässer (PIRAMID 2003). Der Sulfatgehalt kann zusätzlich um ca. 20 % reduziert werden, sofern der Sauerstoff im System vollständig verbraucht und Fe(III) zu Fe(II) durch Bakterien reduziert ist (YOUNGER et al. 2002). Des Weiteren können neben Fe, Mn, Al und Zn, die im *aerobic wetland* eliminiert werden,

auch Cu und Cd dem Grubenwasser entzogen werden. Die Reihenfolge Fe > Al > Cu > Zn > Cd > Mn, in der die Metalle entfernt werden, richtet sich nach deren Löslichkeit.

Der Flächenbedarf eines *compost wetlands* wird wie bei einem *aerobic wetland* über die Gleichung in Abschnitt 6.5.5 berechnet. Jedoch wird R_A durch einen Wert von 3,5 – 7 g/(m²*d) für die gesamte Azidität (in $CaCO_3$) ersetzt. Im Allgemeinen ist der Flächenbedarf bis zu 6-mal höher als bei *aerobic wetlands* (U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR – BUREAU OF LAND MANAGEMENT 2003).

Compost wetlands zeichnen sich, wie fast alle passiven Systeme, durch ihre geringen Betriebskosten aus. Nach WATERS et al. 2003 belaufen sich die Investitionskosten auf ca. 5.000 bis 200.000 €. Je nach pH-Wert, Durchfluss und der Art und Menge der Schwermetalle erhöhen sich die Fläche und somit auch die Investitionskosten für *compost wetlands* (SKOUSEN & ZIEMKIEWICZ 2005).

6.5.7 Anlagentechnik ALD

Anoxische Karbonatkanäle finden Anwendung bei Grubenwässern mit niedrigen pH-Werten. Sie heben aufgrund ihrer neutralisierenden Eigenschaften den pH-Wert an. Metallionen und Sulfat werden durch die Verwendung eines ALDs dem Grubenwasser jedoch nicht ausreichend entzogen, um ALDs als alleinige Behandlungsmethode bei metallhaltigen Grubenwässern anzuwenden (PIRAMID 2003). ALDs müssen mehrere technische Anforderungen erfüllen, um einen ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage und eine Reinigung des kontaminierten Grubenwassers zu garantieren. Zum einen müssen im Bereich des Kalksteinbetts anoxische Bedingungen herrschen, um eine Oxidation von Fe(II) zu Fe(III) zu vermeiden. Aus diesem Grund sollte auch der Gehalt an gelöstem Sauerstoff (DO) im Wasser weniger als 1 mg/l betragen. Zum anderen sollten die Konzentrationen von Fe(III) und Al(III) 1 mg/l nicht übersteigen, da sonst die Hydrolyse auch unter anoxischen Bedingungen stattfinden kann. Generell **sollten nur Grubenwässer mit pH-Werten ≤ 4,5 in ALDs** behandelt werden, da sonst bei höheren pH-Werten die Gefahr der Ausfällung der Metallionen besteht (SKOUSEN 1998; YOUNGER et al. 2002).

Sofern nur 10 % des gesamten Eisenanteils als Fe(III) im Wasser vorliegt, kann der DO-Gehalt auch bis zu 2 mg/l betragen und bis 25 mg/l Al im Wasser vorhanden sein. Bei Wässern mit Sulfatgehalten > 1.500 mg/l kann zusätzlich auch Gips ausfallen (NAIRN et al. 1991). Des Weiteren sollte für eine effektive pH-Wert-Anhebung eine Retentionszeit t_R von 15 h (t_R = gesamtes Porenvolumen/durchschnittlichen Durchfluss durch das ALD) gewährleistet werden (SKOUSEN 1998).

ALDs erreichen ihre maximale Effizienz bei einer Tiefe von 2 m und einer Breite von 6 m (YOUNGER et al. 2002). Da ALDs nur eine limitierte Fähig-

keit besitzen, Metalle aus dem Wasser zu entfernen, bezieht sich die Effizienz einer solchen Anlage nur auf das Potenzial, den pH-Wert zu erhöhen. Dies wird in der Fachliteratur durch die Alkalinitätsproduktion in $CaCO_3$-Äquivalenten ausgedrückt. Die Höhe der generierten Alkalinität steht dabei im Verhältnis zur Durchflussrate, Retentionszeit und Menge an Kalkstein im ALD (CRAVOTTA 2003). Nach WATZLAF et al. 2000 erreicht die Alkalinitätsproduktion maximale Werte von 150 bis 300 mg/l (als $CaCO_3$-Äquivalente) bei Retentionszeiten zwischen 14 h und 23 h. Generell beläuft sich die „Lebensspanne" eines ALDs auf ca. 15 bis 25 a (ITRC – ANOXIC LIMESTONE DRAINS 2010).

Die Effizienz eines ALDs ist abhängig von der Menge des eingebauten Kalksteins. Um den Flächenbedarf einer Anlage zu ermitteln, muss die Menge an Kalkstein berechnet werden, die für die Pufferung des pH-Wertes ausreichend ist. Eine Gleichung, die häufig zu diesem Zweck verwendet wird, lautet (SKOUSEN 1998):

$$M = [Q * \rho * t/V] + [Q * C * T/x] \qquad (21)$$

M: Masse des Kalksteins [t]
Q: Durchfluss [l/min]
ρ: Schüttdichte der Kalksteine [kg/m³]
t: Retentionszeit [h]
V: Porenvolumenanteil des Kalksteins [-]
C: Zielvorgabe Alkalinität im Abfluss [mg/l]
T: Zielvorgabe Standzeit der Anlage [a]
x: der $CaCO_3$-Gehalt des Kalksteins [-]

Typische Werte sind hier für t: 14 – 24 h, für C: 200 – 300 mg/l $CaCO_3$-Äquivalent und für T: 20 – 25 a. Mit der ermittelten Masse an Kalkstein kann dann über das Volumen auch die Querschnittsfläche des Systems berechnet werden (YOUNGER et al. 2002).

Im Vergleich zu den Kosten aktiver Verfahren sind ALDs eine kostengünstige Alternative, dem Grubenwasser Alkalinität zuzufügen. Investitionskosten bestehen aus der Beschaffung von Kalkstein, dem Transport des Materials sowie dem Bau der Anlage und variieren von ca. 2.000 bis 120.000 € (WATERS et al. 2003). Die Betriebskosten sind sehr gering und betragen 0,20 €/m³ durchfließendes Wasser (ITRC – ANOXIC LIMESTONE DRAINS 2010).

6.5.8 Anlagentechnik OLD

Oxische Karbonatkanäle finden Anwendung bei sauren Grubenwässern, deren pH-Wert angehoben werden soll und die über weite Strecken abgeleitet werden müssen. OLDs können aufgrund ihrer geringen Tiefe auch auf Fels installiert werden. Im Gegensatz zu ALDs können auch Grubenwässer mit moderatem Metallionen-Gehalt behandelt werden, da verkrusteter Kalkstein leicht ersetzt werden kann (SKOUSEN 1998).

Um eine effektive Reinigung von AMD zu gewährleisten, muss ein OLD folgenden technischen Anforderungen entsprechen: Die Fließgeschwindigkeit muss > 0,1 m/min betragen, damit ausgefällte Hydroxide in Suspension bleiben. Die Retentionszeit sollte ca. 3 h betragen, d. h. eine geeignete Hangneigung von > 20 % muss vorhanden sein; Fe(III)- und Al(III)-Konzentrationen sollten im Wertebereich zwischen 10 – 20 mg/l und die Azidität bei ≤ 90 mg/l $CaCO_3$-Äquivalenten liegen (PIRAMID 2003, YOUNGER et al. 2002). Die verwendeten Kalksteinblöcke in den Kanälen sollten mind. eine 10 cm lange Längs- und eine 3 cm lange Querachse aufweisen (YOUNGER et al. 2002).

Die Effizienz von OLDs im Gegensatz zu ALD ist bezogen auf die Steigerung des pH-Wertes wesentlich geringer. OLDs können nur so viel Alkalinität generieren, dass sie den pH-Wert auf 7,5 anheben (WATERS et al. 2003). Ausgefällte Hydroxide werden nur geringfügig aus dem Grubenwasser eliminiert oder reduziert, dafür aber in Suspension gehalten. Dementsprechend muss nach dem OLD ein Behandlungssystem zur Entfernung der Metallfracht installiert werden. Mit Hydroxiden verkrustete Kalksteine können einfach ausgetauscht werden (YOUNGER et al. 2002).

Der Flächenbedarf eines OLDs ist sehr gering und kann auch bei unwegsamem Gelände und über längere Strecken errichtet werden. Ein künstlich angelegter Kanal kann auch durch einen natürlichen Bachlauf ersetzt werden, der mit Kalksteinen befüllt wird.

Die Investitionskosten liegen laut WATERS et al. 2003 je nach Länge und Größe des Systems in einem Bereich zwischen ca. 15.000 und 100.000 €. Die Betriebskosten sind eher als gering einzustufen. Detaillierte Daten hierzu sind aber in der Fachliteratur nicht vorhanden.

Beispiel Hachener Teich

- 60 m Länge, Durchsatz 5 – 6 m^3/h, 60.000 € Invest.
- Alle 2 – 4 Jahre muss der Kalk ausgetauscht werden. Die Kosten liegen bei ca. 5.000 €.
- Unterhalt: keine direkten Kosten. Indirekte Kosten: regelmäßiges Freischneiden: ca. 30.000 €/a.
- Umfangreiches Monitoring.

6.5.9 Anlagentechnik RAPS

Ein RAPS findet Anwendung bei der Behandlung von saurem Grubenwasser mit hohen Metallgehalten. Das System ist die weiterentwickelte Form eines ALDs und dient dazu, dem Grubenwasser Alkalinität zuzuführen. Gegenüber einem ALD können mit einem RAPS weitaus höhere Fe(III)-, Al- und DO-Gehalte als jeweils 1 mg/l behandelt werden (PIRAMID 2003). Bei dem Bau eines RAPS sollten folgende technischen Anforderungen beachtet werden: Die Wassertiefe sollte 1 bis 3 m betragen, die Kompostschicht darunter sollte ca. 0,2 bis 0,6 cm mächtig sein und die Kalksteinschicht sollte eine Mächtigkeit von 0,5 bis 1 m haben. Um ein Zusetzen der Kalksteinschicht mit ausgefällten Metallionen zu vermeiden, muss ein ausreichend großer Gradient vorhanden sein (SKOUSEN et al., 1998). Da RAPS zur pH-Wert-Anhebung und zur Reduktion von Fe(III) zu Fe(II) installiert werden, wird dem System ein weiteres Behandlungsverfahren, wie z. B. ein aerobic wetland oder Sedimentationsbecken nachgeschaltet werden (PIRAMID 2003).

Generell sind RAPS effizienter als ALDs, was an der Reduktion von Fe(III) zu Fe(II) durch sulfatreduzierende Bakterien liegt. Hierdurch wird verhindert, dass Fe(III) ausfällt und die Poren des Systems verstopft. Der Gehalt an Fe wird aber trotz der einsetzenden Sulfatreduktion in der Kompostschicht nur geringfügig reduziert, indem Fe-Sulfide gebildet werden. Das Potenzial, Azidität zu neutralisieren, liegt zwischen 35 und 400 mg/l $CaCO_3$-Äquivalent. Die Alkalinitätsproduktionsrate beträgt für RAPS 40 – 60 g/(m²*d) (GARD GUIDE 2009).

Der Flächenbedarf eines RAPS lässt sich nach ähnlichen Prinzipien wie bei einem ALD berechnen (siehe Abschnitt 6.5.7). Nach PIRAMID 2003 wird angenommen, dass für den Bau eines RAPS 20 % weniger Fläche als bei einem *compost wetland* benötigt werden.

Die Kosten für die Installation eines RAPS belaufen sich nach WATERS et al. 2003 auf ca. 10.000 bis 250.000 €. SKOUSEN & ZIEMKIEWICZ 2005 ermittelten einen durchschnittlichen Wert von ca. 40.000 € an Investitionskosten für 15 getestete RAPS. Die Betriebskosten sind aufgrund der passiven Behandlungsweise gering.

6.5.10 Anlagentechnik SCOOFI

SCOOFI-Reaktoren werden zur Eisenentfernung aus alkalischen Grubenwässern bei akutem Platzmangel verwendet.

Technische Anforderungen liegen im offenen Bau von Reaktoren, um die Oxidation des Wassers nicht zu unterbinden. Außerdem dürfen die zu behandelnden Wässer keinen höheren Fe-Gehalt als 50 mg/l haben, da sonst keine effektive Behandlung gewährleistet werden kann (YOUNGER et al., 2002). Gesättigte Reaktoren sind effizienter als ungesättigte Reaktoren, da sie eine höhere Entzugsrate für Fe aufweisen. Ungesättigte Reaktoren kön-

nen die Fe-Konzentration von 5 mg/l auf 0,5 mg/l reduzieren und 50 % des im Grubenwasser vorhandenen Mn entfernen (PIRAMID 2003). Generell können gesättigte Reaktoren mehrere Hundert g Fe/m³*d, ungesättigte Reaktoren dagegen nur max. 12 g Fe/m³*d entfernen. Beide Reaktoren haben entsprechend unterschiedliche Durchflusszeiten für das Grubenwasser.

Der Flächenbedarf ist von allen hier beschriebenen Anlagen der geringste und beträgt nur wenige Quadratmeter.

Da SCOOFI-Reaktoren bisher nur als **Pilotanlagen** installiert wurden, sind bislang keine Daten zu Investitions- und Betriebskosten in der Literatur verfügbar.

6.6 Anlagenvergleich

Die Auswahl eines geeigneten Behandlungsverfahrens hängt von den verschiedenen Eigenschaften eines Systems und den gegebenen Standortcharakteristika ab. Die in vorangegangenen Abschnitten mit den Auswahlkriterien aufgeführten Behandlungsmethoden werden nachfolgend miteinander verglichen und bewertet.

Bevor ein Verfahren ausgewählt wird, müssen die chemischen Eigenschaften und die Abflussmengen des austretenden Grubenwassers ermittelt werden. Dies bezieht sich auf die Durchschnittswerte und die Minima und Maxima im Jahresgang.

Bei der Wahl zwischen passivem oder aktivem Behandlungsverfahren spielen insbesondere die Dringlichkeit und die Kosten eine wichtige Rolle. Aktive Maßnahmen, wie die chemische Fällung oder die Membrantechnologie, erzielen schnell und dauerhaft nach Beginn der Behandlungsmaßnahme durch die präzise Prozesssteuerung gute schadstoffreduzierende oder pH-regulierende Ergebnisse. Jedoch ist die Verwendung der aktiven Maßnahmen mit sehr hohen Betriebskosten und teilweise auch mit sehr hohen Konstruktionskosten verbunden.

Passive Maßnahmen eignen sich nicht zur Behandlung von stark kontaminierten Grubenwässern und erzielen erst nach längerer Standzeit und Einstellung des Systems die gewünschten Ergebnisse. Dies kann mehrere Jahre dauern (siehe Beispiel Hachener Teich). Dafür sind meist bei kleinen bis mittleren Anlagen geringere Investitionskosten aufzubringen und die Betriebskosten sind wesentlich niedriger als die der aktiven Maßnahmen.

In Tabelle 6-3 werden aktive und passive Verfahren miteinander verglichen und bewertet. Ist die Auswahl für eine aktive oder passive Behandlungsanlage getroffen, muss entschieden werden, welches spezielle Verfahren sich für die Reinigung des Grubenwassers eignet. Im Folgenden werden die aktiven und die passiven Verfahren verglichen.

Tab. 6-3: Vergleich und Bewertung von aktiven und passiven Verfahren, mit Bewertungsattributen „+“: positiv, „0“: neutral, „-“: negativ (ILLGUTH 2011)

	aktive Verfahren	Bewertung	passive Verfahren	Bewertung
Anwendungs-bereich	Anwendung bei niedrigen bis hohen Abflussmengen, allen Arten und hohen Metall- und Sulfatkonzentrationen	+	Anwendung bei geringen bis moderaten Abfluss-mengen, Metallkonzentrati-onen und Sulfatgehalten	0
pH-Bereich	sauer bis alkalisch	+	pH > 5	0
Effizienz	hohe Reinigungsleistung	+	erreichte Wasserqualität schlechter als bei aktiven Methoden	0
Flächenbedarf	gering	+	generell größerer Flächendarf	-
Anfall von Se-kundärabfällen	hoch	-	gering	+
Investitions-kosten	höher als bei passiven Verfahren	0	bei kleinen bis mittleren Anlagen meist geringer als bei aktiven Verfahren	+
Betriebskosten	hoch	-	gering	+

Aktive Behandlungsverfahren gelten aufgrund ihrer langjährigen Anwendung als erprobte Technologien, die aber alle unterschiedliche, verfahrensabhängige Vor- und Nachteile haben. Der Tabelle 6-4 ist zu entnehmen, dass die chemische Fällung sich zwar für alle Grubenwassertypen eignet und sie angemessen reinigen kann, aber hohe Betriebskosten durch die Entsorgung von sekundären Schlämmen und den stetigen Einsatz an Chemikalien anfallen.

Bei Grubenwässern mit moderaten Metallgehalten und einem schwach sauren pH-Wert sind die Bioreaktoren der chemischen Fällung vorzuziehen, da geringere Kosten im Betrieb anfallen. Muss jedoch stark kontaminiertes Wasser mit sehr niedrigem pH-Wert gereinigt werden, eignet sich am ehesten die chemische Fällung, da diese die beste Reinigungsleistung bei allerdings höheren Kosten hat. Eine Entscheidungshilfe zur Auswahl eines aktiven Behandlungsverfahrens findet sich in Tabelle 6-4. Bei der Gegenüberstellung in Tabelle 6-4 wurden Bioreaktoren, obwohl sie für NRW wahrscheinlich keine Rolle spielen werden (s.o.), berücksichtigt, da es sich international um ein gängiges Verfahren handelt, zu dem entsprechend viele Hintergrundinformationen vorliegen. Die im Rahmen dieses Gutachtens erwähnten und erläuterten Verfahren mittels Ionentauscher (Abschn. 6.4.1.2)

und Membranfiltration (Abschn. 6.4.1.3), stellen immer sehr spezifische Einzelfalllösungen dar, so dass es nicht sinnvoll ist, sie im Rahmen einer verallgemeinernden Gegenüberstellung, wie sie in Tabelle 6-4 erfolgte, zu berücksichtigen.

Tab. 6-4: Vergleich und Bewertung der zwei aktiven Behandlungsverfahren, mit Bewertungsattributen „+“: positiv, „0“: neutral, „-“: negativ (ILLGUTH 2011)

	ODAS	Bewertung	Bioreaktoren	Bewertung
Anwendungsbereich	hohe Metall- und SO_4^{2-}-Gehalte	+	moderate Metall- und hohe Sulfatgehalte	0
pH-Bereich	sauer bis alkalisch	+	pH 5 – 7	0
technische Anforderungen	Sekundärschlamm-entsorgung	+	Anpassung des pH-Wertes, der Abfluss-mengen und der Metallkonzentrationen durch Vorbehandlung	-
Effizienz	höhere Reini-gungsleistung als Bioreaktor	+	geringere Reinigungs-leistung als ODAS	0
Flächenbedarf	abhängig von Gewässerchemie und Abflussmenge	+	abhängig von Gewässerchemie und Abflussmengen	+
Anfall sekundärer Abfälle	sehr hoch	-	moderat	0
Zufuhr von Zusatzstoffen	sehr hoch	-	moderat	0
Investitionskosten	hoch	+	hoch	+
Betriebskosten	moderat	0	moderat	0

Sofern die Entscheidung getroffen wird, passive Verfahren zur Dekontamination von Grubenwässern zu verwenden, muss das Verfahren vor allem auf den pH-Wert des zu behandelnden Grubenwassers abgestellt werden. Ist dieser niedrig, sollte eine Methode ausgewählt werden, die dem Grubenwasser Alkalinität zuführen kann, um Metallionen in einem späteren Behandlungsschritt leichter auszufällen.

Zu den Behandlungsverfahren, die den pH-Wert erhöhen, gehören *compost wetlands*, ALDs, OLDs und RAPS. *Compost wetlands* können dem Grubenwasser nur durch die Sulfatreduktion in der Kompostschicht Alkalinität zuführen. RAPS hingegen haben durch die zusätzliche Kalksteinschicht von

allen genannten Verfahren die höchste Alkalinitätsproduktion und sind bei Eignung des Verfahrens für ein vorliegendes Grubenwasser den anderen Methoden vorzuziehen.

ALDs sind aufgrund der technischen Anforderungen nur bedingt anwendbar und werden nicht als alleinige Methode verwendet, da keine Reduktion der Metallgehalte erreicht wird.

OLDs und RAPS benötigen ebenfalls ein nachgeschaltetes Behandlungssystem, um oxidierte Metallionen aus dem Wasser zu sedimentieren. Generell sind ALDs nur zu verwenden, wenn die DO-, Fe(III)- und der Al-Gehalt weniger als jeweils 1 mg/l betragen. Ist dies nicht der Fall, sollte ein anderes Verfahren für saure Grubenwässer ausgewählt werden. Nachfolgend werden nun die Behandlungsverfahren, die sich zur Reinigung von sauren Grubenwässern eignen, in Tabelle 6-5 miteinander verglichen und bewertet.

Tab. 6-5: Vergleich und Bewertung passiver Behandlungsverfahren für saure Grubenwässer, mit Bewertungsattributen „+“: positiv, „0“: neutral, „-“: negativ (ILLGUTH 2011)

	Compost wetland	**Bewertung**	**ALD**	**Bewertung**	**OLD**	**Bewertung**	**RAPS**	**Bewertung**
Metallentzug	hoch	+	gering	-	gering	-	moderat	0
max. Gehalt an DO	< 5 mg/l	0	< 1 mg/l	-	> 5 mg/l	+	< 5 mg/l	0
Flächenbedarf	hoch	-	moderat	0	gering	+	hoch	-
Investitionskosten	hoch bei großen Anlagen	-	moderat	0	gering	+	hoch bei großen Anlagen	-
Betriebskosten	gering	+	gering	+	gering	+	gering	+

Liegt ein alkalisches Grubenwasser vor, so können aerobic wetlands, Sedimentationsbecken oder bedingt SCOOFI-Reaktoren zum Einsatz kommen. Sedimentationsbecken sollten dabei nur bei geringen Metallgehalten als alleinige Behandlungsmaßnahme verwendet werden. Meist dienen sie als Vorstufe für *aerobic wetlands* oder als Nachbehandlung für passive Verfahren.

SCOOFI-Reaktoren sind aufgrund der geringen Erfahrungswerte nur zu errichten, wenn das Platzangebot sehr gering ist und keine andere Möglichkeit besteht, ein anderes Verfahren anzuwenden. Ein Vergleich und eine Bewer-

tung der passiven Maßnahmen für alkalische Grubenwässer sind in Tabelle 6-6 dargestellt.

Tab. 6-6: Vergleich und Bewertung passiver Behandlungsverfahren für alkalische Grubenwässer, mit Bewertungsattributen „+“: positiv, „0“: neutral, „-“: negativ (ILLGUTH 2011)

	Aerobic wetland	**Bewertung**	**Sedimentations-becken**	**Bewertung**	**SCOOFI**	**Bewertung**	**Belüftung**	**Bewertung**
Metallentzug	hoch	+	moderat	0	hoch	+	moderat	0
Flächenbedarf	hoch	-	moderat	0	gering	+	gering	+
Konstruktions-kosten	hoch bei großen Anlagen	-	moderat	0	gering	+	moderat	0
Betriebskosten	gering	+	gering	+	gering	+	abhängig vom Anlagentyp	+

Die Entscheidungsfindung für die Auswahl eines **aktiven** Behandlungsverfahrens kann auch durch das in Abbildung 6-8 angeführte Ablaufschema erleichtert werden.

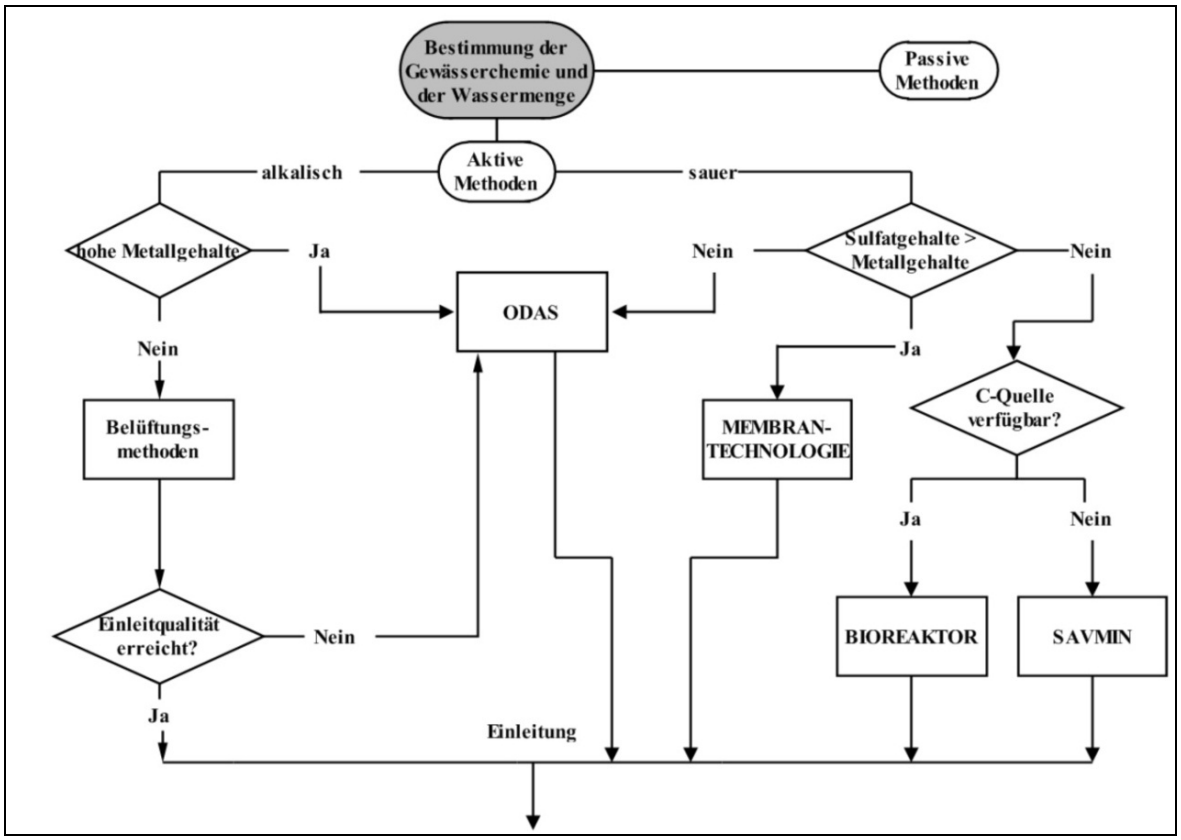


Abb. 6-8: Entscheidungsbaum für die Auswahl eines aktiven Behandlungsverfahrens (nach YOUNGER et al. 2002)

Die Entscheidungsfindung für die Auswahl eines passiven Behandlungsverfahrens kann auch durch das in Abbildung 6-9 angeführte Ablaufschema erleichtert werden.

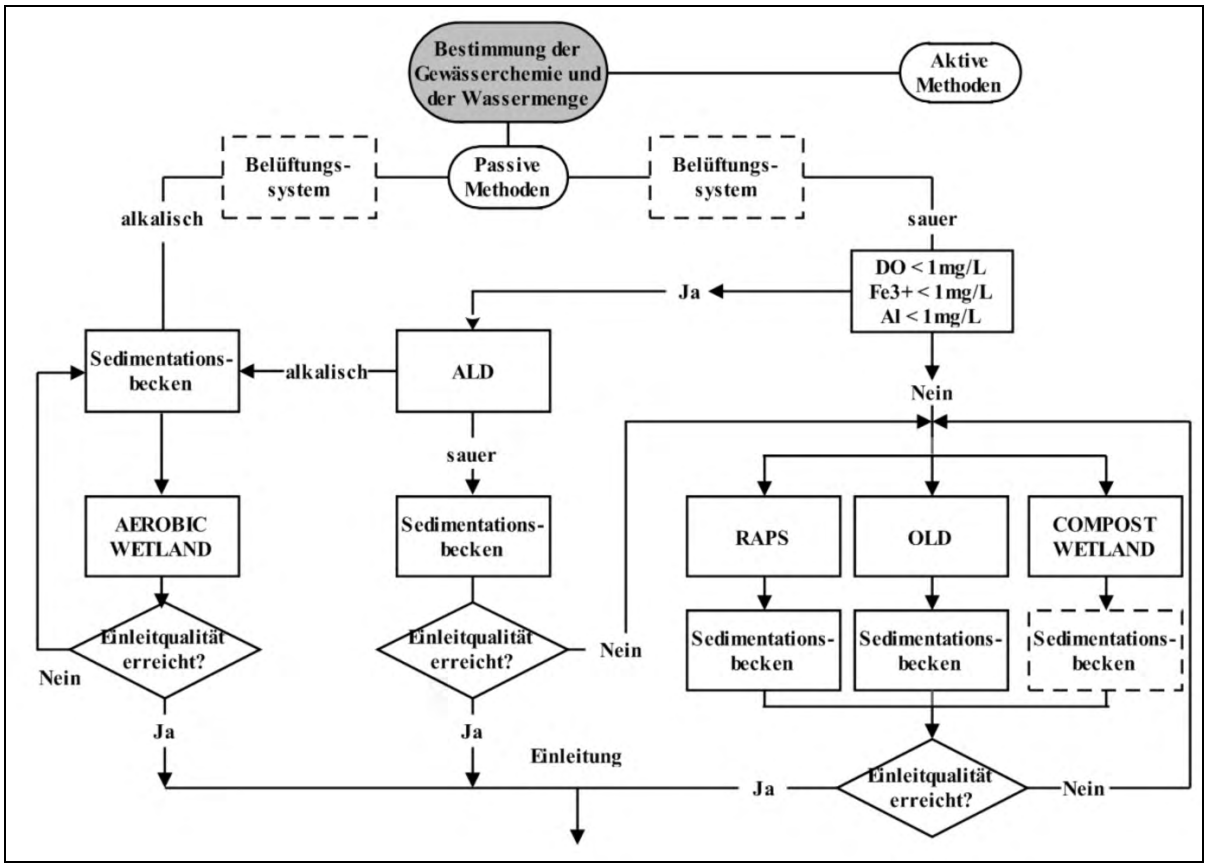


Abb. 6-9: Entscheidungsbaum für die Auswahl eines passiven Behandlungsverfahrens; gestrichelte Linie: optionale Behandlungsmethode (ILLGUTH 2011)

6.7 Maßnahmenempfehlungen für die Hauptbelastungsquellen in NRW

Die Tabelle 6-7 gibt einen Überblick über die Hauptbelastungsquellen und die vorgeschlagenen Maßnahmen. Vielfach sollten Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen (V-Maßnahmen) erste Priorität haben, da nicht abgedeckte Halden und Erosion die wichtigsten Schadstoffquellen darstellen. Da dies in der Regel eine ingenieurmäßige Planung und entsprechende Grundlagen voraussetzt, können hier nur Hinweise gegeben werden. Im Zusammenhang mit der Planung und Umsetzung von V-Maßnahmen ist darauf hinzuweisen, dass auf den betreffenden ehemaligen Betriebsbereichen mittlerweile oftmals Naturschutzgebiete oder FFH-Gebiete ausgewiesen wurden (siehe auch Tabelle 6-7). Inwieweit die V-Maßnahmen die Schutzziele der genannten Gebiete beeinträchtigen, ist im Einzelfall und in enger Abstimmung mit den jeweiligen zuständigen Unteren Landschaftsbehörden vor der Umsetzung zu prüfen.

Nach der Feststellung der Wirksamkeit der V-Maßnahmen kann geprüft werden, ob eine zusätzliche Aufbereitung unter Belastungsgesichtspunkten (noch) erforderlich ist und wie diese wirtschaftlich integriert werden kann.

Für die aktiven und passiven Aufbereitungsmaßnahmen sind detaillierte hydrochemische Analysen und die anfallenden Mengen für die Auslegung der Anlage wichtig (Min/Max, Durchschnittswerte). Gerade in den Mittelgebirgen mit großen Schwankungen in den Niederschlägen spielt die Anlagendimensionierung (oder ein *bypass* bei hohen Niederschlägen) eine wichtige Rolle.

Für die Eintragsstellen GL 10, HSK 5 und HSK 6 liegen aktuelle Analysendaten (wenn auch keine Abflüsse und Analysen im Jahresgang) vor, so dass eine erste Abschätzung einer Aufbereitung erfolgen kann.

Tab. 6-7: Überblick über die Hauptbelastungsquellen und Maßnahmenempfehlungen

Nr.	Bezeichnung	ID	Punktzahl Signifikanz (gem. Tab. 5-33)	Beschreibung	vorgeschlagene Maßnahmen	
					Verminderung	Aufbereitung
1	Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen	EU 2	28	Wasseraustritt aus Stollen 300 l/s	Reduzierung des Wasseranfalls durch Ableiten eines Teilstroms aus dem Westfeld und Errichtung einer Erddeponie geplant*	Ionentauscher vorgesehen*
2	Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen	GL 10	26	Wasseraustritt aus Stollen 50 m^3/h	keine	mehrstufiges System aus Belüftung (Kaskade), Sedimentationsbecken und ggf. weiteren Reinigungsstufen zur Zn-Entfernung prüfen (Abschnitt 6.7.5)
3	Grube Glanzenberg – Goldberg II, Spülteiche/ Halden/Stollen	OE 5	25	Bach erodiert die Basis der Halde NSG und FFH Gebiet	Umfangreiche Maßnahmen zur Minimierung der Sickerwasserneubildung, Böschungsstabilisierung, Erfassung/ Regulierung der Wasserzuläufe aus dem Grubengebäude	zunächst keine ggf. später Fassung und Aufbereitung Restsickerwasseraustritte
4	Peterzeche, Halden/Stollen	SI 2	25	Bach verläuft durch die nicht abgdeckte Halde und erodiert den Haldenfuß; NSG und FFH Gebiet	Reduzierung der Sickerwasserneubildung im Haldenbereich sowie der Haldenerosion im Bachbett durch Gewässerumleitung, Abdeckung der Halden und Böschungssicherung	zunächst keine

Nr.	Bezeichnung	ID	Punktzahl Signifikanz (gem. Tab. 5-33)	Beschreibung	vorgeschlagene Maßnahmen	
					Verminderung	Aufbereitung
5	Grube Lüderich, Grünewald-teiche	GL 11	24	NSG (Ausweisung steht evtl. einer Abdeckung entgegen)	Abdeckung (Vegetationsschicht) und Bepflanzung des Spülteichgeländes zur Minimierung der Sickerwasserneubildung	Belüftungssystem (Kaskaden) und Sedimentationsbecken
6	Grube Vereinigter Bastenberg und Dörenberg, Eickhoff-Stollen	HSK 5	24	Wasseraustritt aus Stollen ca. 2 Mio. m^3/a	keine	Einsatz eines geschlossenen Zn-Karbonatlösungssystems (Abschnitt 6.7.3) prüfen
7	Grube Willibald, Halden/Stollen	HSK 10	24	diffuse Wasseraustritte aus der Halde in die Hahnbecke zunächst Ermittlung und Bewertung der einzelnen Belastungspfade, ehe ggf. Maßnahmen konzipiert werden können FFH-Gebiet	Reduzierung der Sickerwasserneubildung (FFH-Gebiet; ggf. keine Maßnahmen möglich)	zunächst keine
8	Grube Bliesenbach, Halden/Stollen	OBK 4	19	bewaldete Halde und Stollensautritt am Haldenfuß NSG	Minimierung der Sickerwasserneubildung im Haldenbereich entlang des Loopebachs (Halden und Spülteiche) durch Abdeckung und Bepflanzung der Haldenbereiche und Abdichtung der Gerinnesohlen im Haldenbereich	keine
9	Grube Silberkaule, Halden/Stollen	OBK 5	17	Bach verläuft durch die Halde NSG	Minimierung der Sickerwasserneubildung im Haldenbereich und Minimierung der Haldenersosion durch den Heckbach durch Profilierung, Abdeckung und Bepflanzung der Halden und Spülteichflächen und Befestigung des Bachbetts	falls Verminderungsmaßnahmen nicht ausreichend: Reduzierung der Schwermetallfracht aus dem Stollen über Belüftung und Sedimentationsbecken und ggf. weitere Behandlung
10	Grube Weiß, Sandhalden/ Stollen	GL 6	15	zunächst Ermittlung und Bewertung der einzelnen Belastungspfade, ehe ggf. Maßnahmen konzipiert werden können NSG- und FFH-Gebiet	zurzeit keine	zurzeit keine

Nr.	Bezeichnung	ID	Punktzahl Signifikanz (gem. Tab. 5-33)	Beschreibung	vorgeschlagene Maßnahmen	
					Verminderung	Aufbereitung
11	Grube Altenberg, Halden/ Spülteiche, Stollen	SI 7	12	zunächst Bestands-aufnahme der Belastungspfade und Identifikation der maßgeblichen Emissionspfade NSG- und FFH-Gebiet	zurzeit keine	zurzeit keine
12	Grube Alexander, Gustav-Stollen/ Halden	HSK 6	11		Prüfung eines Ver-schlusses des Gustav-Stollens und Zurück-drängen des Wassers in den Nagelmacker-Stollen und Abdeckung der Halde	Einsatz eines ge-schlossenen Zn-Karbonatlösungs-systems (Abschnitt 6.7.4) prüfen

* EU 2 – Burgfeyer Stollen bereits laufende Maßnahme mit Pilotanlage

6.7.1 Anforderungen

Wie in Abschnitt 6.2 beschrieben, lassen sich die Grubenwässer in NRW, für die Behandlungsmaßnahmen vorgeschlagen werden, wie folgt charakterisieren:

- Schwach sauer: pH-Werte 6 bis 8,9 (neutrale Grubenwässer, NMD).
- Die Redoxverhältnisse sind in der Regel nicht bestimmt und es liegen auch nicht alle erforderlichen Parameter vor, um diese zu berechnen (z. B. nach JURGENS et al., 2009). Aufgrund von Übersichtsberechnungen gehen wir von gemischten, d. h. anoxischen bis oxischen Verhältnissen aus. Für eine genaue Anlagenplanung sind die Redoxverhältnisse in Mittelwerte sowie die Min.- und Max.-Werte im Jahresgang wichtig.
- Die Tabelle 6-8 zeigt die typischen und für die Konzeption von Maßnahmen benötigten Angaben.

Tab. 6-8: Verwendete Analysen zur Konzeption der Maßnahmen

	Eickhoff-Stollen (HSK 5) (Probenahme LANUV 22.02.2012, Schüttung gemäß Auskunft Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH)	**Grube Alexander (HSK 6)** (Probenahme LANUV 22.02.2012)	**Neuer Lüderichstollen (GL 10)** (Probenahme Rheinisch-Bergischer Kreis 10.01.2012)
Schüttung m^3/h	200	100	50
ph-Wert	8,1	7,6	6,45
Redox mV	**oxisch**	**oxisch**	237
Lfg µS/m	5.500	1.900	1.400
O_2 mg/l	**4**	**4**	4
SO_4^{2-} mg/l	137	33	
Cl mg/l	11	5	
NH_4, NO_2 mg/l			
NO_3 mg/l	2	3	
Ca mg/l	64	21	
Na mg/l	7	3	
Zn µg/l	3.100	1.300	20.000
Pb µg/l	3,2	**19**	**18**
As µg/l	0,9	1	400
Cd µg/l	**8,3**	**4**	**13**
Cu µg/l	1	12	< 10
Ni µg/l	**30**	3,4	**600**
Fe µg/l	34	46	29.000
$Fe2^+/Fe3^+$			
Mg µg/l	26	5	

grün = berechnet nach JURGENS et al. 2009
hellblau = abgeschätzt
rot = Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen gem. Anlage 5 und Anlage 7 OGewV
Leerstelle = nicht untersucht und Empfehlung für eine Untersuchung

Die erforderlichen Ablaufleistungen sind mit den vorliegenden Daten nicht genau zu benennen, da ja auch bereits eine teilweise Entfernung der Schwermetalle zur Zielerfüllung gemäß WRRL ausreichend sein kann. Hierfür sind die Min.- und Max.-Werte im Jahresgang erforderlich, die bislang in keinem Fall vorliegen.

6.7.2 Maßnahmenkonzeption

Grundsätzlich wird für alle signifikanten Belastungsquellen ein vergleichbarer Standardaufbau vorgeschlagen:

1. Anhebung der pH-Werte (falls erforderlich), Oxidation und Ausfällung (entweder durch ein OLD, Belüftungsmethode oder RAPS).

2. Sedimentation der ausgefällten Schwermetalle durch ein Sedimentationsbecken oder ein *aerobic wetland*.

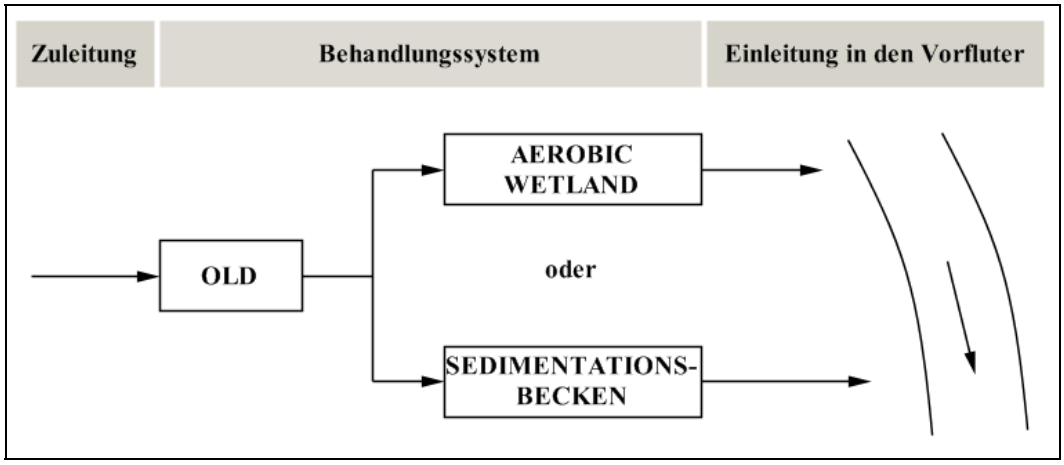


Abb. 6-10: Standardaufbau 1

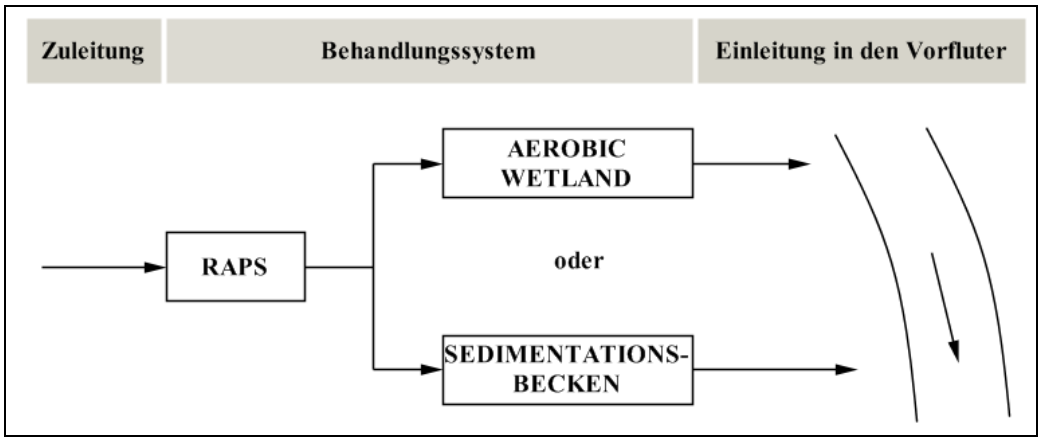


Abb. 6-11: Standardaufbau 2

Ein OLD sollte gewählt werden, wenn:

- saure bis schwach saure Grubenwässer vorliegen;
- der pH-Wert angehoben werden muss.

Ein RAPS sollte gewählt werden, wenn

- saure bis schwach saure Grubenwässer vorliegen;
- die Fe(III)- und Al(III)-Gehalte > 2 mg/l sind und ein ALD nicht anwendbar ist.

Ein Sedimentationsbecken sollte gewählt werden, wenn

- hohe Mengen an (Schwer-)Metallhydroxidschlämmen gebildet werden;
- bereits oxidierte Metallionen im Grubenwasser vorhanden sind;
- hohe Sedimentmengen anfallen und/oder eine leichte (und kostengünstige) Reinigung wichtig ist.

Ein aerobic wetland sollte gewählt werden, wenn

- moderate Gehalte von (Schwer-)Metallen im Grubenwasser vorhanden sind und die Sedimentationsmengen gering sind, da bei der Entnahme der Sedimente das Feuchtgebiet beeinträchtigt wird;
- eine gute Einbindung in die Landschaft erforderlich ist.

6.7.3 Maßnahmenvorschlag Ramsbeck, Besucherbergwerk Eickhoff-Stollen (HSK 5)

Die Abbildung 6-12 zeigt die Prinzipskizze für den Aufbau einer möglichen Maßnahme am Eickhoff-Stollen (HSK 5).

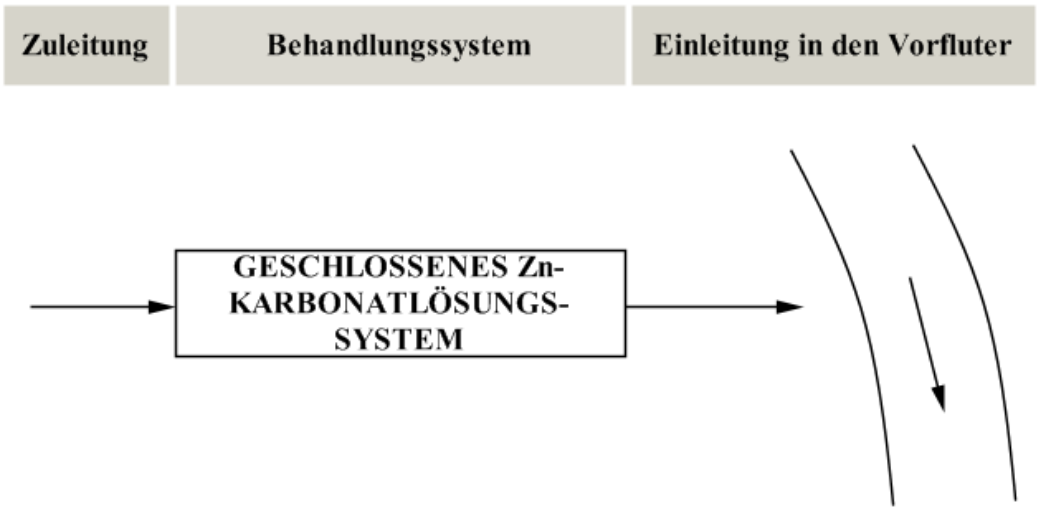


Abb. 6-12: Prinzipskizze Maßnahmenvorschlag Eickhoff-Stollen

Es wird vorgeschlagen, den Einsatz eines geschlossenen Zn-Karbonatlösungssystems *(closed-system limestone dissolution reactor)* zu prüfen, da Zink das Hauption ist. Die genaue Beschreibung des Systems ist in Abschnitt 6.4.2.9 enthalten. Das zu behandelnde Grubenwasser muss hierfür einen neutralen bis alkalischen pH-Wert haben (pH 8,2). Es erfolgt dann eine Reduzierung der Zn-Gehalte durch Ausfällung von Zinkkarbonat. Eine separate Anhebung des pH-Wertes ist nicht notwendig, da die gemessenen pH-Werte beim Eickhoff-Stollen bei 8,1 und bei der Grube Alexander bei 7,5 liegen. Die erforderliche Anhebung des pH-Wertes erfolgt in dem 1. Reaktor (siehe Abbildung 6-9).

Die Methode fand mehrfach Anwendung in England, Nenthead (Cumbria) zur Entfernung von hohen Zn-Belastungen (NUTTALL & YOUNGER 2000). Bei Retentionszeiten von 14 h können ca. 50 % des Zn-Gehalts bei einer Anfangskonzentration von 5 bis 10 mg/l reduziert werden. Allerdings sind diese Ablaufwerte in der Regel als Einleitungskonzentrationen zu hoch (siehe Abschnitt 6.4). Durch die Hintereinanderschaltung mehrerer Systeme kann die Effizienz erhöht werden. Das System muss alle paar Stunden zusätzlich belüftet werden, um den CO_2-Partialdruck zu regulieren. Der Aufbau und die Dimensionierung sind ähnlich eines ALDs und variieren je nach der Höhe des Durchflusses und dem Gehalt an Schwermetallen (siehe Abschnitt 6.5.7).

Die Kosten für ein geschlossenes Zn-Karbonatlösungssystem lassen sich ebenfalls mit den Kosten für ALDs vergleichen. Im Durchschnitt liegen die Kosten je nach Größe und Ausführung des ALDs zwischen 2.000 und 150.000 US $ (WATERS et al. 2003). Hinzu kommen aber noch Kosten für die regelmäßige Belüftung des Zn-Systems.

Die berechnete Menge an anfallendem Hydroxidschlamm bei 100 %iger Oxidation und Sedimentation der Metallhydroxide am Eickhoff-Stollen beträgt unter Ansatz der Werte aus Tabelle 6-9 9,4 t. Hierbei ist jedoch zu prüfen, ob aufgrund der großen Abflussmengen der gesamte Volumenstrom über eine solche Anlage laufen kann (v. a. Platzbedarf, notwendige Schlammentsorgung).

Tab. 6-9: Berechnete Jahresfrachten Eickhoff-Stollen

Metallionen	Jahresfracht in Tonnen
Fe	0,12
Zn	8,28
Cd	0,92
Pb	0,006
Ni	0,08
Summe	**9,406**

Zu beachten ist, dass Zn vermehrt als Zn-Karbonat ($ZnCO_3$) und seltener als Zinksulfid (ZnS) oder Zn-Hydroxid ($Zn(OH)_2$) bei neutralen pH-Werten ausfällt. Dass die berechnete max. Menge an Hydroxidschlamm gebildet wird, ist also eher unwahrscheinlich. Bei der Fällung des Zn wird auch ein Großteil der anderen Metallionen gefällt.

Aufgrund der großen Mengen an Metallhydroxiden ist eine regelmäßige Entfernung erforderlich. Wie oft dies erfolgen muss, hängt von den maximalen Durchflussmengen (oder ob diese z. B. über einen *bypass* abgeleitet werden) und der Reinigungsleistung ab und kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht benannt werden.

Es wird empfohlen, zunächst den Einsatz einer Pilotanlage zu prüfen und einen Teilstrom zu reinigen und im Monitoring die notwendigen Parameter für eine großtechnische Anlage zu erheben.

6.7.4 Maßnahmenvorschlag Ramsbeck, Grube Alexander, Gustav-Stollen (HSK 6)

Für die Maßnahme Gustav-Stollen gelten dieselben Voraussetzungen wie für die Maßnahme Eickhoff-Stollen. Die berechnete Menge an anfallendem Hydroxidschlamm bei 100 %iger Oxidation und Sedimentation der Metallhydroxide beträgt am Gustav-Stollen nach Tabelle 6-10:

Tab. 6-10: Berechnete Jahresfrachten Grube Alexander

Metallionen	Jahresfracht in Tonnen
Fe	0,08
Zn	1,74
Cd	0,05
Pb	0,02
Cu	0,017
Summe	**1,907**

6.7.5 Maßnahmenvorschlag Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen (GL 10)

Auswahlkriterien/nicht verwendbare Bausteine

Ein *aerobic wetland* ist ungünstig, da hohe Mengen an Hydroxidschlämmen gebildet werden können, die entfernt werden müssen. Die regelmäßige Entfernung des Schlamms aus einem *aerobic wetland* ist aufgrund des Pflanzenbewuchses schwierig. Unsicher ist auch, ob der hohe Gehalte von Zn (20 mg/l) angemessen reduziert werden kann, da *aerobic wetlands* in erster Linie konzipiert sind, um Fe und Mn aus dem Grubenwasser zu entfernen.

Compost wetlands zur Entfernung von Zn sind ungeeignet, da Zn bei neutralen pH-Werten an Karbonat gebunden ist und somit nicht als Zn-Sulfid ausgefällt werden kann, was dem „normalen“ Abbauvorgang von Metallen in einem *compost wetland* entspricht (NUTTALL & YOUNGER 2000). Die *compost wetlands* kommen deshalb in der Regel bei pH-Werten zwischen 3 und 4,5 zur Anwendung.

Ein RAPS ist ungeeignet, da es dem Grubenwasser Alkalinität zuführen soll und nur eine moderate Metallentzugsrate hat. Die Effizienz ist hinsichtlich der hohen Gehalte an Zn unklar.

ALD/OLD sind als alleiniges Behandlungssystem ungeeignet, da dem Grubenwasser nur geringfügig Metalle entzogen werden können und die Systeme generell zur Anhebung des pH-Wertes gedacht sind.

Die Anwendung von Bioreaktoren ist prinzipiell möglich, allerdings ist dann ggf. eine Vorbehandlung notwendig. Aufgrund der Schüttung (50 m³/h) sind die Investitions- und Betriebskosten jedoch hoch. Bei einer vergleichbaren Anlage für eine Jahresmenge von ca. 700.000 m³/a (Copper Queen Mine, Bisbee, Arizona) lagen die Investitionskosten bei 3,2 Mio. US-$ und die jährlichen Betriebskosten bei ca. 2,5 Mio. US-$. Allerdings schafft die Anlage auch einen vollständigen Entzug von Cd, Zn und Ni. Durch hohe Metallgehalte muss das biologische Material aufgrund von Zusetzen regelmäßig ausgetauscht werden.

Konzeption einer Maßnahme: chemische Fällung

Eine chemische Fällung erscheint zum jetzigen Kenntnisstand die effizienteste Methode, um die Metallgehalte zu verringern. Aufgrund der hohen Schüttung ist mit hohen Betriebskosten zu rechnen. Die Investitionskosten für eine Fällungsanlage sind vergleichbar mit denen von großen passiven Systemen wie *wetlands*, die bei der vorhandenen Schüttung und den Metallgehalten notwendig wären. Die Abbildung 6-13 enthält die Bausteine einer solchen Maßnahme.

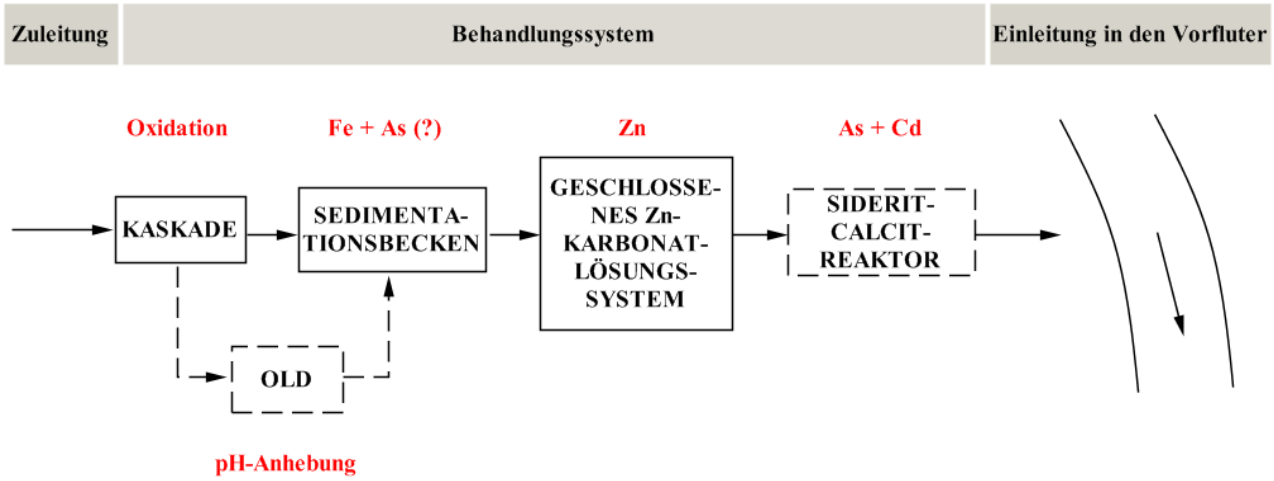


Abb. 6-13: Prinzipskizze der Maßnahme Neuer Lüderichstollen (gestrichelt: optionale Behandlungsmethoden)

Im Folgenden werden die einzelnen Bausteine beschrieben.

1. Belüftungssystem: Kaskade

Die Kaskade dient zur Oxidation von Fe(II) zu Fe(III), was anschließend im Sedimentationsbecken ausgefällt werden kann. Der positive Nebeneffekt ist der leichte Anstieg des pH-Wertes durch die Ausgasung von CO_2 bei der Belüftung. Dadurch finden bereits Fe-Hydroxidausfällungen während der

Oxidation statt. Die Stufen müssen deshalb in geeigneten Abständen (je nach Entzugsleistung) gereinigt werden. Eine Kaskade ist geeignet, ca. 30 mg Fe/l zu oxidieren. Nach unserem Kenntnisstand ist das Gelände zur Anlage einer Kaskade geeignet. Falls ein geeigneter Gradient zur Anlage der Kaskade fehlt, müssen Pumpkosten berücksichtigt werden. Der pH-Wert sollte nach dem Durchlaufen der Kaskade bestimmt werden.

Dimensionierung Kaskade:

mindestens	3 bis 4 Stufen,
Stufenhöhe mindestens	70 cm,
Stufenbreite	ca. 10 cm/l Grubenwasser;

entspricht beim Lüderichstollen ca. 130 cm (50 m³/h ≈ 13 l/s).

2. OLD

Ein OLD kann optional zwischen Kaskade und Belüftungsbecken geschaltet werden. Ziel ist, den pH-Wert weiter zu erhöhen, da bei höheren pH-Werten im nachfolgenden Sedimentationsbecken weitere Metallhydroxide neben Fe und As ausfallen können. Ein ALD kann nicht verwendet werden, da die bereits durch die Kaskade oxidierten Metallionen im ALD durch die Anhebung des pH-Wertes ausfallen und das System verstopfen würden. Um das Zusetzen des OLDs zu verhindern, müssen geeignete, hohe Fließgeschwindigkeiten vorliegen.

3. Sedimentationsbecken

Die Ausfällung und Sedimentation, insbesondere von Fe-Hydroxiden erfolgt in einem Sedimentationsbecken. Um auch Pb-, Cd- und Ni-Hydroxide fällen zu können, kann zwischen Kaskaden und Sedimentationsbecken ein OLD oder ALD als Behandlungsanlage zwischengeschaltet werden. Diese dienen zur weiteren Anhebung der pH-Werte und begünstigen somit auch das Ausfällen von nicht Fe-Hydroxiden. Die folgende Übersicht zeigt, ab welchen minimalen pH-Werten Metallionen ausfallen können.

Metallionen	Minimaler pH-Wert
Sn^{2+}	4,2
Fe^{3+}	4,3
Al^{3+}	5,2
Pb^{2+}	6,3
Cu^{2+}	7,2
Zn^{2+}	8,4
Ni^{2+}	9,3
Fe^{2+}	9,5
Cd^{2+}	9,7
Mn^{2+}	10,6

Abb. 6-14: Zusammenhang zwischen pH-Wert und der Ausfällung von Metallionen

Mit der Ausfällung der Fe-Hydroxide wird in geringen Mengen As mitgefällt, da $Fe(OH)_3$ als Sorbent für AsO_4^{3-} dient, was bei der vorangegangenen Oxidation gebildet wird. Nach dem Sedimentationsbecken sollte eine Beprobung des Abflusses stattfinden, um festzustellen, ob As angemessen reduziert werden konnte. Falls nicht, sollte eine spezielle Behandlungsanlage zur Entfernung von As nachgeschaltet werden.

Durch die Ausfällung von Metallhydroxiden entsteht in großen Mengen Schlamm, der aus dem Becken entfernt werden muss. Die maximale Menge an Hydroxidschlamm, die sich bei 100 % Fällung aus den Schwermetallgehalten ergeben kann, beträgt ca. 38 m³/a.

Tab. 6-11: Berechnete Jahresfrachten an Hydroxidschlamm

Metallionen	Jahresfracht in Tonnen
Fe	24,27
Zn	13,24
Cd	0,009
Pb	0,009
Ni	0,041
Summe	**37,569**

Die Dimensionierung des Sedimentationsbeckens nach YOUNGER et al. 2002 erfolgt nach der Formel: $A= (Q_d * (C_{Ein}-C_{Aus}))/R_A$.

Hieraus ergibt sich bei Q = 13 l/s, Anfangskonzentration von Fe: C_{Ein} = 29 mg/l und der geforderten Abflusskonzentration C_{Aus} = 2 mg/l eine Fläche des Sedimentationsbeckens von 3.030 m².

Bei einer vereinfachten Dimensionierung nach PIRAMID (2003) mit 100 m² pro 1 l/s Grubenwasser kann die Fläche des Sedimentationsbeckens mit 1.300 m² ermittelt werden. Die Kriterien für die Dimensionierung sind:

Länge: Breite – Verhältnis = 2 : 1 bis 5 : 1

Wassertiefe: ca. 3 m

Standardretentionszeit: ca. 48 h

4. Geschlossenes Zn-Karbonatlösungssystem

Ist der Zn-Gehalt durch das Sedimentationsbecken noch nicht angemessen reduziert worden, kann der Zn-Gehalt durch ein geschlossenes Zn-Karbonatlösungssystem verringert werden, wie es auch bei den Maßnahmen in Ramsbeck vorgeschlagen wird. Zur Dimensionierung werden im Abschnitt 6.7.3 Hinweise gegeben.

Siderit-Calcit-Reaktor

Falls die Beprobung hinter dem geschlossenen Zn-Karbonatlösungssystem immer noch zu hohe As- oder Cd-Werte aufweist, kann ein Siderit-Calcit-Reaktor oder andere Methoden zur As-Entfernung nachgeschaltet werden. Die Entfernung von As und Cd aus Fe-armen Grubenwässern über Siderit-Calcit-Reaktoren ist allerdings noch eine wenig erprobte Technologie.

Empfehlung

Auch hier wird ein schrittweises Vorgehen empfohlen. Zunächst sollten eine Kaskade und ein Sedimentationsbecken errichtet werden und die Entzugsleistungen und Betriebsparameter über einen längeren Zeitraum (1 bis 3 Jahre) gemessen werden. Von den Ergebnissen ist die Errichtung weiterer Reinigungsstufen abhängig. Hierbei ist zunächst ein geschlossenes Zn-Karbonatlösungssystem vorrangig. Gegebenenfalls kann auf Erfahrungen aus den Maßnahmen aus Ramsbeck zurückgegriffen werden.

Tab. 6-12: Überblick über wichtige Maßnahmenbausteine und Kosten (soweit Angaben verfügbar)

Maßnahme	Wirkung/Leistung/Einsatzbereiche	Dimension	Invest €	Betriebs-kosten €/a	Spez. Kosten €/m³	Beispiele
Vermeiden / Vermindern						
Abdeckung (dry cover)	Verminderung Sickerwasserbildung um ca. 50 % Reduzierung Sauerstoffzutritt	ca. 1 bis 3 Meter Vegetati-onsschicht mit Nadelwald (hohe Verdunstung)			30	Sandhalden (Mechernich) Spülteiche (St. Andreasberg) Halde Beythal (geplant); Sanierung von Industriehalden
Belüften						
Kaskade	Erhöhung des Sauerstoffgehaltes und Oxidation von bis zu ca. 50 mg/l Fe(II)	3 bis 4 Stufen mit min. Höhe von 70 cm Breite von min. 10 cm je l/s				
Venturi Belüftung	Erhöhung des Sauerstoffgehaltes und Oxidation von bis zu 900 mg/l Fe(II)					Hachener Teich
pH-Wert-Regulierung						
anoxische Karbonatkanäle (ALD)	Anhebung pH-Wert bei sauren Minenwäs-ser (pH-Werten ≤ 4,5) mit geringen Kon-zentrationen an gelösten Sauerstoff, Fe(III) und Al(III) (< 1 mg/l)	Breite 6, Tiefe 2 Meter	2.000 und 120.000		0,20	
offene Karbonatkanäle (OLD)	Anhebung pH-Wert auf 7,5 bei sauren Minenwässern, Sauerstoffzutritt und Ausfällung von Oxiden	hohe Fließgeschwindigkeit > 0,1 m/min Retentionszeit ca. 3 h Hangneigung > 20 % Hachen Teich 5 – 6 m^3/h	60.000			Hachener Teich
Sedimentation / Absetzbecken						
Sedimentationsbecken	Sedimentation von Fe-Oxiden bei Gehalten zwischen 5 mg/l und 30 mg/l	Retentionszeit ca. 48 h. Verhältnis Länge/Breite 2 : 1 bis 5 : 1 Tiefe: mind. 3 m Größe:100 m² je l/s				

Maßnahme	Wirkung/Leistung/Einsatzbereiche	Dimension	Invest €	Betriebs-kosten €/a	Spez. Kosten €/m³	Beispiele
aerobic wetlands	primäre Fällung von Fe und Mn, sekundär auch Al und Zn bei alkalischen bis schwach sauren Wässern Entzug Fe 10 – 20 g/(m²*d) Entzug Mn auf 0,5 – 1 g/(m²*d)	Kalkrinne, Flachwasserschilf Absetzbecken (Hachen Teich)	30.000			Hachener Teich
compost wetlands	Reduzierung von $Fe3^+$ und Sulfat und Fällung als Sulfide bei sauren Minenwässern pH 3 – 4,5 und Al-, Fe(III)-Gehalten > 1 mg/l	Fläche 6 x größer als bei *aerobic wetland*				
RAPS	bei höheren Konzentrationen an gelösten Sauerstoff, Fe(III) und Al(III) (> 2 mg/l)		40.000			
Aktive Maßnahmen						
Ionenaustauscherverfahren	Abreinigung von Zn-, Ni-, Cd-Ionen von 1,4 bis 1,6 mg/l auf OGewV Werte (Burgfeyer Stollen) geplanter Durchsatz bis 1.000 m^3/h		550.000	400.000		Burgfeyer Stollen
geschlossenes System zur Fällung von Zn	Anhebung pH Wert bei neutralen Minenwässern und Fällung als Zinkkarbonat					
Pyrolusit Prozess	Anhebung pH- Wert und Fällung als Manganoxid bei eisenfreien, sauerstoffreichen und neutralen Minenwässer					
ODAS	Abreinigung von 100 bis 120 mg Zn/l auf 0,5 bis 2 mg	max. 40 m³/d 35 m² Fläche	150.000		2 bis 3	Stolberger Zink
Bioreaktoren	Entfernung Sulfat und Fe, Mn, Al, Zn sowie Cd, Cu, Co, Ni, Pb um bis zu 95 %	Verweildauer 8 bis 48 h, pH-Wert 5 bis 7				
SCOOFI (Surface-Catalysed Oxidation Of Ferrous Iron)	Fe(II) Oxidation bis max. 50 mg/l bei alkalischen, sauerstoffreichen Minenwässern gesättigte Reaktoren: mehrere Hundert g Fe/m³*d, ungesättigte Reaktoren max. 12 g Fe/m³*d					

7 WEITERES VORGEHEN/UNTERSUCHUNGSBEDARF

Die Umsetzung der WRRL und das Erreichen der diesbezüglichen Ziele für die Gewässer bedingen eine integrative Betrachtung der Belastungssituation, um geeignete Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustands ableiten und konzipieren zu können.

Mit den vorliegenden Ergebnissen wurden erstmals für die gesamte Landesfläche Nordrhein-Westfalens geologisch-bergbauliche und wasserwirtschaftlich-gewässerökologische Gesichtspunkte integrativ ausgewertet, um die Hauptbelastungsquellen von Schwermetallen in die Gewässer resultierend aus dem Erzbergbau zu identifizieren.

Alle Ergebnisse stehen den zuständigen Behörden in digitaler Form zur Verfügung und versetzen sie in die Lage, die nächsten Schritte zur Reduzierung der Schwermetallbelastungen aus dem ehemaligen Erzbergbau einleiten zu können.

Datensituation

Bei den Arbeiten zum Projekt zeigte sich, dass der Informations- und Datenbestand bei den betroffenen Bezirksregierungen und Kreisen sehr unterschiedlich ist. In den meisten Fällen ist das Wissen sehr stark an Personen gebunden. Durch altersbedingtes Ausscheiden bzw. Strukturreformen (wie der Auflösung der Staatlichen Umweltämter) und dadurch bedingten Personal- und Bearbeiterwechsel geht spezifisches Wissen verloren bzw. ist nicht mehr unmittelbar in den Institutionen vorhanden.

Einige Kreise haben diese Defizite erkannt und Projekte initiiert, um den Wissensstand zu bergbaubedingten Schwermetalleinträgen und damit verbundenen signifikanten Belastungen der Gewässer zu verbessern.

Signifikante Eintragsquellen und Ableitung von Maßnahmen

Für die als signifikant erachteten Verdachtspunkte in Nordrhein-Westfalen wurden ausführliche Objektsteckbriefe erstellt, in denen für die zuständigen Behörden alle relevanten Daten zum jeweiligen Verdachtspunkt zusammenfassend dargestellt sind. Darüber hinaus erfolgte ein erster Vorschlag bzgl. der notwendigen Maßnahmen, um die Belastung der betroffenen Gewässer mit Schwermetallen zu verringern.

Auf Basis der vorliegenden Daten ist eine konkrete Maßnahmenplanung nicht möglich; insbesondere liegen im Hinblick auf die Belastungssituation zumeist nur punktuelle Daten vor. Für die Maßnahmenplanung sind insbesondere folgende konkretisierenden Untersuchungen notwendig:

- Ermittlung und Quantifizierung der verschiedenen Komponenten des Wasserhaushalts der betroffenen Gebiete (Abflussmengen, Neubildungsraten, Abhängigkeiten von Starkniederschlägen etc.).

- Erstellung des hydrogeologischen Systemmodells zur Identifizierung der wesentlichen Belastungspfade (ggf. ergänzt durch eine modelltechnische Untersuchung zur Quantifizierung der jeweiligen Pfade).

- Kontinuierliche hydrochemische Untersuchungen zur Ermittlung u. a. der Schwankungsbreiten von Konzentrationen und Frachten und zur Vervollständigung der Datengrundlage für die Auslegung der Behandlungs- und Aufbereitungstechnik.

- Bau von Pilotanlagen und Testen der einzelnen Maßnahmenbausteine unter den herrschenden klimatischen Bedingungen. Hierbei wird vor allem das geschlossene Karbonatlösungssystem für Zn für wichtig erachtet, da die Zn-Entfernung bei den Standorten in Ramsbeck und ggf. auch am Neuen Lüderichstollen relevant ist. Die Bausteine Belüftung (Kaskade) und Sedimentationsbecken sind weitgehend erprobt, allerdings hängt die tatsächliche Leistung (Höhe der pH-Wert-Anhebung, Sedimentation) von vielen örtlichen und noch nicht bekannten Parametern ab. Die Behandlungsanlagen können dann bei Bedarf modular erweitert werden.

Kostenschätzungen

Kostenschätzungen für die Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen der Wasserzutritte und für die Aufbereitungsanlagen können in Deutschland nur für den Hachener Teich angegeben werden, da den Gutachtern ansonsten keine Daten vorlagen. Für die Behandlungsmaßnahmen wurden aus der – meist englischsprachigen – Literatur so weit wie möglich Kosten angegeben (Kapitel 6).

Auswertungen und Berücksichtigung gewässerökologischer Untersuchungen

Das verwendete GÜS-Messstellennetz ist für die Einstufung ausgewählter Verdachtspunkte in einigen Fällen zu grob. Teilweise liegen große Abstände zwischen den Eintragsquellen und den Messstellen vor, oder es befindet sich eine Vielzahl einleitender Gewässer zwischen den beiden Punkten. Aufgrund der teilweise großen Entfernungen sind auch Wechsel des Fließgewässertyps zwischen dem betroffenen Gewässer und der nächstgelegenen Messstelle möglich. Zusätzlich können einzelne Messstellen durch mehrere Verdachtspunkte belastet sein. Für Einzelfallbetrachtungen werden daher gezielte Probenahmen ober- und unterhalb der Belastungsquellen empfohlen.

Um die Einzelfallbetrachtungen zu erleichtern, wird zudem empfohlen, evtl. vorhandene Untersuchungsergebnisse zum Makrozoobenthos bei den jeweils zuständigen Stellen (Kreise, Betreiber etc.) abzufragen.

Um gesicherte Aussagen über die Auswirkungen von Schwermetallbelastungen auf das Makrozoobenthos machen zu können, fehlen zudem ausreichend Probenahmen in Gewässern mit einer hohen Belastung. Der größte Teil der vorhandenen Probenahmen liegt für geringe bis mittlere Belastungsgrade vor. Die Datengrundlage für hohe Schwermetallbelastungen ist dagegen relativ gering.

In Bezug auf die biologische Qualitätskomponente Fische sollten Untersuchungen in den hoch priorisierten Gewässern zum Nachweis von Schwermetallanreicherungen in den Tieren durchgeführt werden. Da Fische vergleichsweise hohe Mengen an Schwermetallen anreichern können, kann somit auch die Persistenz der Schwermetalle berücksichtigt werden. Für die Untersuchungen sollten möglichst gewässertypspezifische Leitarten ausgewählt werden, für die keine Besatzmaßnahmen im betreffenden Gewässersystem stattfinden.

Konkrete ortsbezogene Empfehlungen

Für einige Verdachtspunkte und Belastungsbereiche in Nordrhein-Westfalen ist aufgrund der aktuellen Datenlage oder der komplexen Wirkungszusammenhänge mit anderen potenziellen Belastungsquellen eine abschließende Bewertung der Signifikanz der Verdachtspunkte zum derzeitigen Zeitpunkt nicht möglich. Für diese Bereiche werden weitergehende konzeptionelle Untersuchungen empfohlen mit dem Ziel, die Haupteintragsquellen für die Schwermetallbelastungen identifizieren und konkrete Maßnahmen zur Reduzierung der Gewässerbelastung einleiten zu können. Dies betrifft insbesondere die folgenden Bereiche:

- Belastung der Vicht im Raum Stolberg: Weitergehende Untersuchungen zur Signifikanz und Quantifizierung der Einträge über die Stollen (z. T. ehemalige Wassergewinnungsanlagen) und über die Flächen der weiterverarbeitenden Industrie.

- Grube Altwerk: Weitergehende Untersuchungen zur Herkunft der Schwermetallbelastung im Wasserkörper DE_NRW_282446_0.

- Raum Müsen:

    - Über die vorhandenen GÜS-Messstellen lässt sich nicht auflösen, von welchem der aufgezeigten Verdachtspunkte diese Belastung potenziell stammt. Mit Hilfe eines geeigneten Messprogramms sollte die Signifikanz der einzelnen Verdachtspunkte in diesem Bereich näher untersucht werden.

  - Auswertung der aktuellen Untersuchungen am Stählerwiesen (Grube Stahlberg, SI 5) gemäß E-Mail der BR Arnsberg vom 26.04.2012.

– Hochsauerlandkreis, Planungseinheit PE_RUH_1600: Auswertung der aktuellen Ergebnisse zur Belastung des Bönkhausener Bachs inkl. Ursachenanalyse (siehe E-Mail der BR Arnsberg vom 26.04.2012).

– Für den Bereich des Rheinisch-Bergischen Kreises sollte nach Vorlage der Ergebnisse der laufenden Diplom- und Masterarbeiten eine zusammenfassende Betrachtung der Gesamtsituation erfolgen, in deren Rahmen auch die in dem vorliegenden Gutachten getroffenen Aussagen zur Signifikanz einzelner Verdachtspunkte überprüft werden sollten.

Aachen, 14. September 2012





i. V.

Dr. Michael Denneborg (ahu AG)

Dr.-Ing. Michael Heitfeld (IHS)





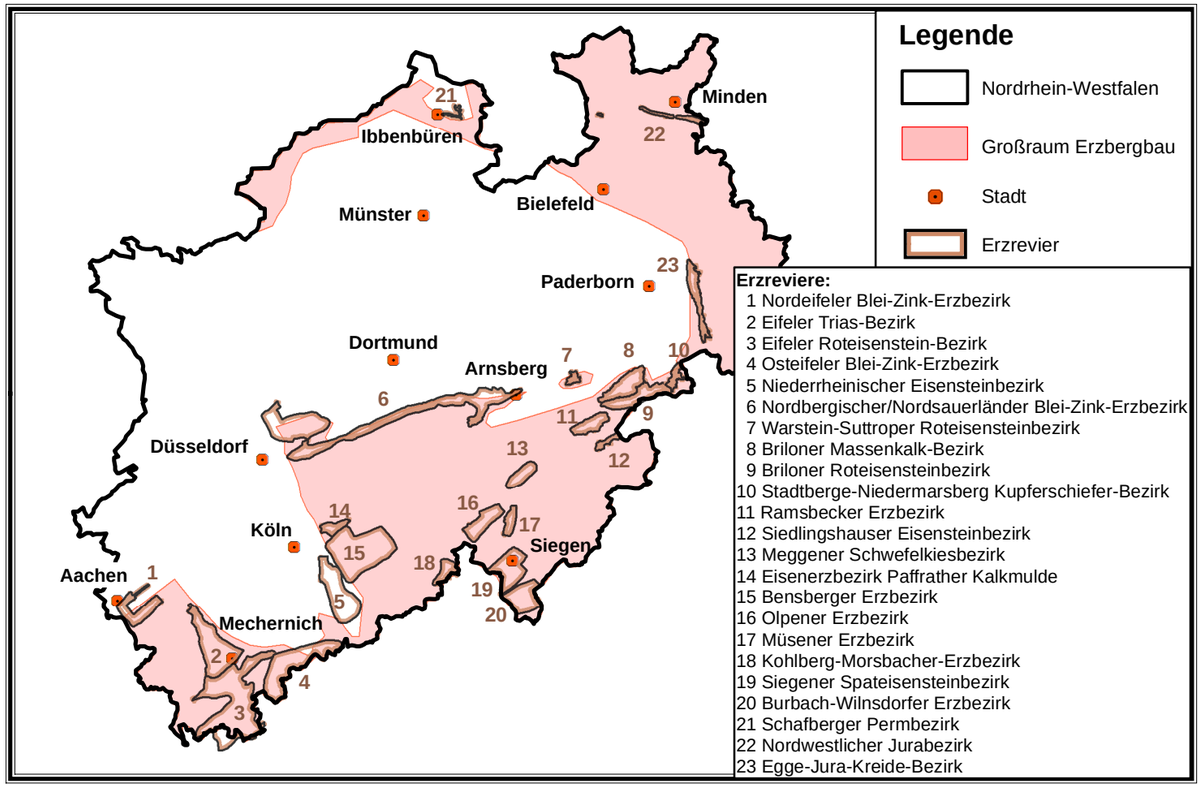
i. V.

Dipl.-Geol. Frank Müller (ahu AG)

i. V.

Dr. Peter Rosner (IHS)

Suchraum: Großraum Erzbergbau / Erzreviere



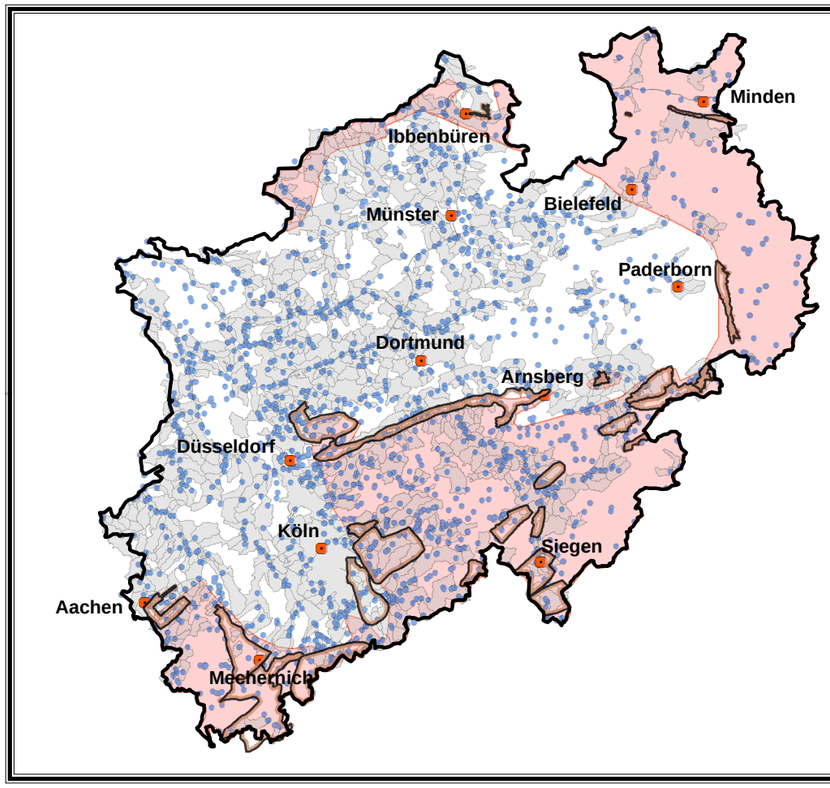
Legende

- Nordrhein-Westfalen
- Großraum Erzbergbau
- Stadt
- Erzrevier

Erzreviere:

1 Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk
2 Eifeler Trias-Bezirk
3 Eifeler Roteisenstein-Bezirk
4 Osteifeler Blei-Zink-Erzbezirk
5 Niederrheinischer Eisensteinbezirk
6 Nordbergischer/Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk
7 Warstein-Suttroper Roteisensteinbezirk
8 Briloner Massenkalk-Bezirk
9 Briloner Roteisensteinbezirk
10 Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk
11 Ramsbecker Erzbezirk
12 Siedlingshauser Eisensteinbezirk
13 Meggener Schwefelkiesbezirk
14 Eisenerzbezirk Paffrather Kalkmulde
15 Bensberger Erzbezirk
16 Olpener Erzbezirk
17 Müsener Erzbezirk
18 Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirk
19 Siegener Spateisensteinbezirk
20 Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk
21 Schafberger Permbezirk
22 Nordwestlicher Jurabezirk
23 Egge-Jura-Kreide-Bezirk

Suchraum: relevante Oberflächenwasserkörper



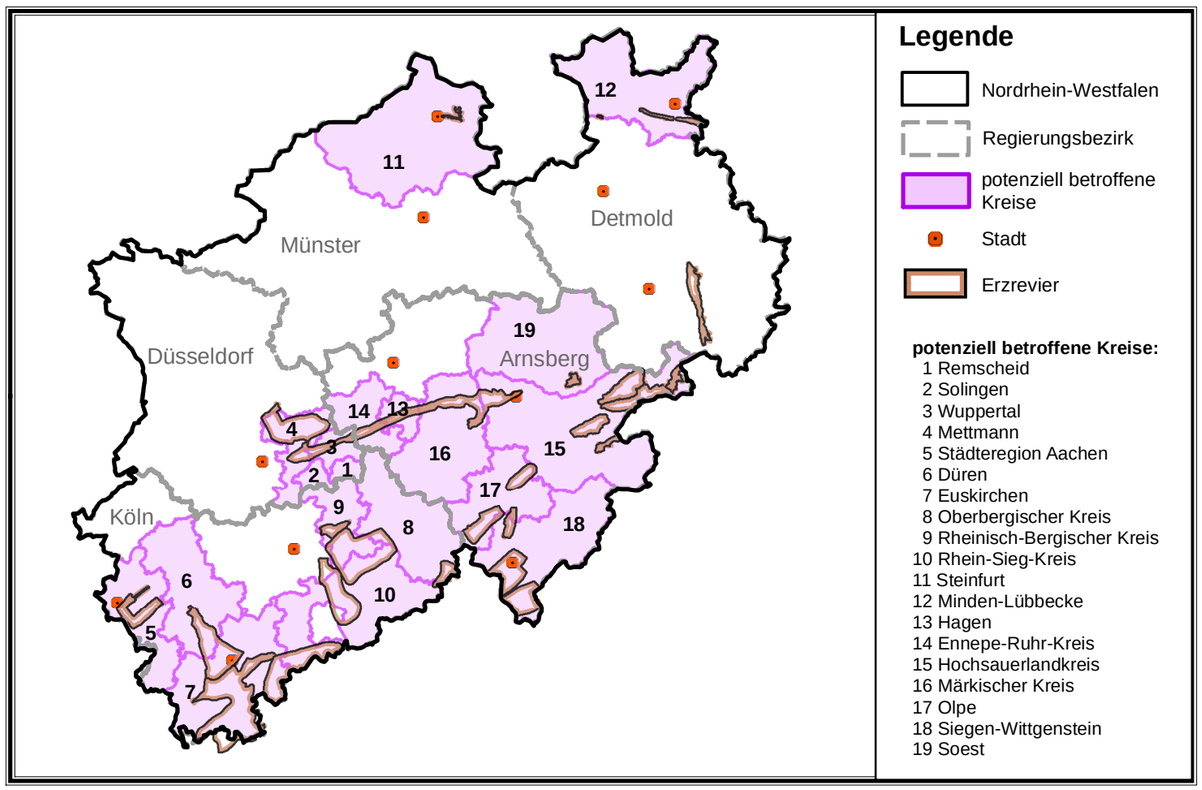
Legende

- Nordrhein-Westfalen
- Großraum Erzbergbau
- Stadt
- Erzrevier
- Gütemessstelle

Suchkulisse WRRL

- relevante Oberflächenwasserkörper

Suchraum: potenziell betroffene Kreise



Legende

- Nordrhein-Westfalen
- Regierungsbezirk
- potenziell betroffene Kreise
- Stadt
- Erzrevier

potenziell betroffene Kreise:

1 Remscheid
2 Solingen
3 Wuppertal
4 Mettmann
5 Städteregion Aachen
6 Düren
7 Euskirchen
8 Oberbergischer Kreis
9 Rheinisch-Bergischer Kreis
10 Rhein-Sieg-Kreis
11 Steinfurt
12 Minden-Lübbecke
13 Hagen
14 Ennepe-Ruhr-Kreis
15 Hochsauerlandkreis
16 Märkischer Kreis
17 Olpe
18 Siegen-Wittgenstein
19 Soest

Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Abgrenzung Suchraum

Anlage 1.1

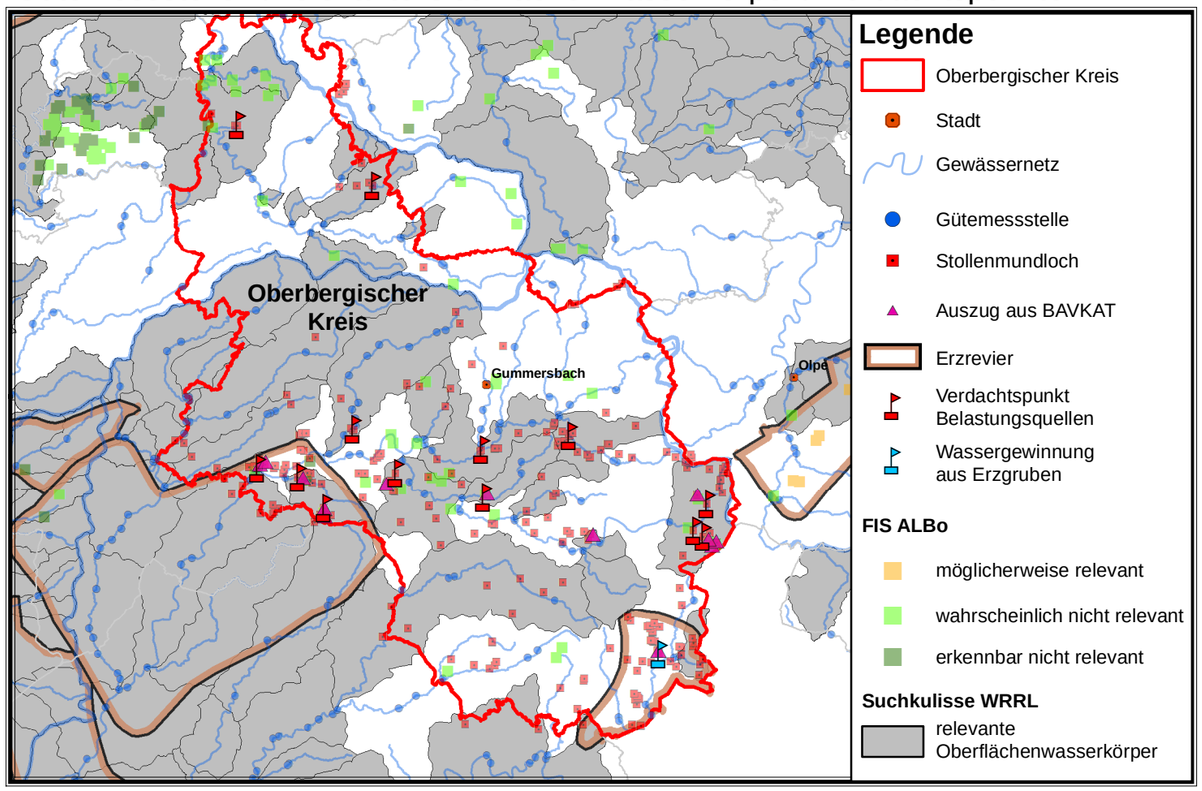
entworfen : MP gezeichnet : geprüft : PR	Datum: 14.09.2012	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen: ERZ

IHS

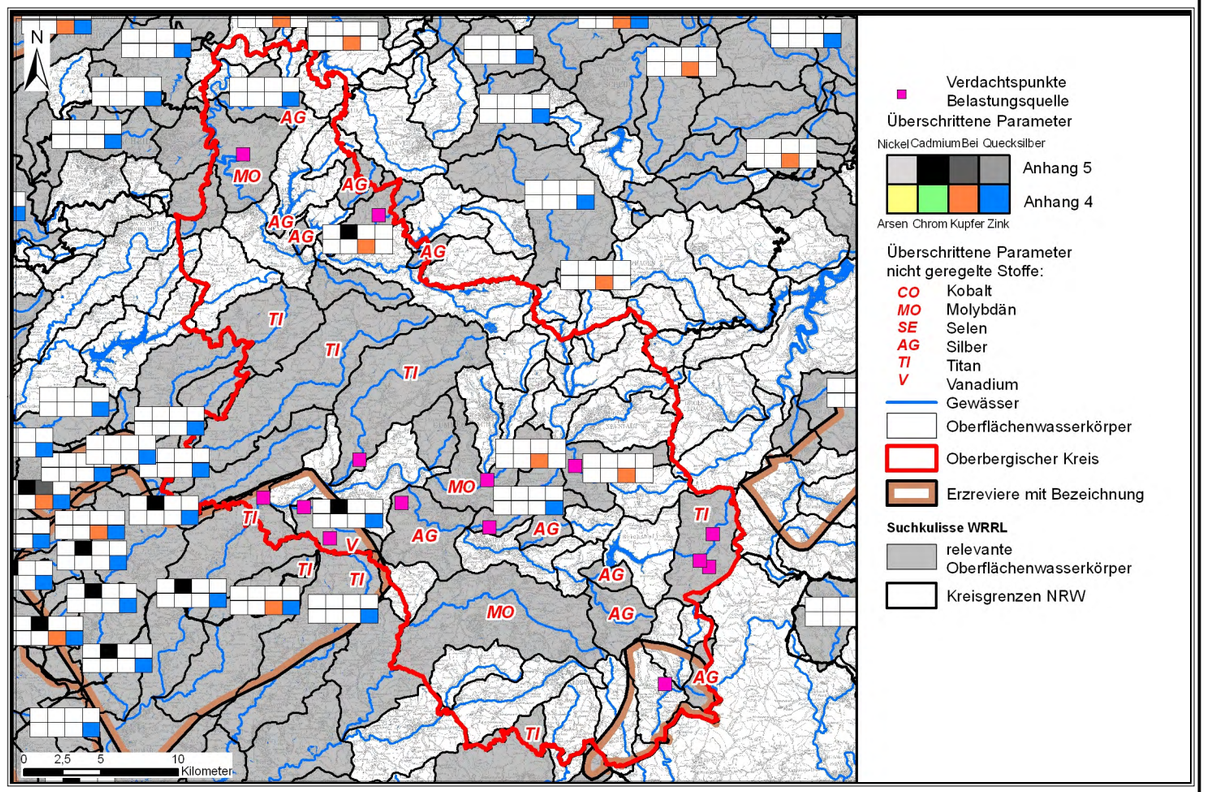
ahu AG Wasser Boden Geomatik

Y:\GIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\98_Uebersichten_NRW\01_Suchraum.mxd

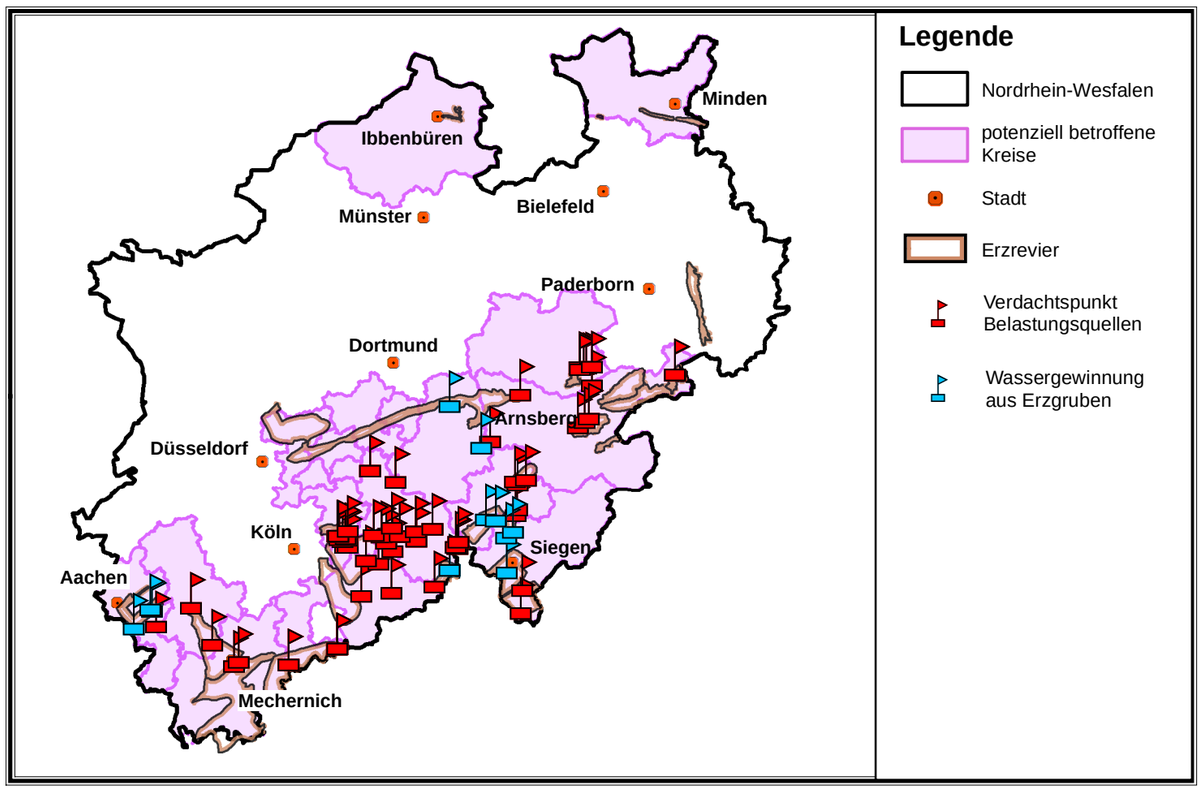
Kreisabfrage: Stollenmundlöcher / BAVKAT / FISALBo / Gütemessstellen / relevante Oberflächenwasserkörper / Verdachtspunkte



Kreisabfrage: Belastungen Oberflächenwasserkörper



Kreisabfrage: Übersicht Verdachtspunkte



Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Datenaufbereitung Kreisabfrage

Anlage 1.2

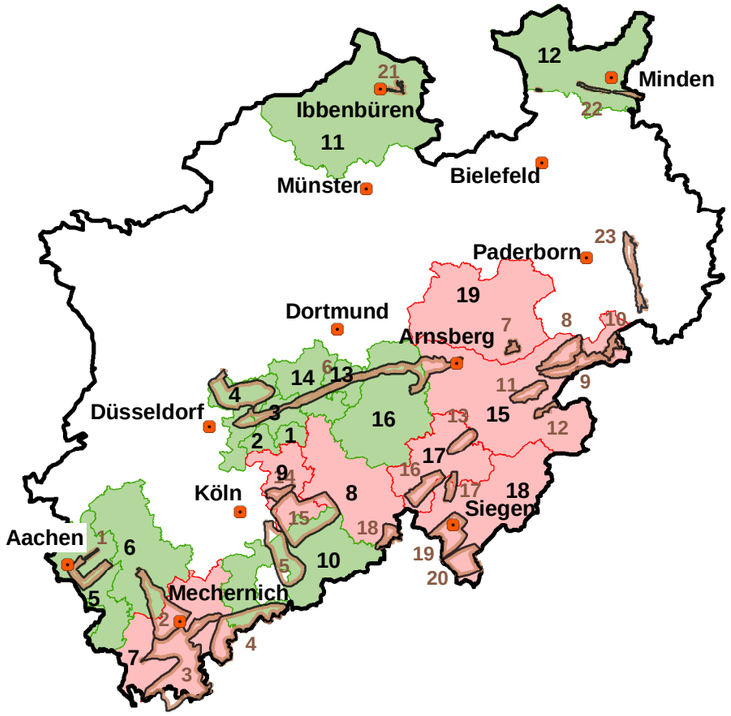
entworfen : MP gezeichnet : geprüft : PR	Datum: 14.09.2012	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen: ERZ

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

Y:\GIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\98_Uebersichten_NRW\02_Kreisabfrage.mxd

Kreisabfrage:
Rückmeldungen / Hinweise auf Belastungsquellen



Legende

Nordrhein-Westfalen

Stadt

Erzrevier

Hinweise auf Belastungsquellen

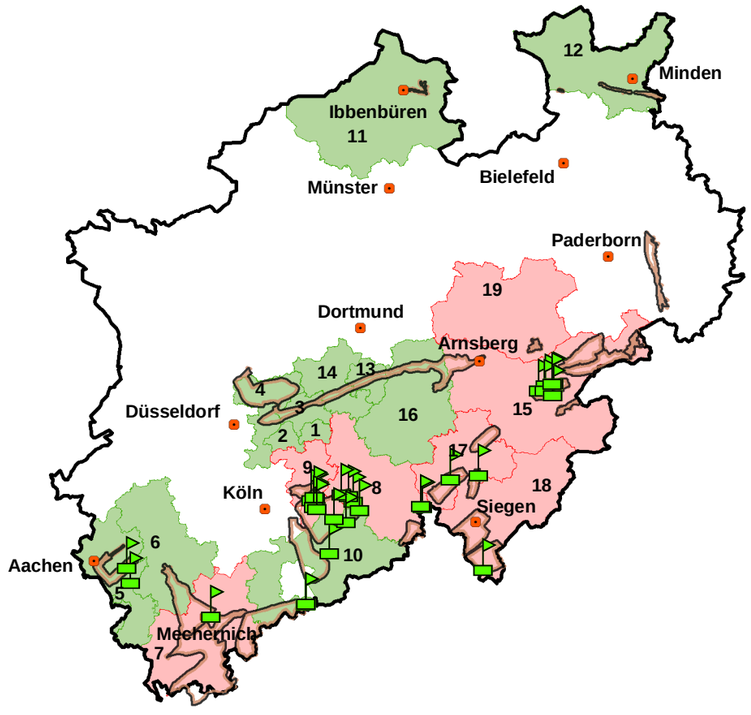
Kreise ohne Hinweise

1 Remscheid
2 Solingen
3 Wuppertal
4 Mettmann
5 Städteregion Aachen
6 Düren
10 Rhein-Sieg-Kreis
11 Steinfurt
12 Minden-Lübbecke
13 Hagen
14 Ennepe-Ruhr-Kreis
16 Märkischer Kreis

Kreise mit Hinweisen

7 Euskirchen
8 Oberbergischer Kreis
9 Rheinisch-Bergischer Kreis
15 Hochsauerlandkreis
17 Olpe
18 Siegen-Wittgenstein
19 Soest

Begehungen



Legende

Nordrhein-Westfalen

Stadt

Erzrevier

Verdachtspunkt - begangen

Hinweise auf Belastungsquellen

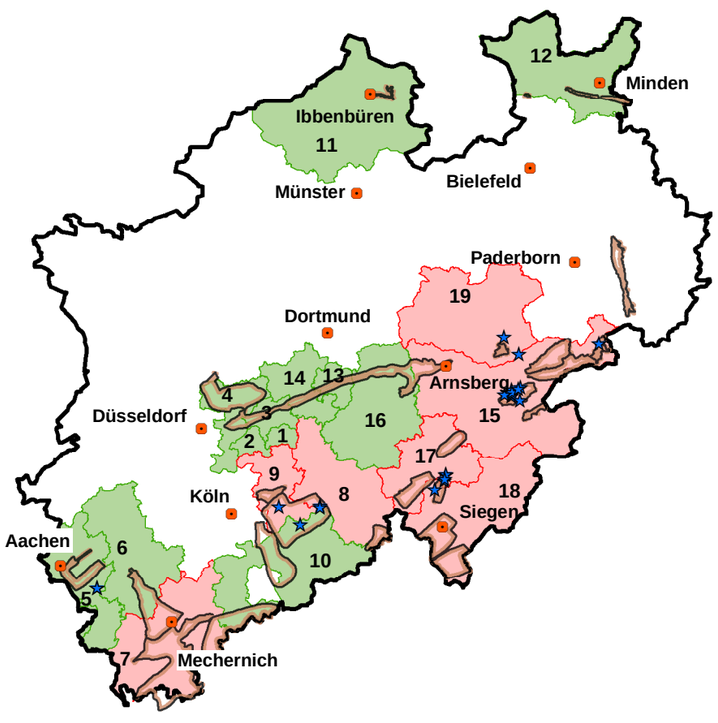
Kreise ohne Hinweise

1 Remscheid
2 Solingen
3 Wuppertal
4 Mettmann
5 Städteregion Aachen
6 Düren
10 Rhein-Sieg-Kreis
11 Steinfurt
12 Minden-Lübbecke
13 Hagen
14 Ennepe-Ruhr-Kreis
16 Märkischer Kreis

Kreise mit Hinweisen

7 Euskirchen
8 Oberbergischer Kreis
9 Rheinisch-Bergischer Kreis
15 Hochsauerlandkreis
17 Olpe
18 Siegen-Wittgenstein
19 Soest

Probenahme LANUV



Legende

Nordrhein-Westfalen

Stadt

Erzrevier

LANUV- Probenahmepunkte

Hinweise auf Belastungsquellen

Kreise ohne Hinweise

1 Remscheid
2 Solingen
3 Wuppertal
4 Mettmann
5 Städteregion Aachen
6 Düren
10 Rhein-Sieg-Kreis
11 Steinfurt
12 Minden-Lübbecke
13 Hagen
14 Ennepe-Ruhr-Kreis
16 Märkischer Kreis

Kreise mit Hinweisen

7 Euskirchen
8 Oberbergischer Kreis
9 Rheinisch-Bergischer Kreis
15 Hochsauerlandkreis
17 Olpe
18 Siegen-Wittgenstein
19 Soest

**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Rückmeldung Kreise, weitere Untersuchungen

Anlage 1.3

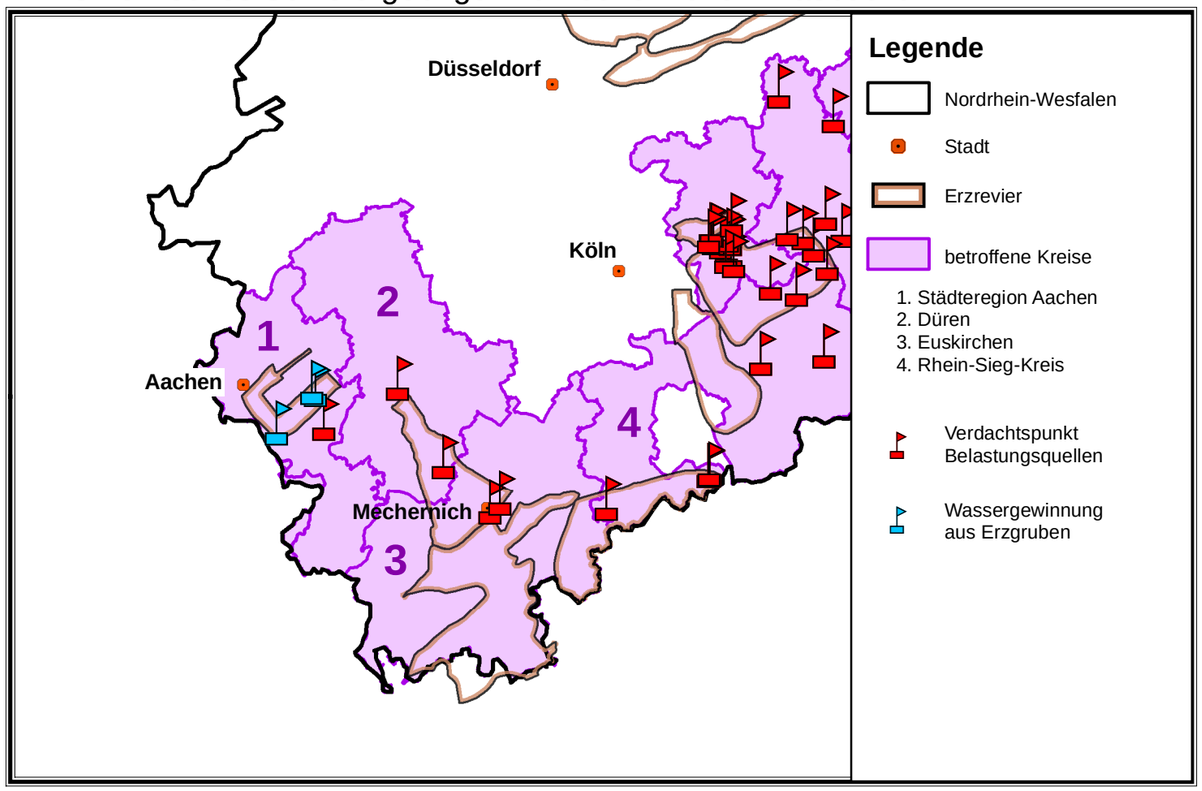
entworfen : MP gezeichnet : geprüft : PR	Datum: 14.09.2012	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen: ERZ

IHS

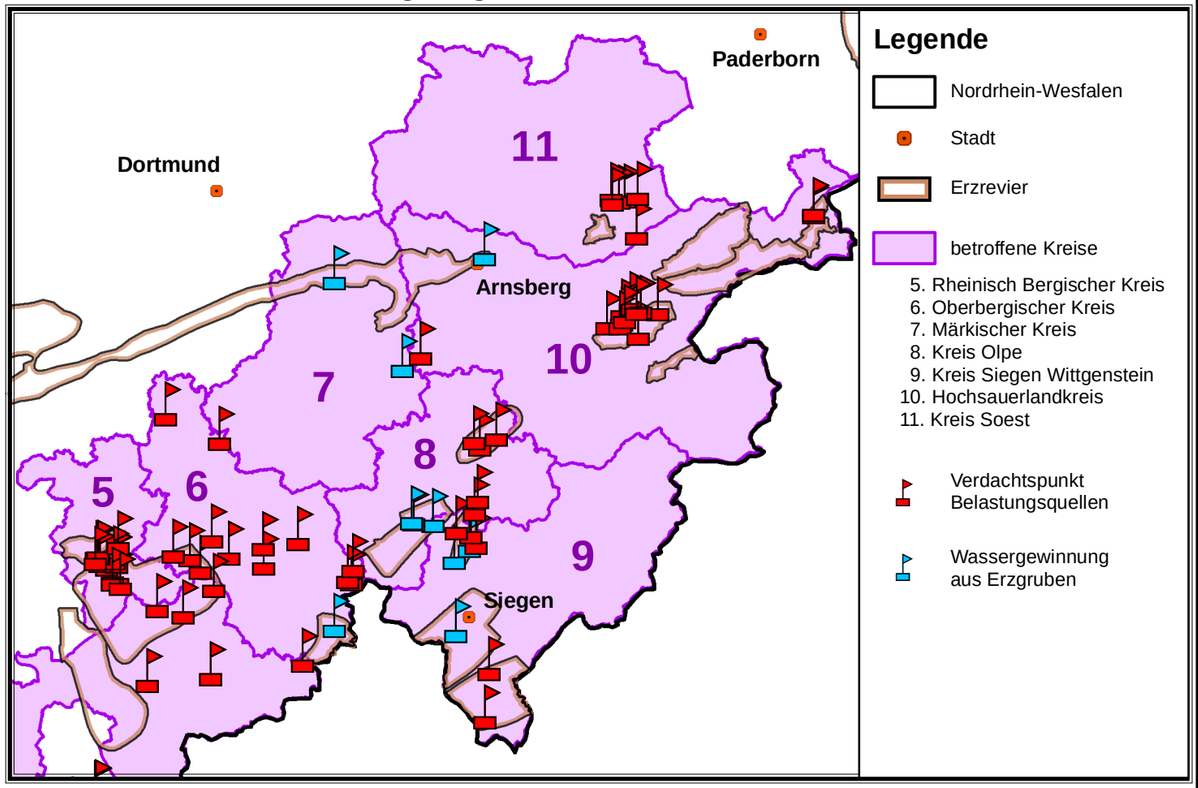
ahu AG Wasser Boden Geomatik

Y:\GIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\98_Uebersichten_NRW\03_Rueckmeldungen_Kreise.mxd

Verifizierte Verdachtspunkte:
Linksrheinisches Schiefergebirge mit Mechernicher Triasbucht

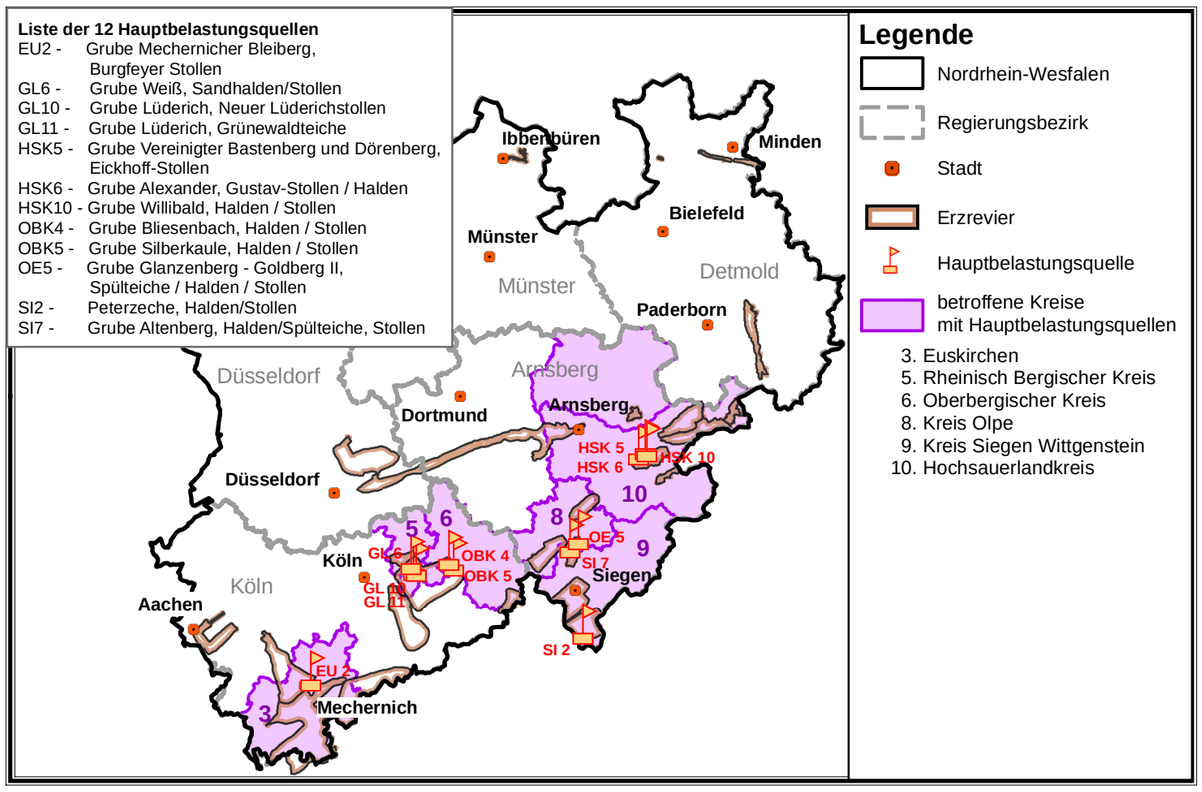


Verifizierte Verdachtspunkte:
Rechtsrheinisches Schiefergebirge



Priorisierung: Hauptbelastungsquellen (Top 12)

Liste der 12 Hauptbelastungsquellen
EU2 - Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen
GL6 - Grube Weiß, Sandhalden/Stollen
GL10 - Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen
GL11 - Grube Lüderich, Grünewaldteiche
HSK5 - Grube Vereinigter Bastenberg und Dörenberg, Eickhoff-Stollen
HSK6 - Grube Alexander, Gustav-Stollen / Halden
HSK10 - Grube Willibald, Halden / Stollen
OBK4 - Grube Bliesenbach, Halden / Stollen
OBK5 - Grube Silberkaule, Halden / Stollen
OE5 - Grube Glanzenberg - Goldberg II, Spülteiche / Halden / Stollen
SI2 - Peterzeche, Halden/Stollen
SI7 - Grube Altenberg, Halden/Spülteiche, Stollen



**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Verifizierte Verdachtspunkte und Hauptbelastungsquellen

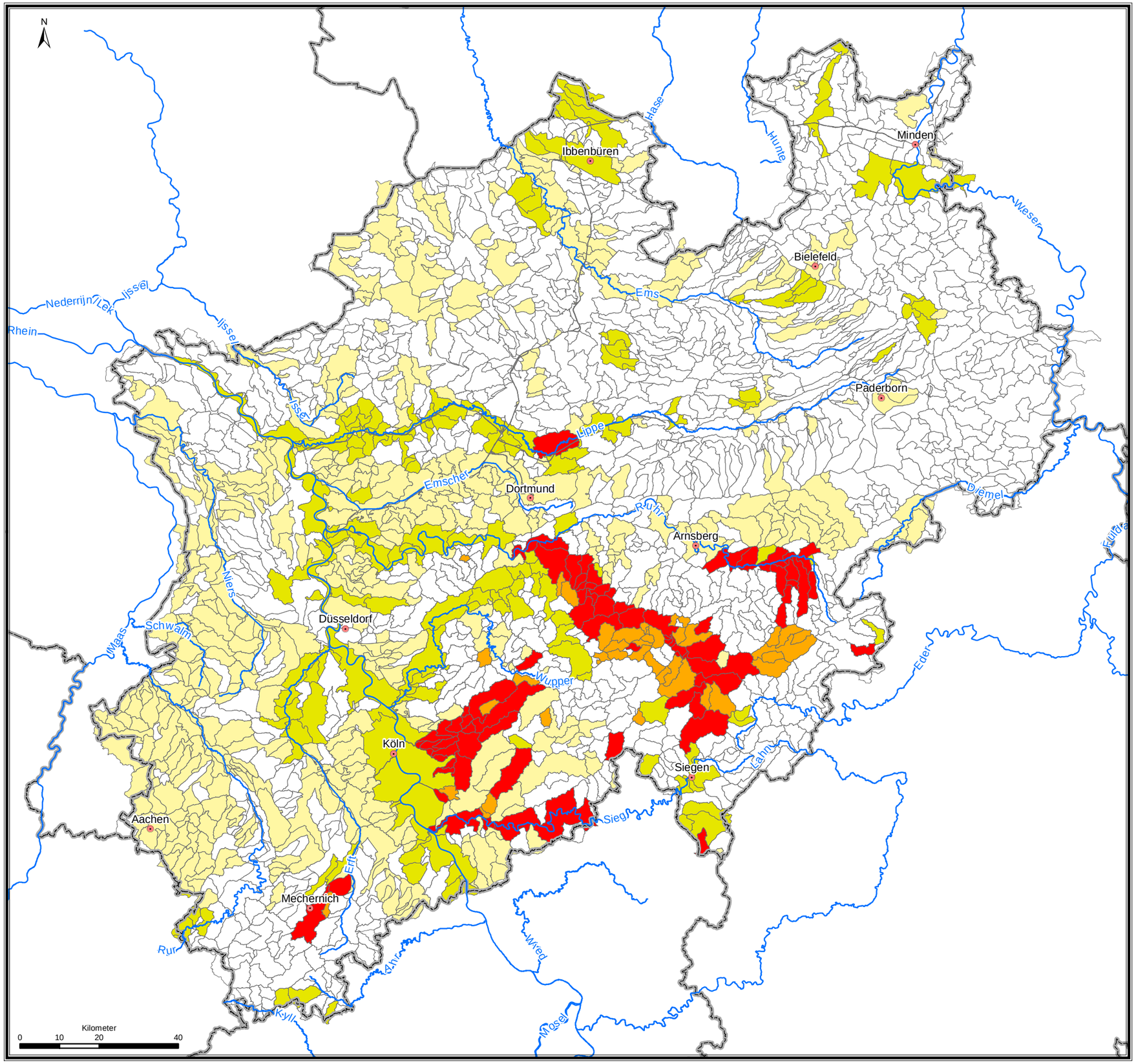
Anlage 1.4

entworfen : MP gezeichnet : geprüft : PR	Datum: 14.09.2012	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen: ERZ

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

Y:\GIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\98_Uebersichten_NRW\04_Ergebnisse.mxd



Stadt

Gewässer

Oberflächenwasserkörper

Oberflächenwasserkörper für die weitere Betrachtung

- WK/WKG/PE mit Hinweis/Maßnahmen Erzbergbau/ Altbergbau / relevante Belastung
- WK/WKG/PE mit Hinweis/Maßnahmen Erzbergbau/ Altbergbau / keine relevante Belastung
- WK/WKG/PE wo die Ursache der Belastung unklar ist / relevante Belastung
- WK/WKG/PE ohne Bewertung der Maßnahmen/ relevante Belastung

Bezirksregierung Arnsberg - Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Übersichtsplan relevante Oberflächenwasserkörper

Anlage 2

entworfen : FM gezeichnet : WA geprüft :	Datum: 14.09.2012	Änderungen:	Maßstab 1:1.000.000	Projektzeichen: ERZ	

p:\ERZ\gis\es\mapt\Bericht_1204\Anl_2_relevante_OWK.mxd

HS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

		Erzbezirk-Kennnummer 01	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Köln	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**5103 Eschweiler** **5202 Aachen** **5203 Stolberg** **5303 Roetgen**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	StädteRegion Aachen	
1.5	Naturräumliche Lage	Nordeifel	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	- **Glücksburg** - **Albertsgrube** - **Diepenlinchen** - **Breinigerberg** - **Kirchfeld Heidchen** - **Herrenberg** - **Georg** - **Cornelia (Fe)**	Tiefer Stollen Binsfeldhammer Stollen, Dohm-Stollen Tiefer Stollen
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[6] Die Blei- und Zinklagerstätten des Aachener und Stolberger Raumes sind im Wesentlichen an die postvariszischen Quer- und Diagonalstörungen gebunden. Bauwürdige Lagerstätten treten fast ausschließlich in den paläozoischen Karbonat-Gesteinen auf, den devonischen „Eifelkalken“ (Unterer und Oberer Massenkalk) und den unterkarbonischen Kohlenkalken. Die Mehrzahl der Lagerstätten befindet sich in den unterkarbonischen Kohlenkalken. Die sulfidischen Vererzungen treten in Gängen, Nestern und Stockwerken auf. Stockwerke entstehen durch Verästelung von Gängen und können eine Breite von mehreren Zehner Metern erreichen. Die Verwitterungserze treten in großer Ausdehnung in Oberflächennähe auf und wurden lokal auch in größeren Tagebauen abgebaut (Büsbacher Berg).	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	Bleiglanz (PbS), Zinkblende (ZnS), Galmei (ZnCO3), Weißbleierz (PbCO3), Brauneisen **Hauptelemente: Zn, Pb, Fe**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	Schwefelkies, Markasit, Kupferkies **Nebenelemente: Cu, Ag, Cd, As, Sb**	
2.5	Genese	[6] Hydrothermale Bildungen der Blei-Zinkerz-Gänge auf den stärker geklüfteten Kalksteinen (primäres sulfidisches Erz); sekundäre Verwitterungserze (Galmei); metasomatische Erzanreicherungen im Grenzbereich der Kalksteine (Brauneisen).	
2.6	Grober historischer Abriss	[6] Der Erzbergbau im Raum Stolberg lässt sich bis in die keltisch-römische Zeit zurückverfolgen. Neben Silber, Blei und Eisen war bereits zu römischer Zeit vor allem die Gewinnung des für die Herstellung von Messing benötigten Galmeis von Bedeutung. Aufgrund der Galmei-Lagerstätten kam es im Raum Stolberg und Aachen im Mittelalter zur Entstehung einer bedeutenden Messingindustrie. Der Galmei-Abbau setzte sich bis zu Beginn des 19. Jhd. fort. Im 19. Jhd. begann die Entwicklung einer bedeutenden Blei- und Zinkindustrie. Der steigende Bedarf an Zink, die bereits weitgehend ausgebeuteten oberflächennahen Zink-Lagerstätten und der wachsende technische Fortschritt führten zum Beginn des Tiefbergbaubetriebs in den Erzgruben. Als letzte Blei-Zinkerzgrube im Untersuchungsgebiet wurde 1919 die Grube Diepenlinchen geschlossen.	
2.7	Umfang des Bergbaus	Der Erzbezirk erstreckt sich über eine Fläche von rd. 84 km²:	

	(Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	der Abbau erfolgte in diesem Bezirk an zahlreichen Stellen zumeist in kleineren Gruben. Bedeutsamer Abbau erfolgte auf etwa drei Gruben (Breinigerberg, Diepenlinchen, Glücksburg), deren Grubenfelder sich in den Kalksteinzügen zu beiden Seiten des Vichttals erstrecken. Der Tiefbergbau erreichte in den Hauptgruben Teufen zwischen rd. 100 und 400 m.	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	[6] Das oberflächennah verbreitete Galmei-Erz wurde in sogenannten Pingen und Packen abgebaut. Diese Gruben und kleinen Tagebaue wurden maximal bis wenige Meter unter den Grundwasserspiegel abgeteuft. In trockenen Jahren wurden dabei Abbautiefen von 40 bis 50 m erreicht. Im 19. Jhd. wurden die tieferen Lagerstättenbereiche zunächst durch neue Entwässerungsstollen erschlossen. Mit der fortschreitenden Industriealisierung setzte der Tiefbergbau ein. Der Abbau erfolgte zumeist im Firstenbau mit Bergeversatz. Die Blei-Zinkerzgruben des Aachener und Stolberger Raumes wurden und werden vielfach für die Trinkwasser-/Brauchwassergewinnung genutzt: - Tiefer Breinigerbergstollen (Breinigerberg, Mariaschacht) - Binsfeldhammerstollen (Diepenlinchen, nicht in Betrieb) - Grube Georg	
2.10	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 - 5103 Eschweiler [4] Erläuterungen GK25 - 5202 Aachen [5] Erläuterungen GK25 - 5203 Stolberg [6] IHS (2007/2008):- Bestandsaufnahme zu den Hinterlassenschaften des Erz- und Steinkohlenbergbaus im Inde Revier - Teil 3.- Gutachten im Auftrag der BR Arnsberg.	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_RUR_1100, PE_RUR_1300, PE_RUR_1400	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_RUR_1110, WKG_RUR_1111, WKG_RUR_1113, WKG_RUR_1114, WKG_RUR_1116, WKG_RUR_1117, WKG_RUR_1118, WKG_RUR_1121, WKG_RUR_1333, WKG_RUR_1443	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_2824_21336 DE_NRW_2824_28252 DE_NRW_2824_37936 DE_NRW_2824_41524 DE_NRW_28242_0 DE_NRW_28244_0 DE_NRW_28244_3400 DE_NRW_28244_5800 DE_NRW_282452_0 DE_NRW_282452_2000 DE_NRW_28246_0 DE_NRW_282534_0 DE_NRW_2828_45870 DE_NRW_282816_0 DE_NRW_282816_2470 DE_NRW_28282_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 02	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Eifeler Trias-Bezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Köln	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**5204 Kreuzau (Lendersdorf)** 5205 Vettweiß **5304 Nideggen** **5305 Zülpich** **5405 Mechernich**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Kreis Düren, Kreis Euskirchen	
1.5	Naturräumliche Lage	Eifel / Niederrheinische Bucht	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	- **Maubacher Bleiberg** - **Mechernicher Bleiberg** - **Gute Hoffnung (Schevener Stollen)** - **Kaller Stollen**	Tiefer Welker Stollen Burgfeyer Stollen Schevener Stollen Kaller Stollen
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	Stratiforme Vererzung von Sandsteinen des Mittleren Buntsandsteins; das Blei-Erz ist in Form von kleinen Kügelchen („Knotten“) angereichert. Maubacher Bleiberg: Erzlager („Flöze“) bis zu 20 m mächtig; tektonische Gliederung in Schollen, „Eifelrandstaffeln“; Deckgebirgsmächtigkeit bis 70 m. Mechernicher Bleiberg: Im Südosten ist ein bis zu 30 m mächtiges Flöz ausgebildet, das sich nach Nordwesten hin in bis zu 4 Flöze aufspaltet. Im Südosten treten die Erz führenden Schichten zutage, nach Nordwesten nimmt die Deckgebirgsmächtigkeit (Mittlerer und Oberer Buntsandstein) im Lagerstättenbereich auf Beträge bis zu rd. 80 m zu. Lokale kleinere Kupfervererzungen im Zentrum der Triasbucht u.a. bei Vlatten (Grube Klara) und Floisdorf-Berg (Grube Friedrich-Wilhelm).	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	- Bleiglanz (PbS) und Cerussit ($PbCO_3$) lokal Kupferkies **Hauptelemente: Pb, Cu**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	Zinkblernde, Kupferkies,Pyrit, Bravoit **Nebenelemente: Zn, Ni, Cu, Fe, Co, V**	
2.5	Genese	Hydrothermale Imprägnation von Sandsteinen des mittleren Buntsandsteins	
2.6	Grober historischer Abriss	Gewinnung Blei-Erze vermutlich schon in römischer Zeit. Maubacher Bleiberg: Abbau dokumentiert am Maubacher Bleiberg seit 14. Jahrhundert; im 19. Jahrhundert nur kurze Betriebsperioden des Tiefbergbaus und erste Versuche zur Anlage von Tagebauen. Abbau bei Kufferath auf der Grube Johanna über Tiefen Welker Stollen. 1946 bis 1969 Aufschluss und Abbau im Großtagebau; nach Stilllegung wurde der Tagebau als Deponie nachgenutzt - Deponie Horm. Mechernicher Bleiberg: Gewinnung Blei-Erze vermutlich schon in keltischer Zeit; Abbau im 18. und beginnendem 19. Jahrhundert noch über eine Vielzahl von Reifenschächten; im 19. Jahrhundert zunächst Zusammenlegung der kleinen Gruben und Erschließung größerer Felder über Wasserlösungsstollen. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts Übergang zu industriellem Großtage- und Tiefbergbau. Stilllegung 1957; anschließend Rekultivierung der Flotationshalden. In Teilbereich Einrichtung einer Deponie.	

2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Maubacher Bleiberg: Schwerpunkt im Raum Horm, Untermaubach, Kufferath. Der Lagerstättenbereich erstreckt sich über eine Fläche von rd. 200 ha; die Halde Beythal umfasst rd. 35 ha. Das Erz wurde bis in eine Teufe von etwa 90 m abgebaut. Mechernicher Bleiberg: Schwerpunkt im Raum Kall-Mechernich am SE-Rand der Triasbucht. Erstreckung des Lagerstättenbereichs in SW-NE-Richtung rd. 10 km, in NW-SE-Richtung maximal 1,2 km. Abbaufelder erstrecken sich hier über eine Fläche von rd. 320 ha (i.W. Ostfeld) bis in Teufen zwischen 100 und 150 m. Zwei kleinere, räumlich getrennte Abbaufelder nördlich der Hauptlagerstätte (Gute Hoffnung, Gottessegen). Verfüllung der Tagebaue mit Rückständen aus der Erzaufbereitung (Flotationssande).	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	Maubacher Bleiberg: Abbau in Pingen, über eine Vielzahl von Reifenschächten im Raum Kufferath; später im Stollen-, Tiefbergbau und Großtagebau (Horm); Tiefbergbau erfolgte überwiegend im Kammerbau. Flotationsrückstände wurden in Spülteichen und in altem Tagebau verfüllt. 1955 bis 1969 wurden Flotationsrückstände in einem großen Klärteich abgelagert („Halde Beythal“). Für den Betrieb der im Tagebau Horm angelegten Deponie wurde die Tagebausohle bisher durch eine Wasserhaltung trocken gehalten. Derzeit laufen die Planungen für die Einstellung der Wasserhaltungsmaßnahmen. Mechernicher Bleiberg: Abbau in Pingen, über eine Vielzahl von Reifenschächten; später im Stollen-, Tiefbergbau und großen Tagebauen. Tiefbergbau über mehrere Sohlen mit umfangreichem Kammerbau und verschiedenen Arten des Bruchbaus. Ablagerung großer Sandhalden mit Flotationsrückständen; im Umfeld der Hüttenbetrieb Blei-Belastungen durch stärker lösliches Bleioxid. Zahlreiche Hüttenbetriebe entlang des Bleibachs. Zentrale Entwässerung der Hauptabbaufelder (Westfeld/Ostfeld) über den Burgfeyer Stollen	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 – Metallerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 - 5204 Kreuzau (Lendersdorf) [3] Erläuterungen GK25 - 5405 Mechernich [4] Erläuterungen GK25 – 5305 Zülpich [5] Schalich et al. (1986): Die Bleierzlagerstätte Mechernich - Grundlage des Wohlstandes, Belastung für den Boden [6] Ingenieurbüro Heitefld-Schetelig GmbH (09.12.2004): Altbergbau am Mechernicher Bleiberg - Bearbeitungsblock 3 - Stellungnahme zu den bergbaulich-geotechnischen Verhältnissen und zur Standsicherheit der Geländeoberfläche.	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_RUR_1100, PE_RUR_1300, PE_RUR_1400	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_RUR_1110, WKG_RUR_1111, WKG_RUR_1113, WKG_RUR_1114, WKG_RUR_1116, WKG_RUR_1117, WKG_RUR_1118, WKG_RUR_1121, WKG_RUR_1333, WKG_RUR_1443	

3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_2824_28252 DE_NRW_2824_37936 DE_NRW_2824_41524 DE_NRW_28242_0 DE_NRW_28244_5800 DE_NRW_28244_3400 DE_NRW_28244_0 DE_NRW_282452_2000 DE_NRW_282452_0 DE_NRW_28246_0 DE_NRW_2824_21336 DE_NRW_2828_45870 DE_NRW_282816_0 DE_NRW_282816_2470 DE_NRW_28282_0 DE_NRW_282534_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen	- Planungen für die Sanierung der „Halde Beythal“ durch Kreis Düren (Beybach) - Planungen für Wasseraufbereitung am Mundloch des Burgfeyer Stollens durch Erftverband (Veybach); Pilotanlage in Betrieb, Wasseraustritte stark belastet mit Zn, Ni, Co, Cd (Summe ~5 g/l)	

	Ordnungsnummer	**Erzbezirk-Kennnummer 03**	**Quellenangabe, Bemerkungen**
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Eifeler Roteisenstein-Bezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Köln	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**5405 Mechernich** **5406 Bad Münstereifel** **5504 Hellenthal** **5505 Blankenheim** **5506 Aremberg** **5605 Stadtkyll** **5606 Üxheim**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Kreis Euskirchen	
1.5	Naturräumliche Lage	Eifel	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	[2] - **Stahlberg** - **Neue Concordia** - **Girzenberg-Lager** - **Heidenacker Lager**	- Haak-Stollen - Concordia Stollen - Beust-Stollen
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	Synsedimentäre und metasomatische Roteisenlager im Verbreitungsgebiet der Eifeler Kalkmulden; Teufenbereich < 100 m.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	- Roteisen, Brauneisen **Hauptelement: Fe**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	 **Nebenelement: Mn**	
2.5	Genese	[2] - synsedimentäre Roteisensteinlager in den Kalksteinen der Heisdorfer und Laucher Schichten (Grenzbereich Unter-/Mitteldevon; - lagerartige Vorkommen von metasomatischen Eisenmangancarbonaten in Dolomitgesteinen des Sötenicher Mitteldevons - metasomatisches Lager im Hangenden Ton eines permischen Kalksteinkonglomerates	Bereich Vollem-Eiserfey (z.B. Girzenberg-Lager) (Stahlberg, Neue Concordia)
2.6	Grober historischer Abriss	[2] Gewinnung manganhaltiger Eisenerze vermutlich schon in vorrömischer Zeit; Abbau im 18. und 19. Jhd. über eine Vielzahl von Reifenschächten. Ab Mitte des 19. Jhd. Zusammenlegung der kleinen Gruben und Erschließung größerer Felder über Wasserlösungsstollen.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Schwerpunkt im Raum Kall-Sötenich-Golbach im Übergangsbereich zwischen Triasmulde und Eifelkalkmulden. Daneben viele kleine Gruben im Bereich der Eifelkalkmulden.	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	[2] Abbau in Pingen, über eine Vielzahl von Reifenschächten und später im Stollenbergbau	- Drope-Stollen der Grube Felix (bei Benenberg) wird zur Wassergewinnung genutzt
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 5/1 – Eisenerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 - 5405 Mechernich [3] Erläuterungen GK25 - 5504 Hellenthal [4] Erläuterungen GK25 - 5505 Blankenheim	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_AHR_1700, PE_ERF_1200, PE_ERF_1300, PE_ERF_1400, PE_ERF_1500, PE_KYL_1600, PE_RUR_1000	

3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_AHR_1701, WKG_AHR_1702, WKG_AHR_1703, WKG_ERF_1201, WKG_ERF_1203, WKG_ERF_1302, WKG_ERF_1402, WKG_ERF_1501, WKG_ERF_1502, WKG_ERF_1601, WKG_KYL_1602, WKG_RUR_1001, WKG_RUR_1003, WKG_RUR_1004	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_266_111844 DE_NRW_266_112488 DE_NRW_266_115200 DE_NRW_26618_0 DE_NRW_26632_0 DE_NRW_266332_0 DE_NRW_266332_3100 DE_NRW_26636_2684 DE_NRW_2718_68205 DE_NRW_2718_73955 DE_NRW_2718_78435 DE_NRW_271812_0 DE_NRW_271814_0 DE_NRW_271816_0 DE_NRW_271818_0 DE_NRW_271818_4100 DE_NRW_2718192_0 DE_NRW_27182_0 DE_NRW_271854_9322 DE_NRW_271856_11550 DE_NRW_274_81699 DE_NRW_274_96913 DE_NRW_27414_0 DE_NRW_27416_0 DE_NRW_27418_7000 DE_NRW_274186_0 DE_NRW_274192_0 DE_NRW_27426_8625 DE_NRW_27428_9655 DE_NRW_27448_16307 DE_NRW_2822_19575 DE_NRW_2822_29175 DE_NRW_2822_8176 DE_NRW_28222_0 DE_NRW_28224_0 DE_NRW_28226_0 DE_NRW_28226_3700 DE_NRW_28228_0 DE_NRW_282286_0 DE_NRW_2822866_0 DE_NRW_2822_8176 DE_NRW_28226_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen	-	

	Ordnungsnummer	**Erzbezirk-Kennnummer 04**	**Quellenangabe, Bemerkungen**
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Osteifeler Blei-Zink-Erzbezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Köln	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**5307 Rheinbach** **5308 Bonn-Bad Godesberg** **5407 Altenahr** **5408 Bad Neuenahr-Ahrweiler**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Kreis Euskirchen, Rhein-Sieg-Kreis	
1.5	Naturräumliche Lage	Eifel	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	- **Gruben Laura und Philippine bei Oberbachem (Verbundbergwerk)** - **Emma-Caroline bei Neukirchen (Berscheid)** - **Glücksthal (Willerscheid)**	Tiefer Stollen vom Sursbachtal Rolandstollen noch erhalten [4]
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[2]: Gangvererzungen im Unterdevon, „Laura-Gang“ / „Philippinengang“, Gangmächtigkeit rd. 2 bis 10 m;	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	- Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies **Hauptelemente: Cu, Pb, Zn**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	[2] Gangmasse Quarz **Nebenelemente: Ag**	
2.5	Genese	[2] Gangförmige hydrothermale Quarz-Zinkblende/Bleiglanz-Vererzungen im Unterdevon	
2.6	Grober historischer Abriss	[1] Bergbau ab frühem 19. Jhd. auf Laura und Philippine; Stilllegung Laura/Philippine in 1913, Emma-Caroline in 1873 [4] Abbau im Konzessionsfeld Glücksthal seit dem 16. Jhd..	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Namentlich erfasst sind etwa sieben Gruben/Abbaubereiche; Abbauteufen maximal zwischen 100 und 200 m (150 m-Sohle Lauraschacht [2]. Fläche der einzelnen Bergwerke < 50 ha; Abbau insgesamt nur von untergeordneter Bedeutung.	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	Pingen-, Stollen- und Tiefbergbau	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 - 5308 Bonn - Bad Godesberg [3] Erläuterungen GK25 - 5407 Altenahr [4] http://de.wikipedia.org/wiki/Willerscheid (01.2012)	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_AHR_1700, PE_ERF_1400, PE_ERF_1500, PE_RHE_1400, PE_RHE_1500	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_AHR_1703, WKG_ERF_1401, WKG_ERF_1402, WKG_ERF_1501, WKG_RHE_1405, WKG_RHE_1501	
3.3	Betroffene	DE_NRW_2_639268	

	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_271856_1513 DE_NRW_2718562_0 DE_NRW_271872_6287 DE_NRW_27188_9937 DE_NRW_271882_0 DE_NRW_271892_8908 DE_NRW_27194_1188 DE_NRW_27196_2960 DE_NRW_271982_2500 DE_NRW_274_81699 DE_NRW_274_96913 DE_NRW_2742_20700 DE_NRW_27422_0 DE_NRW_27422_2800 DE_NRW_274234_0 DE_NRW_274234_4726 DE_NRW_27424_0 DE_NRW_27424_3500 DE_NRW_274252_0 DE_NRW_274252_3700 DE_NRW_27426_8625 DE_NRW_274264_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

	Ordnungsnummer	**Erzbezirk-Kennnummer 05**	**Quellenangabe, Bemerkungen**
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Niederrheinischer Eisensteinbezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Köln	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**5108 Wahn** **5109 Lohmar** **5208 Bonn** **5209 Siegburg**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Rhein-Sieg-Kreis, Kreis Bonn	
1.5	Naturräumliche Lage	Niederrheinische Bucht	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	[2] Die Erzgewinnung in den Tertiären Schichtenfolgen erfolgte hier im Bereich Wahner Heide. [5] Innerhalb des Tertiärs werden hier folgende Hauptgruben beschrieben: - Grube Gottessegen - Engelbertsglück - Gustav Adolf - Alter Adrian	
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	Unter dem Niederrheinischen Eisensteinbezirk werden hier die bergbaulichen Aktivitäten zusammengefasst, die in den Vererzungszonen der tertiären Deckschichten stattgefunden haben. Nach [2] kommen im Bereich der Wahner Heide nierenförmige Sphärosiderit-Vererzungen (Toneisenstein) in Tonen der Braunkohlenstufe vor. Im Bereich des Finkenberges sind nach [4] sowohl im Ton, als auch im Tuff Konkretionen von Sphärosiderit enthalten, die teilweise lagenartig zusammengeschlossen sind. Es werden geringe Mächtigkeiten zwischen 0,2 und 1 m angegeben.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	[1] bis [5] In den tertiären Sedimenten wurden überwiegend sphärosideritische Toneisensteine abgebaut. **Hauptelement: Fe**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	**Nebenelemente: Mn**	
2.5	Genese	Sedimentäre Anreicherung von Eisenhydroxiden	
2.6	Grober historischer Abriss	Vermutlich ist bereits seit dem Mittelalter Bergbau umgegangen; der Abbau von Toneisensteinen im Tertiär hat im Wesentlichen um die Mitte des 18. Jhd. stattgefunden.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Insgesamt ist eine Vielzahl kleinerer Gruben beschrieben; eine genaue Anzahl oder Abbaumenge ist nicht bekannt. In der Gesamtheit erstreckt sich das Erzrevier des Niederrheinischen Eisensteinbezirks über eine Fläche von rd. 168 km².	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	Über den Abbau ist wenig dokumentiert. Überwiegend soll der Abbau von Schächten aus im Pfeilerbau erfolgt sein. Sobald die Förderstrecken zu lang wurden, wurden neue Schächte abgeteuft.	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 - 5108 Wahn [3] Erläuterungen GK25 - 5109 Lohmar [4] Erläuterungen GK25 - 5208 Bonn [5] Erläuterungen GK25 - 5209 Siegburg	

3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_RHE_1400, PE_RHE_1500, PE_SIE_1000, PE_SIE_1100	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_RHE_1402, WKG_RHE_1403, WKG_RHE_1406, WKG_RHE_1501, WKG_SIE_1001, WKG_SIE_1002, WKG_SIE_1003, WKG_SIE_1004, WKG_SIE_1101	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_2_639268 DE_NRW_271972_0 DE_NRW_271972_4160 DE_NRW_272_0 DE_NRW_27272_0 DE_NRW_27272_2373 DE_NRW_27276_0 DE_NRW_27276_4374 DE_NRW_27278_0 DE_NRW_27278_4362 DE_NRW_272788_0 DE_NRW_272788_2380 DE_NRW_2728_0 DE_NRW_27288_0 DE_NRW_272994_0 DE_NRW_2734_0 DE_NRW_2734_4879 DE_NRW_2735312_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 06	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Nordbergischer / Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Düsseldorf/Köln	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**4512 Menden** **4513 Arnsberg-Neheim (Neheim-Hüsten)** **4514 Möhnesee** **4607 Heiligenhaus (Kettwig)** **4608 Velbert** 4610 Hagen **4611 Hagen-Hohenlimburg (Hohenlimburg)** **4612 Iserlohn** **4613 Balve** **4614 Arnsberg (Arnsberg-Süd)** **4707 Mettmann** **4708 Wuppertal-Ehrenfeld** **4709 Wuppertal-Barmen**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Mettmann, Wuppertal, Ennepe-Ruhr-Kreis, Hagen, Märkischer Kreis, Hochsauerlandkreis	
1.5	Naturräumliche Lage	Bergisches Land, Sauerland	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	**[3]** **- Lintorfer Bergwerke (Pb, Zn)** **- Selbecker Bergwerke (Pb, Zn)** **- Zeche Thalburg, Heiligenhaus (Pb, Zn)** **[4], [10]** **- Zeche Prinz Wilhelm ((Pb, Zn)** **- Zeche Glückauf (Pb, Zn)** **- Grube Aurora (Alaun), Hefel** **[5]** **- Zeche Benthausen (Pb)** **[6]** **- Zeche Karl (Galmei), Langerfeld** **- Galmeigrube Schwelm, Öhde** **- Schwelmer Brunnen (Fe), Schwelm** **[7], [1]** **Iserlohner Galmei-Gruben** **- Tiefbau von Hövel** **- Tiefbau Krug von Nidda** **- Tiefbau Westig** **[8]** **Caspari-Zeche (Antimonglanz)** **[9], [11]** **Grube Husenberg (Fe)]**	große Wasserzuläufe große Wasserzuläufe Alaunschieferhalden Trinkwassergewinnung aus Schächten Grenze Kalk/Alaunschiefe
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	- Gangvererzungen in den Kalksteinzügen des Unterkarbon (Kohlenkalk) und Mittel- bis Oberdevon (Massenkalk) sowie den angrenzenden Schiefern; im Wesentlichen gebunden an die Querstörungen. Gangart ist Quarz, Kalkspat und Schwerspat - Metasomatische Bildungen von Eisenstein im Grenzbereich zwischen Kalkstein und überlagerndem Tonstein in Mächtigkeiten von mehreren Metern. - Alaunschiefer im Unterkarbon (Culm-Fazies); stratiforme Lagerstätte; feinverteilter Schwefelkies im Schiefer. - Stratiforme Roteisensteinlager in mitteldevonischen Schalsteinen (Balve); in Balve zwei Lager mit Mächtigkeit von 2 bzw. 3 m.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	- Bleiglanz (PbS), Zinkblende (ZnS), Markasit, Schwefelkies, Roteisen, Galmei (ZnCO3), Weißbleierz (PbCO3) Brauneisen **Hauptelemente: Pb, Zn, Fe**	

2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	Kupferkies **Nebenelemente: Cu, Ag, Cd, Hg**	
2.5	Genese	- Hydrothermale Bildungen der Blei-Zinkerz-Gänge auf den stärker geklüfteten Kalksteinen (primäres sulfidisches Erz); sekundäre Verwitterungserze (Galmei). - Verwitterungserze an der Oberfläche der Kalksteinzüge (Galmei, Brauneisen) oder Eiserner Hut auf Blei-Zinkerzgängen. - Metasomatische Bildungen im Grenzbereich der devonischen Massenkalke mit den unterlagernden Lenneschiefern (Brauneisen, Galmei). - Alaunschiefer - Sedimentäre Anreicherung von Schwefelkies in schwarzen Schiefern (Culm-Fazies). - Roteisensteinlager von Balve - submarin hydrothermal-stratiforme Bildung.	
2.6	Grober historischer Abriss	Lintorf [1]/Velbert [4] / Schwelm [6], [1] Abbau in Lintorf, Selbeck und Velbert seit 16. Jhd. bekannt; in Iserlohn insbesondere Tagebau bereits vor dem 15. Jhd. Hochkonjunktur in der 2. Hälfte des 19. Jhd.; in Schwelm begann der Abbau erst im 19. Jhd.; um die Jahrhundertwende Stilllegung der meisten Bergwerke.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Der Bergbau konzentriert sich innerhalb des Kalkzuges auf die Gebiete Lintorf, Selbeck, Velbert, Schwelm, Iserlohn. [1] Im Lintorf-Velberter Gebiet etwa 12 Bergwerke mit Abbauteufen bis maximal rd. 400 m (Neu-Diepenbrock). Förderung rd. 240.000 t Blei-Zinkerze. [1] In Schwelm zwei Hauptgruben und Tagebau am Schwelmer Brunnen; geringe Abbauteufen < 50 m. Fördermenge 1870-1910 rd. 900.000 t Eisen- und Zinkerze und rd. 300.000 t Schwefelkies. [1] In Iserlohn Abbau auf etwa 3 Hauptgruben bis in rd. 200 m Tiefe; Fördermenge 1852-1898 rd. 650.000 t Galmei/Zinkblende. [9] Im Raum Balve an zahlreichen kleineren Gruben Abbau von Roteisensteinlagern, insgesamt aber ohne größere Bedeutung.	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	Das oberflächennah verbreitete Verwitterungserz (Eisen- und Galmei) wurde vielfach zunächst im Tagebau oder in flachen, wenige Zehner Meter tiefen Gruben abgebaut (insbesondere im Bereich Schwelm). Die Gangvererzungen im Raum Lintorf, Velbert und Iserlohn wurden über Stollen und schließlich im Tiefbau abgebaut, wobei stets die Wasserhaltung aufgrund des großen Wasserandrangs ein vordringliches Problem war. Grube Nidda, Iserlohn, wird für die Wasserversorgung genutzt.	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 - 4607 Kettwig [4] Erläuterungen GK25 - 4608 Velbert [5] Erläuterungen GK25 - 4707 Mettmann [6] Erläuterungen GK25 - 4709 Wuppertal-Barmen [7] Erläuterungen GK25 - 4612 Iserlohn [8] Erläuterungen GK25 - 4514 Möhnesee [9] Erläuterungen GK25 - 4613 Balve [10] LÜTSCH (1980): Der Velberter Bergbau und das Bergrevier Werden [11] Geochemie und Vererzung im Rheinischen Schiefergebirge.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 34; Krefeld.	

3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_RHE_1300 PE_RUH_1000 PE_RUH_1100 PE_RUH_1300 PE_RUH_1500 PE_RUH_1600 PE_WUP_1000	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_RHE_1305 WKG_RHE_1306 WKG_RHE_1307 WKG_RHE_1308 WKG_RHE_1309 WKG_RHE_1310 WKG_RHE_1311 WKG_RHE_1312 WKG_RHE_1313 WKG_RHE_1315 WKG_RHE_1316 WKG_RHE_1317 WKG_RUH_1002 WKG_RUH_1004 WKG_RUH_1006 WKG_RUH_1007 WKG_RUH_1101 WKG_RUH_1102 WKG_RUH_1104 WKG_RUH_1302 WKG_RUH_1501 WKG_RUH_1502 WKG_RUH_1503 WKG_RUH_1602 WKG_WUP_1003 WKG_WUP_1011 WKG_WUP_1012	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_2736_40215 DE_NRW_27364_0 DE_NRW_27364_6793 DE_NRW_27392_10654 DE_NRW_273924_0 DE_NRW_273928_5123 DE_NRW_273928_8979 DE_NRW_2754_0 DE_NRW_2754_14575 DE_NRW_2756_16121 DE_NRW_2756_32315 DE_NRW_2756_3637 DE_NRW_27562_0 DE_NRW_27566_4500 DE_NRW_2758_11955 DE_NRW_2758_14605 DE_NRW_2758_2798 DE_NRW_27582_0 DE_NRW_27582_2100 DE_NRW_27582_4101 DE_NRW_27586_3200 DE_NRW_27586_6070 DE_NRW_276_131817 DE_NRW_276_13750 DE_NRW_276_141841 DE_NRW_276_144258 DE_NRW_276_151034 DE_NRW_27618_0 DE_NRW_27618_7755 DE_NRW_2764_11990 DE_NRW_2764_25546 DE_NRW_2764_6835 DE_NRW_2764_9815 DE_NRW_27644_0 DE_NRW_276442_0 DE_NRW_276444_0 DE_NRW_27646_12300 DE_NRW_27646_2000 DE_NRW_27646_8900 DE_NRW_27648_0 DE_NRW_27648_6464 DE_NRW_27648_8000 DE_NRW_27648_9889 DE_NRW_276484_0 DE_NRW_27652_0 DE_NRW_27654_8409 DE_NRW_276542_0 DE_NRW_276542_2000 DE_NRW_276544_0 DE_NRW_27656_0 DE_NRW_2766_0 DE_NRW_2766_12098 DE_NRW_276696_0 DE_NRW_2768_3446 DE_NRW_2768_8139 DE_NRW_276878_0 DE_NRW_276878_2618 DE_NRW_27688_0 DE_NRW_27688_13029 DE_NRW_27688_6299 DE_NRW_276888_0 DE_NRW_2768898_0 DE_NRW_2768898_2232 DE_NRW_27696_11300 DE_NRW_27696_3329 DE_NRW_276962_0 DE_NRW_276972_0 DE_NRW_276978_0 DE_NRW_27698_0 DE_NRW_27698_3865	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 07	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Warstein-Suttroper Roteisensteinbezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**4515 Hirschberg** **4516 Warstein**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Kreis Soest	
1.5	Naturräumliche Lage	Sauerland	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	- **Grube David** (Roteisenerz, Brauneisenerz) - **Grube Hirschfeld** (Roteisenerz) - **Gruben Rom, Suttbruch, Martinus, Siebenstern** (Roteisenstein)	Rom und Suttbruch bedeutsam im 19. Jhd.
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[3]: Bei den im Erzbezirk vorkommenden Brauneisen-, Roteisen- und Toneisensteine handelt es sich nach [4] um hydrothermale, stock- und nesterförmige oder auch gangartige Verdrängungslagerstätten, die im Massenkalk oder in oberdevonischen Kalksteinen aufsitzen. Vererzungen finden sich vor allem im Bereich des tektonischen Kontaktes zwischen Massenkalken und jüngeren oberdevonischen Kalksteinen. Die Mächtigkeiten schwanken stark zwischen 3 und 50 m.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	- Brauneisenstein, Roteisenstein, Toneisenstein **Hauptelemente: Fe**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	[3] Charakteristisch ist ein gewisser Mangan- und Phosphorgehalt sowie eine örtlich starke Verkieselung. **Nebenelemente: Mn, P, Si, Al**	
2.5	Genese	[3] Die Brauneisen-, Roteisen- und Toneisensteine sind hydrothermal in mehreren Phasen entstanden. *„Die primäre aszendente Mineralisation (Verkieselung, verknüpft mit Schwefelkies- und Kupferkiesvererzung) erfasste die oberdevonischen Kalksteine vor der asturischen Orogenese.“* Durch die Gebirgsbildung wurde der Erzkörper in unterkarbonische Sedimente „eingeknetet“. Während des Mesozoikums und Tertiärs erfolgte eine tiefgründige Stoffumsetzungen (Eisenhydroxidbildung, sekundäre Verkieselung). [1] Nach Slotta sind die Eisensteinlager an den Warsteiner Sattel gebunden. Vor allem in Störungszonen/Überschiebungen wurden die Schichten des Oberdevons metasomatisch vererzt. Der über- und unterlagernde Mitteldevonische Massenkalk blieb nach [1] ohne Vererzung.	
2.6	Grober historischer Abriss	[1] Der Erzbergbau begann vermutlich schon in prähistorischer Zeit mit der Verhüttung leicht zugänglicher Erze im Gebiet von Warstein. Die Suttroper Eisenhütte entstand 1793 und wurde 1881 stillgelegt. Der Abbau hat dabei zunächst im Tagebau stattgefunden; im Laufe der Zeit wurde dann in den bedeutenderen Gruben (vgl. 2.2) auf Tiefbergbau umgestellt. Gegen Ende des 19. Jhd. konzentrierte sich der Abbau auf die Grube David. In der Grube David (Christiansglück) wurde mit Unterbrechungen bis Oktober 1949 Eisenerz gefördert [1].	
2.7	Umfang des Bergbaus	[1]	

	(Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Der Bergbau im Warstein-Suttroper Braun- und Roteisenerzbezirk wurde in einer Reihe von etwa sechs bedeutenderen, aber auch einer Vielzahl von kleineren Bergwerken betrieben. Die Erzlager erreichten eine Mächtigkeit von mehreren Zehner Metern auf streichende Längen von bis zu 300 m in der Grube David. Zunächst hat der Erzbergbau in den Gruben als Tagebau begonnen; zur Entwässerung wurden Stollen aufgefahren. Der nachfolgende Tiefbergbau erreichte Teufen im Zehner Meter Bereich, in der Grube David förderte man zuletzt über die 79 m-Sohle. Über die abgebaute Erzmenge liegen nur wenige Informationen vor. Nach [1] kann eine Mindestmenge von rd. 175.000 t Eisenstein angegeben werden. Die Grundfläche des Erzreviers umfasst nach der aktuellen Auswertung etwa 14 km².	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	[1] In der Grube David hat der Erzabbau zunächst im Tagebau und anschließend auch im Tiefbergbau stattgefunden [3]. Der Tiefbau erfolgt auf der Grube Hirschfeld mittels eines strossenförmigen Querbau mit Bergeversatz, auf der Grube David wurde das Erz von Förderstrecken aus im Rückbau aus der Firste gewonnen, teilweise mir Bergeversatz [1].	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 - 4515 Hirschberg [3] Erläuterungen GK25 - 4516 Warstein	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_RUH_1800	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_RUH_1801, WKG_RUH_1802, WKG_RUH_1803	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_27622_0 DE_NRW_276226_0 DE_NRW_27624_0 DE_NRW_27624_5752 DE_NRW_27624_8152 DE_NRW_276246_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

	Ordnungsnummer	**Erzbezirk-Kennnummer 08**	**Quellenangabe, Bemerkungen**
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Briloner Massenkalk-Bezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**4617 Brilon** **4517 Alme** **4518 Madfeld**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Hochsauerlandkreis	
1.5	Naturräumliche Lage	Östliches Sauerland	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	[2] - Segen Gottes	
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[2], [3] Bei den abgebauten Lagerstätten handelte es sich um Erznester und Gänge, die überwiegend in devonischen Kalken auftraten. Die Mächtigkeit und Ausdehnung waren jedoch begrenzt (nach [3] rd. 2-6 m Mächtigkeit).	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	Blei-Zinkerze /Galmei **Hauptelemente: Pb, Zn**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	Bereichsweise wurden Eisensteine mit gewonnen. **Nebenelemente: Fe**	
2.5	Genese	Nach [3] und [4] sind die stock- nester oder gangartigen Vererzungen im Briloner Massenkalk durch metasomatische Vorgänge entstanden. Nach [5] handelt es sich bei den Blei-Zink-Vererzungen innerhalb des Briloner Riffkomplexes um hydrothermale Gangvererzungen in Kalksteinen und Karstschlotten. Dabei sind die gangförmigen Vererzungen an tektonische Strukturelemente (E-W und NE-SW-streichend) gebunden. Demnach wäre die Vererzung der postvariszischen Mineralisation zugehörig (oligozän bis miozän). Die genaue Genese ist insgesamt umstritten. Einerseits sollen die Erzlösungen aus der Remobilisation älterer Lagerstätten stammen, andererseits wird auch ein Zusammenhang mit einem weiträumig aufgedrungenen Manteldiapir diskutiert.	
2.6	Grober historischer Abriss	[2] Bleigewinnung ist schon aus der Römerzeit dokumentiert; im 16. Jhd. umfangreicher Bleiabbau im Tagebau (Pingen), im 17. und 18. Jhd. nur wenig Betrieb. Signifikanter Betrieb dann wieder ab Mitte des 19. Jhd. ab etwa 1857. In den 1870er Jahren wurden die Gruben schon wieder stillgelegt.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Der Abbau erfolgte durch kleinere Abbaubetriebe, die insgesamt keine größere bergwirtschaftliche Bedeutung erlangten. Der Tiefbergbau beschränkte sich auf Abbautiefen von < 100 m. Das hier ausgewiesene Erzrevier erstreckt sich über eine Fläche von rd. 90 km². Die geförderte Galmei-Menge im Briloner Galmei-Distrikt wird mit rd. 500 t (1853 bis1866) angegeben [2].	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	[1] Die Erzgewinnung hat in den Gruben häufig zunächst im Tagebau am Ausgehenden der Erzvorkommen begonnen; in späteren Zeiten wurde dann der Tiefbergbau über Stollen und Schächte eingeführt. Die Schächte wurden dabei bis in rd. 80 m Teufe (Grube Segen Gottes) abgeteuft.	

2.9	Literatur	[1] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [2] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 - 4617 Brilon [4] Erläuterungen GK25 - 4517 Alme [5] Erläuterungen GK25 - 4518 Madfeld	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_DIE_1000 PE_LIP_2000 PE_RUH_1700 PE_RUH_1800	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_DIE_1006 WKG_LIP_2001 WKG_LIP_2002 WKG_LIP_2004 WKG_RUH_1701 WKG_RUH_1702 WKG_RUH_1801 WKG_RUH_1802	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_276_189986 DE_NRW_276_198235 DE_NRW_276116_0 DE_NRW_2762_57279 DE_NRW_276212_0 DE_NRW_276212_5205 DE_NRW_2782_42465 DE_NRW_278222_0 DE_NRW_278224_0 DE_NRW_278244_4026 DE_NRW_278244_6930 DE_NRW_442_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 09	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Briloner Roteisensteinbezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**4617 Brilon** **4618 Adorf** **4518 Madfeld**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Hochsauerlandkreis	
1.5	Naturräumliche Lage	Östliches Sauerland	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	**- Briloner Eisenberg** **- Grottenberg** **- Antonie** **- Charlottenzug** **- Reinhard**	
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	Nach [3] sind die Roteisensteinlager an die Hangendgrenze des Hauptgrünsteins (oberstes Mitteldevon) geknüpft. Gemäß [4] treten auch im Bereich der Adorfer Kalke linsenförmige Roteisensteinlager auf. Im Allgemeinen bilden die Erze einzelne „Mittel“ mit unterschiedlichen Mächtigkeiten zwischen wenigen Zentimetern bis zu mehreren Metern, die sich über eine Länge zwischen mehreren Zehner Metern und 200 m verfolgen ließen. In [5] werden die Roteisensteine z.T. auch als „Hämatiterze“ bezeichnet; dabei ist der Hämatit durch metasomatische Verdrängungsprozesse des Kalzits entstanden. Bei Rosenbeck wurde in der Grube „Elisabeth I“ Manganerz abgebaut.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	- Roteisenstein **Hauptelemente: Fe**	.
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	- Manganerz (z.T. mulmig, feingrusig) **Nebenelemente: Mn**	
2.5	Genese	Die Bildung der verschiedenen Erze erfolgte nach [4] metasomatisch. Der Schalstein ist dabei der eigentliche Träger des primären Erzes. Gemäß [5] handelt es sich bei den Roteisensteinvorkommen des Brilon-Waldecker-Erzbezirkes um vulkanosedimentäre, submarin-exhalative Lagerstätten des Lahn-Dill-Typs, die an die Vulkanite des Hauptgrünsteins (Givet-Stufe) gebunden sind. Die Erz-Lagerstätte bei Rösenbeck ist nach [5] an eine tektonische Schuppe zwischen zwei Überschiebungsbahnen gebunden und äußerst unregelmäßig entwickelt. Genetisch ist es vermutlich als deszendente Erzbildung infolge tertiärer Verwitterung zu sehen.	
2.6	Grober historischer Abriss	[1], [2] Der Bergbau geht im östlichen Sauerland vermutlich bis in die keltische Zeit zurück; die erste urkundliche Erwähnung ist aus dem Jahr 1271 bekannt. Zwischen dem Mittelalter und früher Neuzeit erfolgte der Abbau der oberflächennahen Lagerteile zunächst im Tagebau und kleinen Schächten (z.B. am Grottenberg, Martenberg). Zu der Zeit fiel dem Erzbergbau vermutlich eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung zu. Ab der 2. Hälfte des 19. Jhd. erfuhr der Erzbergbau durch Einsatz von Sprengmitteln und dampfgetriebenen Kraftmaschinen einen neuen Aufschwung. Zu der Zeit wurde aus 11 kleineren Gruben mit Stollenbetrieben oberhalb der	

		Talsohlen Erz gefördert. Seit 1880 wurde in einigen Gruben auch Abbau unterhalb der Talsohlen betrieben; dazu wurden vorher Blindschächte abgeteuft und Tiefbausohlen streichend aufgefahren. Dabei wurde in der Grube Charlottenburg eine Teufe von 150 m unterhalb des Hoppecketales erreicht. Die meisten Gruben wurden gegen Ende des 19. Jhd. stillgelegt; die Grube Briloner Eisenberg förderte noch bis 1920; die Grube Christiane bei Adorf war bis 1963 in Betrieb. Nach Unterbrechungen gingen die Gruben Grottenberg und Antonie (auf dem Nordwestflügel des Ostsauerländer Hauptsattels) zwischen 1941 und 1951 für einen Nachlesebergbau oberhalb der Stollensohle noch einmal in Betrieb.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	[1] Auf den Eisensteinvorkommen bei Brilon und Bredlar lassen sich eine Vielzahl kleinerer Bergwerke unterscheiden; namentlich bekannt sind 17 Gruben. Die Abbautiefen lagen überwiegend in einer Größenordnung von < 100 m. Für die Grube Grottenburg sind in [1] für den Zeitraum 1873 bis 1900 Fördermengen von rd. 250.000 t dokumentiert. In der Grube Christiane (bei Adorf) wurden zwischen 1938 und der Einstellung des Bergbaus 1963 etwa 1,7 Mio. t Roteisenstein gewonnen. Der Nachlesebergbau auf den Gruben Grottenberg und Antonie Förderte zwischen 1941 und 1951 nochmals rd. 60.000 t Eisenerz. Die Grundfläche des Erzreviers ist hier mit etwa 92 km² ausgewiesen.	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	[1] Die Erzgewinnung hat in den Gruben häufig zunächst im Tagebau am Ausgehenden der Erzvorkommen begonnen; in späteren Zeiten wurde dann der Tiefbergbau über Stollen und Schächte eingeführt. Der Abbau hat im Weitungs- oder Kammerbau stattgefunden; bei steilem Einfallen Firstenstoßbau mit Bergeversatz.	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [2] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 - 4617 Brilon [4] Erläuterungen GK25 - 4618 Adorf [5] Erläuterungen GK25 - 4518 Madfeld	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_DIE_1000 PE_LIP_2000 PE_RUH_1700	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_DIE_1003 WKG_DIE_1005 WKG_DIE_1006 WKG_DIE_1007 WKG_LIP_2004 WKG_RUH_1701 WKG_RUH_1801 WKG_RUH_1802	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_276116_0 DE_NRW_2762_57279 DE_NRW_276212_5205 DE_NRW_2782_42465 DE_NRW_44_66559 DE_NRW_4414_960 DE_NRW_4418_0 DE_NRW_442_0 DE_NRW_4432_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 10	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer Bezirk**	[2]
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**4519 Marsberg** **4619 Mengeringhausen**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Hochsauerlandkreis	
1.5	Naturräumliche Lage	Sauerland	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	Grube **Friederike**, Grube **Oskar**, Grube **Mina**	Beust-Stollen Kilian-Stollen Wilhelm-Stollen Friedrich-Stollen
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[2] Die Kupfervererzungen kommen in der „unteren Abteilung“ des Zechsteins vor, einer bis zu 10 m mächtigen Ablagerung aus 10 - 15 cm starken Kalksteinbänken. Diese Kalksteinbänke sind durch 0,5 - 5 cm mächtige Lagen bituminöser, kupfererzführender Mergelschiefer getrennt. Die Vererzungen können in bis zu 3 „Abteilungen“ mit jeweils bis zu 20 „Flözen“ auftreten. In der Grube Friederike waren die Kieselschieferschichten des Kulm sowie bis zu 1 m mächtige Verwerfungsklüfte (die die Zechsteinformation durchsetzen) vererzt.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	**Kupferglanz** (Cu_2S), Kupferkies ($CuFeS_2$), Bornit (Cu_5FeS_4), In den Oxidations- und Zementationszonen der Lagerstätte kann auch Malachit ($Cu_2[(OH)_2|CO_3]$), Azurit ($Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$), gediegen Kupfer, Cuprit (Cu_2O), Tenorit (CuO) und Goethit (α-FeO(OH)) vorkommen. **Hauptelemente: Cu**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	Pyrit (FeS_2) und Markasit (FeS_2), Bleiglanz (PbS) Daneben wird auch Silber und Gold erwähnt. **Nebenelemente: Pb, S, Ag, Au, Fe, Co, As, Tl, Mo**	
2.5	Genese	[3] Die Genese der Kupferschiefer ist umstritten. Zusammenfassend werden u.a. aszendent aufsteigende Erzlösungen, Oxidations- und Ausfällungsprozesse sowie mehrfache Mobilisierungen beschrieben. Die zeitliche Einordnung reicht von der oberkarbonischen Faltungsphase bis zu Oxidationsvorgängen in der Kreide-Tertiär-Zeit.	
2.6	Grober historischer Abriss	[2] Der Erzbergbau wurde spätestens seit dem 10. Jhd. mit mehrfachen Unterbrechungen betrieben. Im 19. Jhd. nahm die Förderung mit der Bildung einer Gewerkschaft, in der alle Gruben des Bereichs zusammengeführt wurden, sowie der Errichtung von Aufbereitungsanlagen und Schmelzwerken einen erheblichen Aufschwung. Bis in die 1940'er Jahre wurde der Betrieb durch verschiedene Gesellschaften fortgeführt. 1931 wurden die Gruben aufgrund von Absatzschwierigkeiten zwischenzeitlich stillgelegt und erst ab 1935 wieder bereichsweise aufgewältigt. Im 2. Weltkrieg wurden die Gruben stark zerstört und durften anschließend aufgrund des Einspruchs der Alliierten nicht mehr aufgebaut werden; die Gruben ersoffen. Im Bereich der Grube Oscar ist heute ein Besucherbergwerk eingerichtet (Kilianstollen).	

2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Im Wesentlichen wurde das Kupfererz in 3 Hauptgruben (Friederike, Mina und Oskar) gewonnen. Jede der Gruben hat einen eigenen tiefen Entwässerungsstollen. Für den Tiefbergbau sind Abbautiefen unter 100 m dokumentiert. Die mittlere jährliche Fördermenge betrug seit Mitte des 19. Jhd. 30.000 bis 50.000 t Kupfererze [2] Große Halden belegen noch heute den Umfang des Bergbaus. Das in den 1930'er Jahren eingeführte Röst-Lauge Verfahren zur Aufbereitung lieferte Dioxin-belastete Haldenabgänge (Kieselrot); das Material wurde bis in die 1950 und 60'er Jahre für den Wege- und Sportplatzbau verwendet. Heute wird im Friedrichstollen durch den HSK eine Behandlung des Dioxin-belasteten Stollenwasser durchgeführt. Das Kupfererzrevier erstreckt sich unter Einbeziehung einiger kleinerer Gruben insgesamt über eine Fläche von etwa 26 km².	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	Im Revier Stadtberge-Niedermarsberg ist sowohl Tagebau (früher) als auch Tiefbergbau (später) über Schächte und Stollen betrieben worden. In den Gruben Mina und Friederike wurde im 20. Jhd. Pfeilerbruchbau angewendet. Im Tiefbergbau erfolgte das Laden des Haufwerks lange Zeit in Handarbeit; ab 1940 kamen Schüttelrutschen und Schrapper zum Einsatz.	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [2] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 - 4519 Marsberg [4] Erläuterungen GK25 - 4619 Mengeringhausen	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_DIE_1000	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_DIE_1005, WKG_DIE_1007, WKG_DIE_1009	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_44_66559 DE_NRW_4432_0 DE_NRW_4434_13258	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen	Aufbereitung Dioxin-belasteter Stollenwässer im Friedrichstollen, Grube Mina (HSK)	

		Erzbezirk-Kennnummer 11	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Ramsbecker Erzbezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**4616 Eversberg** **4717 Bödefeld**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Hochsauerlandkreis	
1.5	Naturräumliche Lage	Hochsauerland	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	- **Grube Ver. Bastenberg und Dörnberg** mit Alexander, Glücksanfang, Bastenberg (westlich Valmetal); Willibald, Dörnberg, Aurora, Juno, Pluto, Ries (östlich Valmetal) - **Grube Gottesgabe** (Negertal)	
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[2], [3], [5] Die Erzlagerstätten lassen sich sowohl nach ihrer Gangmasse, als auch nach ihrer Raumlage in zwei scharf voneinander getrennte Gruppen unterteilen: a) Brauneisensteingänge - Streichen: etwa N-S, Einfallen: steil (60-70°) nach Süden b) Blei-Zinkerzgänge - Streichen: etwa W-E, Einfallen: flach nach SE. Der Bergbau konzentrierte sich im Wesentlichen auf WSW-ENE-streichende Blei-Zink-Erzgänge in der Umgebung von Ramsbeck; die Gänge fallen flach in südlicher Richtung ein und erreichen eine Längserstreckung von rd. 7 km. Querstörungen sind nur untergeordnet vererzt. Die bedeutendsten Gänge („Liegendzug“) sitzen in den vorwiegend sandigen Ramsbecker Schichten des unteren Mitteldevons auf. Weniger bedeutend sind die Gänge des „Hangendzuges“ in den Fredeburger Tonschiefern (ebenfalls unteres Mitteldevon) im nördlichen Sattelkerngebiet. Auf dem Bastenberg-Dörnberger-Gangzug sind insgesamt 26 Erzgänge bekannt geworden. Der größte Teil der Gänge liegt im Bereich östlich der Valme. Die mittlere Gangmächtigkeit beträgt rd. 1 m.	-
2.4	Erzmineralien, abgebaute Erze	[5] Von wirtschaftlicher Bedeutung waren nur Zinkblende und Bleiglanz. In früherer Zeit wurde auch Braueisenstein gewonnen. **Hauptelemente: Pb, Zn, (Fe)**	
2.5	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	[5] Untergeordnet kam es in den Gangspalten zur Bildung von Boulangerit ($Pb_5Sb_4S_{11}$), Bournonit ($PbCu[SbS_3]$) und Fahlerz ($(Cu,Ag,Fe,Zn)_{12}As_4S_{13}$-$(Cu,Fe,Ag,Zn)_{12}Sb_4S_{13}$). Zudem finden sich überwiegend in Querstörungen Markasit (FeS_2), Pyrit (FeS_2), Kupferkies, Karbonate, Baryt **Nebenelemente: Cd, Hg, Co, Ni, Sb, Ag, Cu, As, Mn, Ba**	
2.6	Genese	[5] Die Bildung der Ramsbecker Lagerstätte ist sehr eng mit der tektonischen Situation (Spezialfaltung, Störungen etc.) im Bereich des Ostsauerländer Hauptsattels verknüpft. Mineralogisch sind die Erzgänge durch eine hohe Quarzführung und einen wechselnden Anteil an Zinkblende und Bleiglanz gekennzeichnet (s.o.). Es werden im Allgemeinen 3 Phasen der Erzbildung unterschieden: 1. **Vorphase** (unbekannte Entstehungszeit), kata- bis mesothermal, Bildung von Quarz, Eisenspat-Pyrit-Arsenkies-Quarz	

		2. **Hauptphase** (asturisch), epi- bis mesothermal, Bildung von Quarz-Zinkblende-Kupferkies-Bleiglanz und Quarz-Zinkblende-Bleiglanz 3. **Spätphase** (tertiär), telethermal, Bildung von Quarz, Bleiglanz, Zinkblende, Kalkspat, Pyrit, Baryt. Die „bauwürdige“ Vererzung hat nur in der Hauptphase stattgefunden. Die Mineralisation der Hauptphase wurde zwischenzeitlich durch die Bildung von großen, flachen Überschiebungen („Ramsbecker Flachen“) unterbrochen und nach Ende dieser tektonischen Phase fortgesetzt.	
2.7	Grober historischer Abriss	[3],[5] Beginn des Bergbaus schon in prähistorischer Zeit; erste urkundliche Erwähnung des Ramsbecker Bergbaus im Jahr 1518. Bis zum Beginn des 19. Jhd. erfolgte der Bergbau durch kleine Unternehmungen über kleine Schrägschächte und Tagesstollen. Ab 1815 Zusammenfassung kleinerer Betriebe in Gewerkschaften bzw. Vereine. 1859 Konsolidierung der Felder zu den beiden Bergwerken Vereinigter Bastenberg und Dörnberg und Rieserzug. Anschließend wurde die Grube sukzessive vollindustriell ausgerichtet. Westlich des Valmetals wurde die Förderung bereits vor dem 1. Weltkrieg eingestellt; danach konzentrierte sich der Abbau auf die tieferen Sohlen unter dem Dörnberg östlich des Valmetals. 1974 wurde der Betrieb vollständig eingestellt. Heute ist am Eickhoff-Stollen ein Besucherbergwerk eingerichtet. Die Grube Ramsbeck ist heute im Besitz der Gea Group AG.	
2.8	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche, geförderte Erzmenge)	[2], [5] Der Bergbau im Ramsbecker Revier ist im Wesentlichen konzentriert auf die konsolidierte Grube Ver. Bastenberg und Dörnberg. Der Abbau erfolgte hier bis in das Niveau der 360 m-Sohle. Fördermengen: - 1870 - 1914: Förderung von 676.000t Roherz (Blei-Zink) aus dem Bastenberg und rd. 1.444.000 t Rohhaufwerk (Blei-Zink) aus dem Dörnberg - 1915 - 1974: rd. 13,4 Mio t Roherz (überwiegend Blei-Zink) aus dem Dörnberg (bis zu einer Teufe von 360 m unterhalb der Eickhoffstollensohle) - 1972 betrug die Roherzförderung 574.000 t. Die Aufbereitung erfolgte im Wesentlichen an den Standorten Bastenberg und vor allem Willibald. Das Ramsbecker Revier wurde mit einer Fläche von rd. 55 km² abgegrenzt.	
2.9	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	[2], [5] Im Mittelalter und der einsetzenden Neuzeit wurden ausgedehnte Pingenzüge angelegt (vor allem in den Gruben Alexander und Glücksfang); die dabei angelegten Schächte mit geringen Ausmaßen mussten bei Erreichen des Grundwassers aufgegeben werden. Die ältesten längeren Stollen stammen vermutlich aus dem 16. Jhd. (z.B. Venetianerstollen, Aurora-Stollen). Im 19. Jhd. erfolgte die Aufwältigung der alten Baue und die Herstellung von Stollen, die auf dem Ausgehenden der Gänge angesetzt wurden. Daraus resultierte eine große Anzahl von Halden. Hauptsächlich wurden damals die Gänge des Bastenbergs und des Dörnbergs abgebaut. Als Abbauverfahren wurde der Firstenbau mit Handversatz angewendet; ab 1836 wurde das Erz mit Hunden auf Schienenbahnen zu Tage gefördert. Die ersten Tiefbaue (Teufen rd. 130 m) wurden 1866 bzw. 1870 mit den Schächten Alexander und Aurora aufgefahren;	

		diese wurden später als Förderschächte genutzt. Ab 1947 wurde mit Einführung des Schrapperbetriebs eine einschneidende Modernisierung durchgeführt. Der Erzbergbau wurde bis auf die 360 m Sohle ausgedehnt. Dabei wendete man den streichenden bzw. schwebenden versatzlosen Örterbau mit Sicherheitspfeilern an. Die Hauptentwässerung der Gruben westlich des Valmetals erfolgt über den Nagelmacker-Stollen zur Brabecke Die Gruben östlich des Valmetals entwässern über den Eickhoff-Stollen zur Valme.	
2.10	Literatur	[1] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [2] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 - 4616 Eversberg [4] Erläuterungen GK25 - 4716 Bödefeld [5] Die Bleizinkerzlagerstätten von Ramsbeck und Umgebung.- Monographien der deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten 6., Geol. Jahrb., Reihe D, Heft 33, 377 S., 88 Abb., 52 Tab., 27 Taf., 8 Falttaf.; Hannover,1979.	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_RUH_1700	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_RUH_1701, WKG_RUH_1702, WKG_RUH_1703	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_276_189986 DE_NRW_276_200598 DE_NRW_276114_0 DE_NRW_276116_0 DE_NRW_2761162_0 DE_NRW_276118_0 DE_NRW_27612_0 DE_NRW_27612_7005 DE_NRW_27612_9005 DE_NRW_276122_0 DE_NRW_276134_0 DE_NRW_276146_12510 DE_NRW_276146_9902	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen	Teilabdeckung Sedimentationsbecken St. Andreasberg, Rekultivierung Halden Willibald (GEA Group AG)	

	Ordnungsnummer	**Erzbezirk-Kennnummer 12**	**Quellenangabe, Bemerkungen**
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Siedlingshauser Eisensteinbezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**4716 Bödefeld** **4717 Niedersfeld**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Hochsauerlandkreis	
1.5	Naturräumliche Lage	Ostsauerländer Hauptsattel	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	[3] Um Silbach bestanden u.a. die Gruben **Hillebrand**, **Zwölfapostel**, **Silberkranz**, **Teutonia**, **Antonie** und **Dannemore** [4] Für die Region Niedersfeld wird die Grube **Gertrud** hervorgehoben.	
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	Die Brauneisensteingänge sitzen nach [3] dem Fredeburger Schiefer auf und sind meistens an den Kontakt mit Diabasen gebunden. Teilweise wurden auf einer östlich von Siedlinghausen beginnenden, sich über den Eggenberg bis zum Kahlenberg (Blatt 4717) fortsetzenden, großen Störungslinie unbauwürdige Brauneisensteinmittel erschürft.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	Brauneisenstein und z.T. auch silberhaltiges Bleierz **Hauptelemente: Fe**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	**Nebenelemente: Ag**	
2.5	Genese	Die im Bereich Silbach vorkommenden Gangerze sind (aller Wahrscheinlichkeit nach) **hydrothermal** entstanden.	
2.6	Grober historischer Abriss	Der Bergbau im Bereich Silbach geht nach [3] bis ins Mittelalter zurück; die ältesten Aufzeichnungen stammen aus dem Jahr 1314. Der Eisenerz-Förderung und -Produktion bestimmte danach mit wechselhafter Bedeutung das wirtschaftliche Leben in der Region. Nach dem 30-jährigen und 7-jähigen Krieg erhielt die Eisenindustrie neuen Auftrieb; um 1800 gab es in Silbach 9 Bergwerke. Nach mehrfachen Unterbrechungen wurde der Erzbergbau dann (vermutlich) im Jahr 1909 (angegeben für Grube Hillebrand) eingestellt. Südlich und nördlich des Eggenberges wurde das Erz entlang einer Störungszone in langen Pingenzügen gewonnen. Ab 1559 wurde bei Silbach am Silberberg in 2 Gruben („Zwölfapostel“ und „der reiche Trost“) Silber gewonnen; Mitte des 17. Jhd. wurde der Abbau im Wesentlichen eingestellt. Letzte Versuche schlugen 1717 fehl. Auch im Bereich Niedersfeld geht der Bergbau nach [4] bis in das Mittelalter zurück.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche, geförderte Erzmenge)	Nach [3] sind bis zu 9 Bergwerke unterschiedlicher Bedeutung bekannt, das wichtigste war offenbar das Grubenfeld „Hillebrand“. Über die Menge der gewonnen Erze liegen nur wenige Informationen vor; lediglich für die Grube „Gertrud“ wird in [4] eine geförderte Eisenerzmenge von 75 t angegeben. Die Abgrenzung des Erzreviers erfolgte unter Berücksichtigung der bekannten Tagesöffnungen und im Wesentlichen entlang der ausstreichenden Diabase. Danach ergibt sich eine Fläche von rd. 18 km².	

2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	Die Brauneisensteingänge wurden gemäß [3] anfangs als Pingen (Pingenzüge) abgebaut. Für die Grube Hillebrand wird auch ein 30 m tiefer Schacht beschrieben, von dem aus das Lager überfahren wurde. Da kein weiterer Abbau umging, war das Lager jedoch offenbar nicht bauwürdig genug.	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [2] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 - 4716 Bödefeld [4] Erläuterungen GK25 - 4717 Niedersfeld	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_DIE_1000, PE_RUH_1700	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_DIE_1006, WKG_RUH_1701, WKG_RUH_1702, WKG_RUH_1703	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_276_200598 DE_NRW_276112_0 DE_NRW_276112_2000 DE_NRW_276114_10826 DE_NRW_276114_7870 DE_NRW_2761144_0 DE_NRW_2761144_2845 DE_NRW_2761144_4845 DE_NRW_442_33475	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 13	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Schwefelskies-Bezirk Meggen**	
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**4814 Lennestadt (Altenhundem)**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Kreis Olpe	
1.5	Naturräumliche Lage	Sauerland	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	- **Bergwerk Meggen mit** **- Sicilia** **- Philippine, Baro Belmonte** **- Keller** **- Ernestus**	Carolinenglücker Erbstollen
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[1] Meggener Lager im oberen Mitteldevon stratiform eingelagert in Lenneschiefer und mitteldevonischem Lagerkalk bzw. überlagernde Büdsheimer Schiefer. Tektonische Lage in der Südflanke der Elsper Mulde (Neues Lager) bzw. der Meggener Mulde (Altes Lager). - Schwefelkies-Zinkblende-Lager: Mächtigkeit 3 bis 4 m, maximal 7 m; Gangmittel Quarz, Kalkspat, Schwerspat - Schwerspatlager begleitet als Saum das Schwefelkieslager; Mächtigkeit erreicht 4 bis 5 m	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	- Pyrit, Markasit (FeS), Zinkblende (ZnS), Schwerspat ($BaSO_4$) **Hauptelemente: Fe, Zn, Ba**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	Bleiglanz, Kupferkies, Fahlerz **Nebenelemente:Pb, Cu, Ni, Co, Cd, Tl, As**	
2.5	Genese	[1] Magmatogenes, submarin abgelagertes Sulfid-Lager. Typisch für die niedrigthermalen Bildungen sind die eisenarme Zinkblende (0,9-1,5 % Fe), der vergleichsweise hohe Thalliumgehalt der Erze (0,005%), deren mäßiger Cadmiumgehalt (0,05 %) sowie die Gehalte an Nickel (0,02 %) und Cobalt (0,003 %).	
2.6	Grober historischer Abriss	[1] Erster Abbau von Eisenstein im 18. Jhd. dokumentiert. In der 2. Hälfte des 19. Jhd. erste Mutungen auf Schwefelkies. Gleichzeitig sukzessive Konsolidierung der einzelnen Grubenfelder bis zur Vereinigung in der Sachtleben AG in 1926. Nennenswerter Abbau von Schwerspat erfolgte ab Anfang des 20. Jhd. bis in die 1970'er Jahre. In den 1940'er Jahren Erschließung der tieferen Teile des Neuen Lagers durch den Sicilia-Schacht Teufe rd. 570 m. Später Umstellung auf gleislosen Betrieb mit Dieselfahrzeugen. In den 1970'er Jahren entsprechende Erschließung der Grube durch die "Walther-Rampe". Zwischenzeitlicher Höhepunkt der Förderung in 1918 mit rd. 800.000 t , in den 1970'er Jahren Förderung von 0,9 bis 1,0 Mio. t/a; zeitweise größtes Zinkbergwerk Westeuropas. Das Bergwerk der Sachtleben AG wurde 1992 stillgelegt; nach Einstellung der Wasserhaltung und Anstieg des Grubenwassers tritt das Grubenwasser am Carolinenglücker Erbstollen im Lennetal aus. Die Grube Meggen ist heute im Besitz der Gea Group AG.	

2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	[3] Lagerstättenbereich rd. 4 km² , konsolidiert in der Grube Meggen; streichende Länge des Lagers 4 km, querschlägig 1 km, Abbauteufe der Grube Meggen bis rd. 650 m. Aufbereitungsanlage in Meggen; Ablagerung der Schlämme im Umfeld der Grube (Steinbrüche, Teiche, Verklappung in Grubenbaue, "Hachener Schlammteich"). Das Erzrevier umfasst auch die Standorte z.B. von Spülteichen und Halden auf der NE-Flanke der Lagerstätte (Elspetal) und ist mit einer Gesamtfläche von 50 km² abgegrenzt.	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	[1], [3] Insbesondere die anfänglichen Abbauversuche im Eisernen Hut erfolgten übertägig (Pingenzüge) mit Anlage erster Stollen; der Abbau im Tiefbergbau erfolgte im schwebenden Stoßbau (flache Lagerung) bzw. im Firstenstoßbau (steile Lagerung) mit Bergeversatz. Der industrielle Abbau und die Förderung erfolgten in der 2. Hälfte des 20. Jhd. im Wesentlichen gleislos mit Dieselfahrzeugen. In flacher Lagerung erfolgte der Abbau im Kammerpfeilerbau, in steiler Lagerung mit einem Weitungs-steilsohlenbruchbau. Die Grube ist durch den Carolinenglücker Erbstollen zentral aufgeschlossen; auch heute läuft die Entwässerung der Grube im Wesentlichen über den Carolinenglücker Stollen zur Lenne. Vor dem Eintritt in die Lenne wird das Grubenwasser zur Reduzierung der Schwermetallfrachten aufbereitet.	
2.9	Literatur	[1] Ehrenberg et al. (1954): Das Schwefelkies -Zinkblende-Schwerspatlager von Meggen (Westfalen).- , Beih. Geol. Jb., 12.) [2] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 - 4814 Lennestadt	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_RUH_1400, PE_RUH_1700	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_RUH_1401, WKG_RUH_1403. WKG_RUH_1701	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_276162_0 DE_NRW_2761684_2000 DE_NRW_2766_77895 DE_NRW_2766198_0 DE_NRW_276634_0 DE_NRW_276636_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen	- Wasseraufbereitung am Carolinenglücker Erbstollen (GEA Group AG) - Projekt "constructed Wetlands im Bereich des Hachener Schlammteichs (GEA Group AG) - laufende Maßnahme AAV/Kreis Olpe/Lennestadt u.a. zur Sanierung der schwermetallbelasteten Wasseraustritte am Stollen Keller III im Habbecketal	

		Erzbezirk-Kennnummer 14	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Eisenerzbezirk Paffrather Kalkmulde**	
1.2	Regierungsbezirk	Köln	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**4908 Burscheid** **4909 Kürten** **5008 Köln-Mülheim** **5009 Overath**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Rheinisch-bergischer Kreis	
1.5	Naturräumliche Lage	Bergisches Land	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	**[3]** **- Eduard und Amalie, Weidenbusch** **- Albert, Romaney** **- Prinz Willem, Romaney** **[4]** **- Luther, Dürscheid-Spitze** **- Catharinaglück, Miebach** **[5]** **- Catharina** **[6]** **- Hindernis, Herkenrath** **- Eisenkrämer, Herkenrath** **- Wilhelminenzeche (Pb, Zn), Herkenrath** **- Carolinenzeche (Pb, Zn), Herkenrath**	 Tagebau verfüllt trocken starke Wasserführung Zanders Gruben, zur Wassergewinnung genutzt
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	- Toneisensteinlager - stratiforme Lagerstätte; Toneisensteingeoden im Schiefer an der Basis der devonischen Massenkalke - Dolinenerze - weiträumig verteilte Dolinenfüllungen in der verkarsteten Oberfläche der devonischen Massenkalke	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	Brauneisen, lokal Zinkblende, Bleiglanz, Galmei **Hauptelemente: Fe, Pb, Zn**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	Schwefelkies **Nebenelemente: Mn, As; Cd**	
2.5	Genese	- Dolinenfüllungen im verkarsteten Massenkalk; tertiäre Verwitterungsbildungen durch Kalklösung. - Im Kontaktbereich zwischen Kalksteinen und Dolinenfüllung lokal Anreicherung von Blei-Zinkerzen und Schwefelkies. - Toneisenstein - metasomatische Bildungen im Grenzbereich der devonischen Massenkalke mit den unterlagernden Schiefern (Toneisenstein).	
2.6	Grober historischer Abriss	Eisenerzgewinnung schon im Mittelalter dokumentiert; im 19. Jhd. weiträumig Berechtsamen verteilt, aber nur lokal bemerkenswerter Abbau. Bedeutsamer Abbau im Wesentlichen in der 2. Hälfte des 19. Jhd.; zwischen 1910 und 1920 wurden die letzten Gruben stillgelegt.	
2.78	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Abbau in einer Vielzahl von kleine Gruben überwiegend in kleinen Tagebauen und über flache Schächte in Teufen von wenigen Zehner Metern. Vielfach Herstellung von Stollen zur Entwässerung oder als Förderstrecke. Bedeutsame Förderung im Grubenfeld Luther zwischen 1856 und 1900 rd. 290.000 t Eisenstein [2].	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	Das oberflächennah verbreitete Verwitterungserz wurde vielfach zunächst im Tagebau oder in flachen, wenige Zehner Meter tiefen Gruben im Kammerbau abgebaut.	

2.9	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 - 4908 Burscheid [4] Erläuterungen GK25 - 4909 Kürten [5] Erläuterungen GK25 - 5008 Köln-Mülheim [6] Erläuterungen GK25 - 5009 Overath [9] Geurts et al. (2006): Das Erbe des Erzes, Band 3.	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_RHE_1400 PE_SIE_1100 PE_WUP_1200	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_RHE_1402 WKG_RHE_1403 WKG_SIE_1103 WKG_WUP_1205	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_2728854_3500 DE_NRW_2728854_6500 DE_NRW_273566_2300 DE_NRW_273568_0 DE_NRW_273568_10424 DE_NRW_273568_7124 DE_NRW_273688_10018 DE_NRW_273688_6927	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 15	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Bensberger Erzberzirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Köln	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**5009 Overath** **5010 Engelskirchen** **5109 Lohmar** **5110 Rupperichtsroth**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Rheinisch-Bergischer Kreis Oberbergischer Kries Rhein-Sieg-Kreis	
1.5	Naturräumliche Lage	Bergisches Land	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.2	Hauptgruben	**[3]** **- Lüderich, Untereschbach** **- Weiß, Moitzfeld** **- Blücher, Herweg** **- Berzelius, Moitzfeld** **- Washington, Herkenrath** **[4]** **- Castor, Loope** **- Bliesenbach, Loope** **- Silberkaule, Loope** **[1]** **- Nikolaus-Phönix, Much-Markelsbach** **- Penny, Seelscheid-Mohlscheid** **[4]** **- Julien , Bensberg**	Lüderichstollen, Sülztal Tiefer (Agger-)Stollen Stollenmundloch mit Wasseraustritt
2.3	Beschreibung der Lagerstätte	[8], [9] Erzgänge im Unterdevon mit uneinheitlichen Streichrichtungen; Gangmächtigkeit in der Regel einige Meter bis maximal rd. 30 m. Ganglängen bei kleineren Vorkommen nur wenige Zehner Meter bis 200 m; in bedeutenden Lagerstätten wurden Gänge in einer Längserstreckung bis zu 2,5 km nachgewiesen. Typischerweise ändert sich das Blei/Zink-Verhältnis mit zunehmender Abbautiefe; die Gänge lassen sich gliedern in ein oberes Zinkblende-Stockwerk und ein tieferes Zinkblende-Bleiglanz-Stockwerk. Die einzelnen Lagerstätten können in Abhängigkeit vom Erosionsniveau in unterschiedlichen Niveaus dieser Gangentwicklung bauen. Lokal tritt Schwerspat auf.	
2.4	Erzmineralien, abgebaute Erze	Zinkblende, Bleiglanz **Hauptelemente: Pb, Zn**	
2.5	Mineralparagenese	Kupferkies, Pyrit, Silber, Fahlerz **Nebenelemente: Fe, Cu, Ag, Cd, Ni, Co, Sb, Hg**	
2.6	Genese	- hydrothermale Kluftfüllungen im Unterdevon	
2.7	Grober historischer Abriss	[1] Erster Abbau auf dem Lüderich wahrscheinlich schon durch die Römer. Bereits im 16. Jhd. wird über eine größere Anzahl von Gruben berichtet. Bedeutsamer Abbau im Wesentlichen in der 2. Hälfte des 19. Jhd., im Rahmen der Industriealisierung. Zahlreiche Gruben wurden um die Jahrhundertwende stillgelegt. Die Grube Weiß wurde noch bis 1930 betrieben, die Grube Lüderich war bis 1978 in Betrieb. In einigen Bereichen wurde der Betrieb nach dem 2. Weltkrieg kurzzeitig wieder aufgenommen (Aufbereitung Grube Weiß, Grube Nicolaus-Phönix).	

2.8	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Der hier ausgewiesene Bensberger Erzbezirk erstreckt sich über eine Fläche von rd. 285 km² im Bereich Bensberg, Lohmar, Much/Drabenderhöhe und Engelskirchen. Abbau in einer Vielzahl von kleinen Gruben, zeitweise bis zu 60 Gruben in Betrieb. Auf der Grube Lüderich allein wurden zwischen 1852 und 1978 rd. 9 Mio. t Erz gefördert. Die Erzgänge waren in der Regel bis in eine Teufe von maximal 200 m abbauwürdig, lokal bis rd. 600 m (Grube Bliesenbach, Loope). Daneben sind an die Gruben umfangreiche Flächen der Aufbereitung angeschlossen (z.B. Weiß, Lüderich).	
2.9	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	Anfänglich Pingenbau und Aufschluss über Wasserlösungsstollen. Im Tiefbergbau erfolgte der Abbau zumeist im Firstenbau mit Bergeversatz. Die Gruben sind in der Regel durch Tiefe Stollen erschlossen, die noch heute die Hauptentwässerung leisten (z.B. Lüderich, Grünewald, Castor, Bliesenbach).	
2.10	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 -5009 Overath [4] Erläuterungen GK25 - 5010 Engelskirchen [5] Erläuterungen GK25 - 5109 Lohmar [6] Erläuterungen GK25 - 5110 Rupperichtsroth [7] Geurts et al. (2004): Das Erbe des Erzes, Band 2 [8] Geurts et al. (2008): Das Erbe des Erzes, Band 4. [9] Geochemie und Vererzung im Rheinischen Schiefergebirge.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 34; Krefeld.	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_RHE_1400 PE_RHE_1500 PE_SIE_1100 PE_SIE_1200 PE_SIE_1300	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_RHE_1402 WKG_RHE_1403 WKG_RHE_1501 WKG_SIE_1101 WKG_SIE_1102 WKG_SIE_1103 WKG_SIE_1201 WKG_SIE_1202 WKG_SIE_1301 WKG_SIE_1302	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_2_639268 DE_NRW_2726_14085 DE_NRW_27264_0 DE_NRW_27274_7448 DE_NRW_2728_0 DE_NRW_2728_29048 DE_NRW_272872_0 DE_NRW_272878_0 DE_NRW_27288_0 DE_NRW_27288_10626 DE_NRW_2728854_0 DE_NRW_2728854_3500 DE_NRW_272886_0 DE_NRW_2735312_0 DE_NRW_2735312_380 DE_NRW_27356_4875 DE_NRW_27356_8840 DE_NRW_273566_0 DE_NRW_273566_2300 DE_NRW_273568_0 DE_NRW_273568_10424 DE_NRW_273568_7124	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 16	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Olpener Erzberzirk**	
1.2	Regierungsbezirk		
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**4913 Olpe** **5013 Kreutal (Wenden)**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Kreis Olpe Kreis Siegen-Wittgenstein	
1.5	Naturräumliche Lage	Sauerland	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	**[2]** **- Vereinigte Rhonard** **- St. Greorius** **- Elpertshagener Vereinigung** **- Vahlberg** **- Altenberg**	
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[2], [3] ausklingende Vererzung des Siegerländer-Wied Bezirkes, Spateisenprovinz; Gangmächtigkeiten im Schnitt 2 bis 3 m, lokal über 10 m; neben Eisenerzen auch bedeutsame Buntmetallgewinnung.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	Spateisenstein **Hauptelemente: Fe**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Fahlerz, Zinnober **Nebenelemente: Pb, Zn, Cu, Ag, Cd, Ni, Sb, Hg, As**	
2.5	Genese	- hydrothermale Vererzungen auf Klüften und in Störungszonen im Unterdevon	
2.6	Grober historischer Abriss	[1],[3] Abbau auf dem Rhonarder Gangzug schon ab dem 15. Jhd., damals aber auf Kupfer und Brauneisen. Zahlreiche Pingenzüge aus der Anfangsphase des Bergbaus; größerer Betrieb ab dem 17. Jhd.. Im 18. und 19. Jhd. Konsolidation der Gruben zur Erschließung tieferer Gangbereiche durch lange Wasserlösungsstollen. Erschließung des Rhonarder Gangzuges durch den Tiefen Stollen der Grube Rhonard im 18. Jhd. und den Tiefen Stollen der Grube Elpertshagener Vereinigung Mitte 19. Jhd.. Schließung der Gruben gegen Ende des 19. Jhd.. Grube Elpertshagener Vereinigung bis 1924 in Betrieb; auf der Grube Altenberg wurden zwischen 1921 und 1941 mehrfach erfolglose Versuche zur Wiederaufnahme des Betriebs unternommen.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	[2] umfangreicher Bergbau auf vielen kleinen und einigen größeren Gruben; mehrere Gangzüge von N nach S: - Rhonarder Gangzug - Altenberger Gangzug - Junkernbergzug - Vahlbergerzug Rhonarder Gangzug (Länge rd. 4 km) mit Spat- und Brauneisenstein sowie auch Kupfer und Nickelerzen war der wichtigste Gangzug (Grube Vereinigte Rhonard, Elpertshagener Vereinigung). Abbauteufen auf den größeren Gruben im Allgemeinen zwischen 100 und 300 m, da die Gänge zur Tiefe unbauwürdig wurden. Fläche des Erzreviers rd. 80 km².	
2.8	Art des Abbaus (Pingen,	Anfänglich Pingenbau und Aufschluss über	

	Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	Wasserlösungsstollen; später Abteufen von Gesenken aus dem Niveau der tiefen Stollen. Bergwerke nach der Stilllegung zur Wassergewinnung genutzt [2]: - Vereinigte Ronard in Olpe - Elpertshagener Vereinigung	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 -4913 Olpe [4] Erläuterungen GK25 -5013 Kreuztal (Wenden)	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_RUH_1200 PE_RUH_1400 PE_SIE_1400	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_RUH_1201 WKG_RUH_1202 WKG_RUH_1401 WKG_SIE_1402	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_272146_0 DE_NRW_276628_0 DE_NRW_276636_0 DE_NRW_27664_27627 DE_NRW_27664_31738 DE_NRW_2766414_0 DE_NRW_2766416_0 DE_NRW_276642_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 17	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Müsener Erzberzirk**	
1.2	Regierungsbezirk		
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**4914 Kirchhundem** **5014 Hilchenbach**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Kreis Olpe Kreis Siegen-Wittgenstein	
1.5	Naturräumliche Lage	Sauerland/Siegerland	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	**- Grube Stahlberg (Fe, Pb, Zn)** **- Brüche (Fe)** **- Altenberg (Pb, Zn)** **- Heinrichsegen (Fe, Pb)** **- Victoria (Fe, Pb)** **- Glanzenberg (Goldberg II, Pb, Zn)**	Friedrich-Wilhelm-Stollen Tiefer Stollen Tiefer Stollen Heinrichssegener Tiefer Stollen
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[1], [2], [5] Ausklingende Vererzung des Siegerländer-Wied Bezirkes. Spateisensteinprovinz, aber Metallerzbergbau steht im Vordergrund; vorherrschende Gewinnung von Blei und Zinkerzen. Nord-Süd- streichende Gänge in einem rd. 4 km breiten und 20 km langen Bereich zwischen Silberg/Varste im Norden und Ferndorf im Süden. Gangmächtigkeit in der Regel 1 bis3 m, lokal bis zu 10 m; im "Stahlberger Stock" erreicht das Spateisenmittel eine Mächtigkeit bis zu 27 m.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	Bleiglanz, Spateisenstein **Hauptelemente: Fe, Pb**	
2.4	Mineralparagenese	Zinkblende, Kupferkies, Fahlerze, Schwerspat **Nebenmelemente: Zn, Cu, Ag, Cd, Ni, Sb, Hg, As, Ba**	
2.5	Genese	- hydrothermale Vererzungen auf Klüften und in Störungszonen im Unterdevon	
2.6	Grober historischer Abriss	[2] Auf der Grube Stahlberg ist seit dem 14. ununterbrochen Abbau dokumentiert. In der 2. Hälfte des 18. Jhd. wurde der Tiefe Stollen nach Müsen aufgefahren und ab 1833 als Förderstollen genutzt. Zum Aufschluss der tieferen Gangbereiche wurde 1826 der Kronprinz-Friedrich-Wilhelm-Erbstollen in Ferndorf angeschlagen. In der 2. Hälfte des 19. Jhd. nahm die Grube Stahlberg insbesondere aufgrund der hohen Metallerzförderung eine Spitzenstellung unter den Siegerländer Gruben ein. 1877 war der Stahlberger Stock erschöpft; es mussten neue Gänge erschlossen werden. 1931 wurde die Grube Stahlberg stillgelegt. Im Bereich der Gruben Altenberg, Heinrichssegen, Viktoria ist eine vergleichbare zeitliche Entwicklung anzunehmen; die Schließung erfolgte hier zwischen 1917 und 1927. Die Aufbereitungsanlage Viktoria arbeitete bis 1965. [1] Die Grube Glanzenberg bei Silberg war die bedeutendste Metallerzgrube im Olpe/Müsener Raum. Sie entstand 1904 durch Konsolidation aus zahlreichen Einzelgruben (u.a. Glanzenberg, Silberg, Goldberg). Erste Verleihungen gehen auf das 19. Jhd. zurück; die Felder Goldberg I-VIII wurden erst	

		1902/03 verliehen. Die einzelnen Gruben waren durch Stollen in unterschiedlichen Niveaus aufgeschlossen. Im 19. Jhd. entwickelte sich ein Verbund; 1902 wurde mit dem Abteufen des Schachtes Goldberg II begonnen; 1909 waren die Schachtanlagen Goldberg I und Glanzenberg nicht mehr in Betrieb. Die Grube Goldberg II wurde zur förderstärksten Anlage; die Grube wurde bis 1935 betrieben und war dann auch erschöpft. Die Flotation wurde noch bis 1940 betrieben und arbeitete Schlämme und Setzmaschinenabgänge durch. In der Grube Stahlberg wurde ein Besucherbergwerk eingerichtet.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Umfangreicher Bergbau auf vielen kleinen und einigen größeren Gruben; Abbauteufen im Allgemeinen zwischen 100 und 300 m, da die Gänge zur Tiefe unbauwürdig wurden. In den größeren Gruben (Victoria, Stahlberg) wurden Teufen um rd. 700 m erreicht; die Grube Goldberg II erreichte eine Teufe um 500 m. [3] Förderung Grube Victoria: 1851-1927: 150.237 t Eisenerz, 1839-1931: 97.200 t Bleierz, 21.700 t Zinkerz, 2.400 t Kupfererz, 2.000 t Fahlerz [3] Förderung Grube Goldberg II: 1904-1937: 84.400 t Zinkerz, 75.700 t Bleierz Aufbereitungsanlagen im Bereich der Gruben Viktoria und Goldberg II. Fläche des Erzbezirks rd. 32 km².	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	[2] Anfänglich Pingenbau und Aufschluss über Wasserlösungsstollen. Zahlreiche Pingenzüge aus der Anfangsphase des Bergbaus; später im Tiefbergbau Aufschluss über Tiefe Stollen und Gesenke unterhalb der Stollensohlen. Im Tiefbergbau erfolgte der Abbau zumeist im Firstenbau mit Bergeversatz. Im Müsener Bereich wurde das mächtige Spateisenmittel in einem Teilsohlenbruchbau abgebaut. Eisensteinzechen mehrfach zur Wassergewinnung genutzt: - Kronprinz-Friedrich-Wilhelm-Stollen, Grube Stahlberg - Tiefer Stollen, Grube Brüche	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 -4914 Kirchhundem [4] Erläuterungen GK25 -5014 Hilchenbach [5] Fenchel et al. (1985) Die Sideriterzgänge im Siegerland-Wied-Distrikt	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_SIE_1400, PE_RUH_1400	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_SIE_1402, WKG_RUH_1401	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_27214_4630 DE_NRW_272146_0 DE_NRW_276628_0 DE_NRW_2766286_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen	Grube Glanzenberg (Goldberg II): Voruntersuchungen durch Kreis Olpe im Bereich der Halden und Spülteiche	

		Erzbezirk-Kennnummer 18	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Kohlberg-Morsbacher Erzberzirk**	
1.2	Regierungsbezirk		
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**5111 Waldbröl** **5112 Morsbach**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Oberbergischer Kreis Rhein-Sieg-Kreis	
1.5	Naturräumliche Lage	Bergisches Land	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	**[1]** **- Grube Magdalena** **- Grube Georg** **- Grube Sonne** **- Grube Silberhardt**	Tiefer Magdalena Stollen Tiefer Stollen
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[1], [4] Nord-Süd- streichende Gangzüge im Unterdevon (Morsbacher-Steimelhagener und Kohlberger Gangzug); ausklingender Siegerländer Spateisenbezirk mit verstärkten Blei-, Zink- und Kupfervererzungen. Erzmittel im Allgemeinen 1 bis 2 m mächtig, örtlich bis zu 7 m; überwiegend Eisenerze, aber auch Blei- und Zinkerze	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	Spateisenstein, Brauneisen, Roteisenstein, Bleiglanz, Zinkblende **Hauptelemente: Fe, Pb, Zn**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	Kupferkies, Schwefelkies **Nebenelemente: Cu, Ag, Cd, Ni, As**	
2.5	Genese	- hydrothermale Vererzungen auf Klüften und in Störungszonen im Unterdevon	
2.6	Grober historischer Abriss	[1] zunächst Kleinbetrieb auf Pingenzüge im 18. Jhd. und früher; im 19. Jhd. Konzentration auf wenige Gruben (s.o). Alle Bergwerke wurden spätestens nach dem ersten Weltkrieg stillgelegt und kamen über Anfänge nicht hinaus.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Bergbau auf zahlreichen kleinen und einigen größeren Gruben (s.o.). Auf dem Morsbacher Gangzug im 19. Jhd. Konsolidation zur Grube Magdalena; 1890 Aufschluss durch den Tiefen Stollen, der noch heute das Grubenfeld entwässert. Förderung . Förderung 1908: rd. 10.000 t Rot- und Brauneisenstein; Stilllegung 1910. Auf dem Kohlberger Gangzug war die Grube Silberhardt die bedeutsamste: Abbau bis etwa 1881, erreichte Abbauteufe rd. 130 m, Entwässerung über den Tiefen Stollen. In den letzten Jahren Förderung von 140 bis 620 t Bleierze und 16 bis 112 t Zinkerze. Auf dem Steimelhagener Gangzug waren die bedeutsamsten Gruben Sonne und Georg; beide Gruben bauten Eisen- und Kupfererz ab; Förderung Grube Georg rd. 540 t/Jahr, Grube Sonne ab Mitte 1870'er Jahre zwischen 250 und rd. 3.200 t/Jahr; Stilllegung beider Gruben 1884. 1916 Wiederaufnahme der Förderung in der konsolidierten Grube Georg/Sonne; 1923 monatliche Förderung 3.200 t Eisenstein; 1926 endgültige Stilllegung.	

		Erreichte Abbauteufen um 300 m. Insgesamt hat in diesem Bereich nur ein vergleichsweise begrenzter Abbaubetrieb stattgefunden. Fläche des Erzbezirks rd. 37 km².	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	Anfänglich Pingenbau und Aufschluss über Wasserlösungsstollen. Im Tiefbergbau erfolgte der Abbau zumeist im Firstenbau mit Bergeversatz. Abbaubereiche im Wesentlichen über Stollen aufgeschlossen. Die drei Gangzüge werden im Wesentlichen zentral durch Tiefe Stollen entwässert. Tiefer Magdalena Stollen früher als Notwasserversorgung genutzt.	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 -5111 Waldbröl [4] Erläuterungen GK25 -5112 Morsbach	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_SIE_1000, PE_SIE_1200	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_SIE_1001, WKG_SIE_1006, WKG_SIE_1203	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_272_23633 DE_NRW_27238_12867 DE_NRW_27238_7255 DE_NRW_272384_0 DE_NRW_27252_6265 DE_NRW_272844_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 19	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Siegener Erzberzirk**	
1.2	Regierungsbezirk		
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**5014 Hilchenbach** **5113 Freudenberg** **5114 Siegen** 5213 Betzdorf 5214 Burbach	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Kreis Siegen-Wittgenstein	
1.5	Naturräumliche Lage	Siegerland	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	**- Pfannenberger Einigkeit** **- Eisenhardter Tiefbau** **- Grube Eisenzeche** **- Neue Hardt**	
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	Nord-Süd- sowie Ost-West streichende Gänge in einem rd. 5 bis 7 km breiten und rd. 15 km SW-NE- gerichteten Streifen um den Siegener Schuppensattel; Hauptabbaubereiche südlich und südwestlich von Siegen. Die Gänge treten vielfach gestaffelt in Gangzügen auf; Gangmächtigkeiten in der Regel 1 bis 3 m, vielfach auch bis 10 m. In Oberflächennähe treten vielfach auch Buntmetallerze auf, die zur Teufe von Siderit verdrängt werden.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	Spateisenstein **Hauptelemente: Fe**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Fahlerze **Nebenelemente: Pb, Zn, Cu, Ag, Cd, Ni, Sb, Hg, As**	
2.5	Genese	- hydrothermale Vererzungen auf Klüften und in Störungszonen im Unterdevon	
2.6	Grober historischer Abriss	[6] Abbau schon in keltischer Zeit; Bergbau dokumentiert seit 13. Jhd. Bis in die Mitte des 19. Jhd. blieben aufgrund der Besitzsplitterung größere Anlagen selten; trotzdem entwickelte sich gegen Ende des 18. Jhd. eine erste Blütezeit. Die bedeutendste Periode setzte allerdings mit der Industriealisierung Mitte des 19. Jhd. ein. Die Stollenbetriebe gingen zum Tiefbau über und konsolidierten zu immer größeren Betriebseinheiten. Im 20. Jhd. entstanden im Rahmen der Rationalisierung immer weiträumigere Betriebseinheiten, die auch untertägig entsprechend weiträumig verbunden waren. 1953 wurden schließlich alle Gesellschaften in der Erzbergbau Siegerland AG zusammengeschlossen. Als letzte Grube wurde die Pfannenberger Einigkeit 1962 geschlossen.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	[2], [6] Umfangreicher weiträumig verteilter Bergbau auf vielen kleinen und zahlreichen größeren Gruben, die sukzessive konsolidiert wurden. Abbau in der Anfangsphase auch auf Buntmetallerzen; mit der Zunahme der Abbauteufen im 19. Jhd. im Wesentlichen Förderung von Eisenerzen. Maximale Teufe erreicht mit rd. 1.300 m in Grube Pfannenberger Einigkeit. Zahlreiche Zechen mit Gesamtförderungen von jeweils mehreren Mio t. Eisenerz (s.o.). Fläche des Erzbezirks rd. 115 km².	
2.8	Art des Abbaus (Pingen,	Anfänglich Pingenbau und Aufschluss über	

	Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	Wasserlösungsstollen. Ab 19. Jhd. im Tiefbergbau erfolgte der Abbau zunächst im Strossenbau später im Firstenstoßbau mit Bergeversatz. In mächtigen und zum Nachfall neigenden Lagerstätten wurde ein Teilsohlenbruchbau angewendet. Lokal Grundwassergewinnung aus Stollen, z.B. Wasserwerk Niederschelden auf Stollen der Grube Alte Dreisbach; Grube Martinshardt [2]	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 -5014 Hilchenbach [4] Erläuterungen GK25 -5113 Freudenberg [5] Erläuterungen GK25 -5114 Siegen [6] Fenchel et al. (1985) Die Sideriterzgänge im Siegerland-Wied-Distrikt	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_SIE_1400	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_SIE_1401, WKG_SIE_1402, WKG_SIE_1403	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_272_120650 DE_NRW_272_124250 DE_NRW_272_129180 DE_NRW_272_136860 DE_NRW_272138_0 DE_NRW_27214_0 DE_NRW_272148_0 DE_NRW_27216_0 DE_NRW_27216_5790 DE_NRW_272174_0 DE_NRW_272176_0 DE_NRW_272178_0 DE_NRW_272186_0 DE_NRW_2722_11200 DE_NRW_27226_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 20	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk**	
1.2	Regierungsbezirk		
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**5114 Siegen** 5213 Betzdorf 5214 Burbach	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Kreis Siegen-Wittgenstein	
1.5	Naturräumliche Lage	Siegerland	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	**- Grube Neue Hoffnung-Landskrone** **- Grube Bautenberg (Fe)** **- Grube Peterszeche**	Tiefer Landskroner Stollen Tiefer Stollen Bautenberg Tiefer Stollen, Clarastollen
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	Unregelmäßig gestreut auftretende Gänge in einem rd. 3 km breiten und 12 km SW-NE- gerichteten Streifen südöstlich des Siegener Schuppensattels. Die Gänge treten vielfach gestaffelt in Gangzügen auf; Randbereich des Siegener Schuppensattels. Zunahme der sulfidischen Vererzungen nach Osten, gebunden an ein oberes Stockwerk deren Vererzung zur Teufe in Siderit übergeht. Scharung von Blei-Zinkerzgängen südlich von Wilnsdorf und südwestlich von Burbach. Gangmächtigkeiten im Mittel 1 bis 3 m.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	Bleiglanz, Zinkblende, Spateisenstein **Hauptelemente: Pb, Zn, Fe**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	Kupferkies, Kobalterz, Fahlerze **Nebenelemente: Cu, Co, Ni, Ag, Cd, Hg, As**	
2.5	Genese	- hydrothermale Vererzungen auf Klüften und in Störungszonen im Unterdevon	
2.6	Grober historischer Abriss	Bergbau dokumentiert seit 13. Jhd. (Grube Ratzenscheid). Im 19. Jhd. Konsolidation der zahlreichen Einzelgruben; Hauptgruben: Neue Hoffnung-Landskrone, Bautenberg. Gruben betrieben bis in die erste Hälfte des 20. Jhd. (Neue Hoffnung-Landskrone, 1914; Peterszeche, 1917; Bautenberg, 1941). Aufbereitung Peterszeche bis 1920 in Betrieb.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Lokaler Abbau auf einzelnen Gruben im Bereich der Gangzüge; Abbauteufen auf den Blei-Zinkerzgruben bis etwa 400 m; Grube Bautenberg ereichte eine Teufe von rd. 1.000 m. Südöstlich von Wilnsdorf baute die im 19. Jhd. konsolidierte Grube Neue-Hoffnung-Landskrone; Gesamtförderung [2]: 15.000 t Blei, 35.000 t Zink, 70.000 t Eisenerze. Südwestlich von Burbach Verleihungen auf Blei, Zink und Spateisen. Wertvollster Betrieb war hier die Peterszeche: Abbauteufe rd. 300 m; Förderung in 1885: 1.334 t Bleierze, 635 t Zinkerze, 323 t Spateisenstein [1]; Am Bautenberg auf der Spateisengrube Bautenberg Abbau bis etwa 1.000 m Teufe, Förderung hier insgesamt rd. 2,86 Mio. t Eisenerz. Fläche des Erzbezirks rd. 100 km².	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	Anfänglich Pingenbau und Aufschluss über Wasserlösungsstollen. Insbesondere die kleineren Gruben waren im Wesentlichen über Stollen aufgeschlossen. Im Tiefbergbau erfolgte der Abbau zunächst im Strossenbau, später im Firstenstoßbau mit Bergeversatz. Lokal Grundwassergewinnung aus Stollen, z.B. Clarastollen, Peterszeche [4]	

2.9	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 -5114 Siegen [4] Fenchel et al. (1985) Die Sideriterzgänge im Siegerland-Wied-Distrikt	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_LAH_1000, PE_SIE_1400	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_LAH_1001 WKG_SIE_1401 WKG_SIE_1402 WKG_SIE_1403	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_25842_4399 DE_NRW_27216_5790 DE_NRW_272176_0 DE_NRW_2722_11200 DE_NRW_2722_13760 DE_NRW_27222_0 DE_NRW_27226_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 21	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Schafberger Permbezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Münster	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**3612 Mettingen** 3613 Westerkappeln **3712 Tecklenburg** **3713 Hasbergen**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Kreis Steinfurt	
1.5	Naturräumliche Lage	Tecklenburger Land, Schafsberg	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	- **Eisensteinzeche Friedrich Wilhelm** (Raseneisenerze, „Bergerze“, Eisensteine) - **Eisensteingrube Therese** (Eisenstein, Kupfererz, manganhaltige Eisenerze) - **Grube Perm** (Blei- und Zinkerz untertägig aufgeschlossen, Eisenstein im Tagebau - „Eisenmulmlager“) - **Grube Hector** (Braueisenstein und Eisenmulm aus Tagebau und Tiefbergbau) - **Grube Cons. Oranien** [Zusammenschluss aus den Grubenfeldern Preußisch Meppen, Klingenberg, Muck, Horst, Paul Victor IV und Carl VII] (Eisenstein und Bleierz(Grube Muck)) - **Grube St. Rochus** (Galmei, Spat- und Braueisenstein) - **Grube Altstädde III** (untergeordnete Bedeutung) bei Ibbenbüren (Bleierz)	- Mundloch Friedrich-Wilhelm-Stollen (Förderstollen) nicht mehr aufzufinden - Mundloch Permer Stollen auf freiem Feld an der Straße „Am Stollen“ - TÖB nicht in Datenbank der BZR Arnsberg enthalten
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[5] Die Erzvorkommen (sowohl Eisen- als auch Buntmetallerze) am Schafberg sind überwiegend auf die Zechsteinrandstaffeln der Ibbenbürener Karbonscholle beschränkt und geologisch vergleichbar mit den Vererzungen im benachbarten „Hüggel“ (Niedersachsen). Die Erzvorkommen treten überwiegend in Form von Gängen, Nestern oder Schläuchen im Kalkstein auf; Geoden sind selten. Untergeordnet kommen in den Sanden und Lehmen der Talauen auch knollenartige Raseneisensteine vor. In der Grube Perm tritt gemäß [2] Bleiglanz in sog. „Nieren“ in feinem Sand oder als „Nester“ in einer etwa 4 m mächtigen gangartigen Bildung auf. Nach [5] wurden am Schafberg im Wesentlichen Eisenerz- und Buntmetallvorkommen aus dem Zechstein abgebaut. Die ebenfalls vorkommenden Rasensteinbildungen und Toneisensteingeoden werden hier als bedeutungslos bzw. unbauwürdig bezeichnet. Gemäß [4] wurde in den „Saltenwiesen bei Bevergern“ ein Raseneisensteinvorkommen gänzlich abgebaut (Distriktfeld „Friedrich Wilhelm“). Im Bereich des Püsselbürener und Ibbenbürener Stollens wurden gemäß [5] an den Stollenmundlöchern zwischen 1888 und 1900 sich absetzende Ockermassen gewonnen. Entstanden sind die Ockerabscheidungen durch Oxidationsprozesse sowie durch Neutralisation des sauren Wassers durch gelöste Karbonate. Ebenfalls an den Randabbrüchen des Schafberges (am Süd- und Ostrand der Karbon-Scholle) wurden Buntmetallerze (Bleiglanz und Zinkblende, seltener Kupferkies und Pyrit) angetroffen, die z.T. gangartig aber auch getrennt angereichert vorkommen können. Die Gänge erreichen Teufen bis maximal 60-70 m und wurden in den Zechen Perm und Friedrich Wilhelm mit Unterbrechungen zwischen 1863 und 1921 abgebaut. Am nordöstlichen Rand der Karbon-Scholle wurde in den	

		Zechen Muck & Horst (Cons. Oranien) ein Abbau versucht; die Vorkommen waren jedoch zu gering. Zwischen den Höfen Romeier und Hellager tritt ein nicht mehr befahrbarer Stollen zu Tage. Am Stollenmundloch befindet sich eine Halde.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	Gemäß [1], [2] und [5] wurden insgesamt folgende Erze abgebaut: - sowohl Eisen- als auch Metallerze - Raseneisenerze (z.T. manganhaltig: „schwarzes Erz“) - Kupfererz - Brauneisenstein und Eisenmulm (einmalig auch Schwefelkies/Pyrit) - Spat- und Braueisenstein **Hauptelemente: Fe, Pb, Zn, Cu**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	Die Vererzungen waren bereichsweise manganhaltig. Im Kupferschiefer traten z.T. Aluminium und andere Metalle auf. **Nebenelemente: Mn, Al**	
2.5	Genese	Nach [5] ist man sich über die Entstehung im Wesentlichen einig, dass es sich um **metasomatische Bildung** der Eisenerze handelt; außerdem ist von einer **gemeinsamen Genese der Eisen- und Buntmetallvererzungen aus ascendenten Lösungen** auszugehen. Unterschiedliche Ansichten bestehen über das Alter: - Lagerstättenbildung bei Faltungs- und Magmenzyklus der variszischen Orogenese, oder: - Vererzungen als Folge der saxonischen Tektonik und über den Unsprung der Metalle: - Metallkonzentration aus älteren Lagerstätten im tieferen Untergrund (Devon oder Karbon) mobilisiert und in den überlagernden Zechstein „durchgepaust“, oder: - Vererzung als direkte Folge einer tiefmagmatischen Aktivität (Zusammenhang mit Bramscher Pluton im Untergrund). Magmatisch-hydrothermale Lösungen konnten nur an den tektonisch gestörten Randbereichen der Karbonscholle aufsteigen (vergleichbare Vererzungen finden sich in der weiteren Umgebung an ähnlichen tektonischen Strukturen - z.B. am „Hüggel“ oder „Struktur Reden“ im nördlichen Wiehengebirgsvorland) Die Vererzung ist überwiegend auf die Zechsteinkalke entlang der südlichen bis südöstlichen Abbrüche der Karbonscholle beschränkt; hier sind die Zechsteinkalke metasomatisch in Spateisenstein umgewandelt. Die eisenschüssigen Partien bilden unregelmäßige Nester und Schläuche im Kalk; die Ausdehnung schwankt zwischen wenigen Metern bis über 100 m [5]. Der Eisenspat wird teilweise durch Schwerspat, Bleiglanz und Zinkblende durchtrümmert. Der ursprüngliche Siderit ist häufig in porösen, z.T. glaskopfartigen Brauneisenstein und zu Eisenocker verwittert. Aufgrund der unterschiedlichen Intensität der Metasomatose schwanken die Erzgehalte zwischen 25-45 % Fe. Der Toneisenstein tritt überwiegend in Form von bis zu 10 cm großen Geoden auf, die z. T. fast geschlossene Lagen ergeben können [5]. Raseneisenstein ist ein Sumpferz, das meist als Nester (nierig-knollige, braune, maximal Faustgroße Stücke Eisenhydroxid) in den Sanden und Lehmen der Talauen der Gewässer vorkommt [5]. Gemäß [1] können Raseneisensteine z.T. auch flözartig vorkommen.	
2.6	Grober historischer Abriss	Die Entdeckung und Nutzung der Erzvorkommen geht nach [1] vermutlich bis in das 7. bis 9. Jhd. (jüngere römische Kaiserzeit) zurück. Gemäß [5] ist der Bergbau am Schafberg urkundlich bis in das 17. Jhd. belegt. Zu Beginn des 19. Jhd. wurde mit der Eisenerzgewinnung	

		zunächst im Tagebau begonnen [1]. Die Hauptförderung der Eisenerze fand etwa ab Mitte des 19. Jhd. statt (gemäß [5] ab etwa 1876) und wurde endgültig am 30.09.1941 eingestellt. Die Hauptförderung der Buntmetallerze hat etwa ab 1863 stattgefunden und wurde mit Unterbrechungen bis 1921 fortgeführt. Die Grube Perm wurde 1921und die Grube Hector 1916 stillgelegt. Etwa ab den 1950er Jahren wurden die ehemaligen Erz-Tagebaue mit Bergematerial des Steinkohlenbergbaus verfüllt.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Insgesamt umfasst der Erzbergbau des Schafberg-Hüggeler Permbezirkes 7 „Hauptbergwerke“ sowie eine unbekannte Anzahl (Vielzahl) kleinerer Bergwerke auf NRW-Seite sowie eine unbekannte Anzahl von Bergwerken auf niedersächsischer Seite. Der Tiefbergbau (Schächte und Sohlen) erreichte Teufen von i.d.R. < 100 m uGOK. Die gesamte Grundfläche des Schafberg-Hüggeler Erzbezirks ist hier für NRW mit rd. 7 km² abgegrenzt; dabei handelt es sich um die Gesamtfläche, ohne Raseneisensteinbergbau. Anmerkung zu Raseneisensteinbergbau (gemäß [1]): - etwa zwischen 1806 und 1902 hat im Bereich westlich bis südwestlich der „Ibbenbürener Scholle“ oberflächennaher Bergbau auf Raseneisensteine stattgefunden - der Abbau erstreckte sich dabei etwa auf die Region Ibbenbüren, Hopsten, Hörstel, Bevergen, Gravenhorst etc. - die Erze lagen unter einer wenige dm mächtigen Überdeckung und waren teilweise flözartig oder auch linsenartig verbreitet und maximal wenige dm mächtig - nach Schätzungen wurden während dieser Zeit insgesamt rd. 360.000 t Raseneisenstein abgebaut Insgesamt wurde gemäß [1] und [2] mindestens folgende Gesamtmengen abgebaut: Eisenerz : rd. 330.000 t Bleierz: rd. 13.000 t Zinkerz: rd. 9.800 t Galmei: rd. 7.500 t. In der Grube Hector wurde bis zur Stilllegung 1916 insgesamt rd. 1.200 t Schwefelkies gefördert.	Die abgebaute Menge ist eine Mindestzahl, da die Aufstellungen in [1] und [3] lückenhaft sind.
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	[1] Vor allem am Westrand der Karbonscholle (bei Ibbenbüren) wurden die Erzvorkommen (gerade zu Beginn des Abbaus) in diversen Tagebauen gewonnen. Die überwiegende Erzgewinnung erfolgte jedoch im Tiefbergbau (z.B. Örter-Pfeilerbau). Darüber hinaus ist z.T. auch Uraltbergbau aus römischer Zeit dokumentiert.	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [2] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 - 3612 Mettingen [4] Erläuterungen GK25 - 3711 Bevergern [5] Erläuterungen GK25 - 3712 Tecklenburg [6] Erläuterungen GK25 - 3713 Hasbergen	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_EMS_1800, PE_HAS_1900	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_EMS_1802 , WKG_EMS_1804, WKG_HAS_1901	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_344_29104 DE_NRW_3628_165 DE_NRW_344_43304 DE_NRW_3628_9089 DE_NRW_3448_15075	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 22	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Nordwestlicher Jurabezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Detmold	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**3718 Bad Oeynhausen** **3719 Minden** **3720 Bückeburg**	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Minden-Lübbecke	
1.5	Naturräumliche Lage	Weser- und Wiehengebirge	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	- **Grube Wohlverwahrt-Nammen** (Unternehmen der Barbara Rohstoffbetriebe GmbH) Abbau des Wohverwahrt- und Klippenflöz - **Eisensteingrube Victoria** (hängt mit Wohlverwahrt-Nammen zusammen) - Konsolidation aus 6 kleineren Einzelfeldern Abbau des Wohlverwahrt- und Klippenflöz - **Grube Porta** Abbau des Wittekindflöz (Die Grube Porta I bestand aus 14 Einzelfeldern.)	
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[1], [2], [3], [4] Insgesamt werden folgende lager- und flözartige Vorkommen des Jura beschrieben: a) **sphärosideritische Toneisensteine** im Lias und Dogger Der Abbau hat bis 1873 stattgefunden (so lange wie Porta-Hütte in Betrieb war) und war über den gesamten Südrand des Wesergebirges verstreut. b) **Wittekindflöz** Das etwa 1-2 m mächtige Flöz ist als oolitischer Tonstein im oberen Dogger ausgebildet und liegt im Hangenden des Makrocephalensandsteins (Porta-Sandsteins). In östlicher Richtung ist das Flöz bis Porta nachgewiesen und in westlicher Richtung keilt es bei Lübbecke aus; das Eisenerz kommt dann nur noch als Eisenanreicherung auf Klüften bzw. in gewissen Schichten des Portasandsteins vor. Das Wittekindflöz weist einen Eisengehalt von 27-28 % sowie einen hohen Kieselsäuregehalt auf. c) **Wohlverwahrtflöz** und **Klippenflöz** Das **Wohlverwahrtflöz** ist ein etwa 2 – 2,5 m mächtiges, oolithisches Roteisensteinflöz in jurassischen Kalksteinen (Malm). Es ist überwiegend in der Umgebung der Wohlverwahrtzeche, östlich der Porta Westfalica ausgebildet und weist einen Fe-Gehalt 28-48% auf. Der Abbau hat seit den 1880er Jahren bergmännisch stattgefunden. Das **Klippenflöz** liegt etwa 13 m im Liegenden des Wohlverwahrtflözes und wird als 8-10 m mächtige durchgehend rotgefärbte, oolitische Eisensteine mit „längerer Erstreckung“ beschrieben; der Fe-Gehalt von 24 % wird als „mager“ bezeichnet. Es werden mehrere Lager unterschiedlicher Ausdehnung und Mächtigkeit unterschieden. Im zentralen Teil tritt der höchste Eisenanteil auf; zu den Rändern geht die Vererzung in eisenhaltigen Kalk über. Im Bereich des Limburger Sattels wurden mit Unterbrechungen bis 1881 auch **Spateisen**steingänge abgebaut. **Roteisensteinerz** tritt in Form von rötlichen Eisenooiden im Korallenoolith (jw2) des Weißen Jura (Oxford) auf.	

2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	[1], [2], [3] - Eisenerz unterschiedlicher Beschaffenheit (sphärosideritische Toneisensteine, tonige Eisenoolithe oder oolithische Roteisensteine) - Spateisenstein - Roteisensteinerz Außerdem wurden bei Dehme und Wulferdingsen lagenweise auftretende, knollige **Schwefelkiese** abgebaut. **Hauptelemente: Fe**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	[2], [3] Im Wittekindflöz fand sich in Ammonitenkammern z.T. **Zinkblende** (ZnS). Am Großen Kellerberg und bei Gehlenbeck wurden Felder auf **Blei- und Zinkerze** verliehen. **Nebenelemente: Pb, Zn**	
2.5	Genese	[1], [2], [3], [4] Die im Nordwestfälischen Jurabezirk vorkommenden Erze sind allgemein marin-sedimentären Ursprungs. Das Wittekindflöz ist ein marin-sedimentäres Eisenerzlager des Oberen Dogger das sich über eine Länge von rd. 20 km erstreckt; es besteht aus fossilreichen oolithischen Toneisensteinen im Hangenden des Porta-Sandsteins. Die flözartigen Eisenoolithanreicherungen des Klippenflözes treten im Korallenoolith des Wesergebirges (Unterer Malm) auf. Die Erzführung des Klippenflözes ist an Senkungsgebiete gebunden. Schwellen innerhalb der Senkungsgebiete haben zu linsenförmigen Anreicherungen des Erzes geführt. Vermutlich waren die Ablagerungsbedingungen sehr heterogen, was dazu geführt hat, dass nur bestimmte Erzlinsen abbauwürdig waren (z.B. Nammer-, Wohlverwahrter- und Schermbecker Linse).	
2.6	Grober historischer Abriss	**Grube Wohlverwahrt-Nammen** [1]: Die ersten bergmännischen Aktivitäten sind aus dem Jahr 1835 bekannt (Verleihung Längenfeld „Wohlverwahrt“); es hat jedoch kaum/kein Abbau stattgefunden. 1883 wurde die Gewerkschaft „Wohlverwahrt“ gegründet; ab dann kam es zu ersten bergmännischen Arbeiten. Die Wasserlösung erfolgt durch einen einspurigen „Hauptlösungsstollen“; das Mundloch befindet sich im Bereich des obersten Mühlenteichs der Gemeinde Kleinbremen (Grundstück Müllers Harting No. 16). Abfluss der zusitzenden Grubenwässer in die Mühlenteiche. 1923 wurde der Abbau in der Grube Wohlverwahrt (Flöz Wohlverwahrt) zunächst eingestellt; 1934 erfolgte ein Versuchsbetrieb auf das Klippenflöz und im Jahr 1937 wurde dann die Erzgewinnung wieder aufgenommen. In der Grube Wohlverwahrt wurde das Flöz Wohlverwahrt zunächst von einem Hauptlösungsstollen aus Hauptsohlen- und Förderstrecken in östlicher und westlicher Richtung aufgefahren. Von dort aus erfolgte der Abbau des Erzes in zwei Bauabteilungen mit je 9-10 Örtern. Später sollte das Erz durch Pfeilerverhau gänzlich abgebaut werden (was aber nicht geschah). Ab 1937 erfolgte der Abbau des Klippenflözes ebenfalls im Tiefbergbau. Dabei wurden die alten Baue des Wohlverwahrtflözes zur Erschließung mit herangezogen; so wurde z.B. das Klippenflöz durch Querschläge ins Liegende angefahren und entwässert, was die Aus- und Vorrichtung deutlich erleichterte. Das Klippenflöz wurde letztlich im Örterbau abgebaut; dazu wurden Förderstrecken unterhalb der bauwürdigen Partien aufgefahren und von dort aus Rolllöcher bis ins Hangende mit dem bauwürdigen Flöz hochgebrochen. Von den Rollen aus erfolgte der Vortrieb der Örter schwebend bis zur oberen	

		Baugrenze. Der Abbau erfolgte in drei Scheiben, die nacheinander abgebaut wurden. Die Sicherung des Hangenden erfolgte durch Erzpfeiler mit einem Abstand von 10 m (streichend) bzw. 6 m (im Einfallen) zueinander. Ab 1939 wurde auch in der Grube Nammen der Erzbergbau begonnen; der Abbau erfolgte dabei im Wesentlichen nach dem gleichen Schema wie in der Grube Wohlverwahrt. Es gab lediglich kleinere Unterschiede z.B. in der Anzahl der abgebauten Scheiben, der Abmessungen der Baufelder etc.. 1952 wurde eine unterirdische Verbindung zwischen den beiden Gruben hergestellt und nach der Gründung der Barbara Rohstoffbetriebe GmbH (1953) erfolgte die Gesamtförderung ab 1954 über die Grube Nammen. Heute erfolgt der Abbau als streichender Örterbau mit Diagonalstrecken. Von den Diangonalstrecken aus werden die im Streichen verlaufenden Abbauörter mit durchschnittlichen Dimensionen von 5,5 m Höhe und 9 m Breite angesetzt. Dazwischen bleibt ein 4 m starker Pfeiler stehen. **Grube Porta** [1]: Ein erster Abbau erfolgte ab den 1850er Jahren meist am Ausgehenden des Erzes im Tagebau. Vorübergehend wurde auch Tiefbergbau betrieben (z.B. „Pariserstollen“ und alte Grubenbaue unterhalb des Kaiser-Wilhelm-Denkmals) Intensiverer Tiefbergbau erfolgte dann zunächst ab 1897 durch das Anfahren des Erzes über einen westlichen und einen östlichen Stollen; der Abbau wurde dann 1917 wieder eingestellt. Nach Erkundungsarbeiten ab 1935 wurde dann ab 1937 erneut Tiefbergbau betrieben. Dabei wurde das Wittekindflöz unter anderem durch einen versatzlosen, streichenden Strebbau mit schwebendem Verhieb (im Schutze von Sicherheitspfeilern) durchgeführt. Die Pfeiler wurden nachträglich geraubt und das Hangende dadurch planmäßig zu Bruch geworfen. Nach einer kurzen Unterbrechung zwischen 1945 und 1946 wurde der Erzbergbau in der Grube Porta bis 1962 fortgeführt und dann endgültig eingestellt.	
2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	Der Erzbergbau im Nordwestfälischen Jurabezirk hat im Wesentlichen in zwei Hauptgruben (vgl. 2.1) stattgefunden; die Grube Wohlverwahrt-Nammen wird heute noch betrieben. Zudem wurde auch in der kleinen Eisensteingrube Victoria (ein Zusammenschluss von 6 kleineren Bergswerksfeldern) Erzbergbau betrieben. Im Allgemeinen wurde der Tiefbergbau vermutlich bis in Teufen von < 150 m durchgeführt. Der Zentralschacht („Peckelohschacht“) wurde zwar bis in eine Teufe von 317 m abgeteuft; aufgrund eines Wassereinbruchs im Niveau der 1. Sohle wurde der Tiefbergbau jedoch nur etwa im Niveau der Hauptstollen (z.B. Weserstollen) betrieben. Die Grundfläche des Erzbezirks ist hier mit rd. 30 km² abgegrenzt. Abgebaute Mengen nach [1]: Grube Wohlverwahrt-Nammen (noch aktiv): *rd. 22 Mio t (zwischen 1948 und 1984)* Grube Porta: rd. 6 Mio t Erz.	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	[1], [2], [3], [4] **Grube Wohlverwahrt-Nammen** Der Erzabbau hat im Wesentlichen als Tiefbergbau stattgefunden. Ab 1956 wurden im Bereich der Grube Wohlverwahrt-Nammen die oberflächennah vorkommenden Erze auf der „Wülpker Egge“ auch im Tagebau gewonnen. Die ausgeerzten Tagebaue werden *(wurden)* als Mülldeponien verwendet und rekultiviert (vgl. auch 2.7).	

		Grube Porta Der Abbau hat etwa ab den 1850er Jahren zunächst im Tagebau und dann zwischen 1897 und 1962 mit Unterbrechungen auch im Tiefbergbau stattgefunden (vgl. auch 2.7)	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 - 3718 Bad Oeynhausen [3] Erläuterungen GK25 - 3719 Minden [4] Erläuterungen GK25 - 3720 Bückeburg	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_WES_1000, PE_WES_1100, PE_WES_1200, PE_WES_1300, PE_WES_1400	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_WES_1001 WKG_WES_1101 WKG_WES_1103 WKG_WES_1104 WKG_WES_1105 WKG_WES_1201 WKG_WES_1301 WKG_WES_1302 WKG_WES_1401 WKG_WES_1402	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_46676_0 DE_NRW_476_75781 DE_NRW_4_166235 DE_NRW_4_199610 DE_NRW_46_0 DE_NRW_4684_0 DE_NRW_4714_0 DE_NRW_4714_5854 DE_NRW_47144_0 DE_NRW_4_166235 DE_NRW_4_199610 DE_NRW_4592_0 DE_NRW_47192_0 DE_NRW_4724_4938 DE_NRW_4726_0	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

		Erzbezirk-Kennnummer 23	Quellenangabe, Bemerkungen
1	**Allgemeine Angaben**		
1.1	Name des Erzbezirkes	**Egge-Jura-Kreide-Bezirk**	
1.2	Regierungsbezirk	Detmold	
1.3.	Nr. und Name der TK 25	**4119 Horn-Bad Meinberg** **4219 Altenbeken** 4220 Bad Drieburg 4319 Lichtenau 4320 Willebadessen *(nur im Nebensatz)* 4419 Kleinenberg 4420 Peckelsheim *(nur im Nebensatz)*	**fett**: Erwähnung Erz in geol. Erläuterung orange: keine geol. Erläuterung vorhanden grün: keine Erwähnung Erz in geol. Erläuterung
1.4	Kreis/kreisfreie Stadt	Kreise Paderborn und Höxter	
1.5	Naturräumliche Lage	Eggegebirge, Teutoburger Wald	
2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**		
2.1	Hauptgruben	[1] - **Altenbekener Eisenhütte** (Brauneisensteine und Brauneisensteinkonglomerate) - **Anna-Amalie, Teutonia, An der Egge, Margarethes Ruh** (oolithische Braueisensteine)	
2.2	Beschreibung der Lagerstätte	[1], [2], [3], [4] Im Bereich von Altenbeken in Richtung Westen kamen überwiegend Braueisensteinkonglomerate des Neokoms vor. Es handelt sich dabei um Erzlager mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von rd. 1,5 - 2 m (minimal wenige cm bis maximal 4 m). Darüber hinaus sind im Raum Altenbeken nesterförmige Brauneisensteine der Kreide vorhanden, die in Eisenocker und eisenschüssigem Ton eingelagert waren; außerdem traten sie als Spaltenfüllungen bis zu 1 m Mächtigkeit auf (Teufe selten unter 20 m). Zwischen Altenbeken und Warburg (in südlicher Richtung) kommen oolithische Braueisensteinflöze des Lias vor; der Abbau erfolgte im 19. Jhd.. Bei Altenbeken wurde in der Gemarkung „Am Schwarzen Kreuz“ Eisenstein abgebaut; dabei handelte es sich um ein etwa 4 m mächtiges, rotes, oolithisches Eisenerzflöz (Antoniusflöz). Zwischen Neuengeerse und Bonenburg tritt in den Liasschichten eine große Anzahl an Sphärosideritflözen auf; von Interesse war jedoch nur das rd. 5-6 m mächtige, rote Oolithflöz im Mittleren Lias. Diese Erze sollen in der Teutoniahütte (bei Borlinghausen) verschmolzen worden sein.	
2.3	Erzmineralien, abgebaute Erze	Im Wesentlichen wurde Braueisenstein und oolithisches Eisenerz gewonnen. **Hauptelemente: Fe**	
2.4	Mineralparagenese *(hier eigentlich mehr im Sinne von „Begleitmineralen“)*	-	
2.5	Genese	[1] Die Bildung der verschiedenen Erze erfolgte vermutlich metasomatisch.	
2.6	Grober historischer Abriss	[1], [3], [4] Die erste schriftliche Erwähnung der Erzgewinnung stammt aus dem Jahr 1392. Die Eisenhütte oberhalb Altenbeken wurde etwa ab 1610 aufgebaut; ihre Blütezeit erreichte sie etwa ab 1714. Der Bergbau wurde im Wesentlichen 1877 eingestellt; einzelne Gruben wurden danach noch einige Zeit in beschränktem Umfang weiter betrieben.	

2.7	Umfang des Bergbaus (Anzahl Bergwerke, Teufe, Grundfläche)	[1], [3], [4] Der Bergbau im Egge-Jura-Kreidebezirk ging über weite Bereiche oberflächennah um (Pingen). Innerhalb dieser Bereiche lassen sich etwa 5 „Hauptfelder“ abgrenzen (vgl. 2.1). Neben dem oberflächennahen Bergbau wurde auch Tiefbergbau (Querpfeilerbau über Schächte und Abbaustrecken aus) betrieben; die Abbautiefen liegen gemäß [1] bei rd. 26-58 m. Die Grundfläche entspricht nach [1] etwa 85 km²; in der vorliegenden Bearbeitung ist der Egge-Jura-Kreidebezirk mit einer Grundfläche von rd. 73 km² abgegrenzt.	
2.8	Art des Abbaus (Pingen, Stollenabbau, Tagebau, Tiefbergbau)	siehe 2.7	
2.9	Literatur	[1] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [2] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 - 4119 Horn-Bad Meinberg [4] Erläuterungen GK25 - 4219 Altenbeken	
3	**Wasserwirtschaftliche Daten**		
3.1	Betroffene Planungseinheit(en)	PE_DIE_1000 PE_LIP_1900 PE_LIP_2000 PE_WES_1700 PE_WES_1800	
3.2	Betroffene Wasserkörpergruppe(n)	WKG_DIE_1001 WKG_DIE_1002 WKG_LIP_1904 WKG_LIP_2005 WKG_LIP_2007 WKG_LIP_2008 WKG_WES_1703 WKG_WES_1802	
3.3	Betroffene Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_27816_12800 DE_NRW_278162_0 DE_NRW_278284_25600 DE_NRW_2782842_0 DE_NRW_278286_23731 DE_NRW_2782862_0 DE_NRW_4436_0 DE_NRW_4438_0 DE_NRW_44382_6400 DE_NRW_452_42243 DE_NRW_45216_0 DE_NRW_45216_6070 DE_NRW_4524_0 DE_NRW_4526_0 DE_NRW_4526_15400 DE_NRW_45262_0 DE_NRW_45264_0 DE_NRW_456_42128	
3.4	Bereits getroffene Maßnahmen		

Legende

- verwendete GÜS-Messstelle mit Bezeichnung
- Verdachtspunkt mit Bezeichnung
- LANUV-Probenahmepunkt mit Bezeichnung
- Kreisgrenze
- Oberflächenwasserkörper
- Erzrevier
- Gewässer

N

DE_NRW_2824_25253

DE_NRW_28244_0

DE_NRW_28246_0

117602

AC 3

026256

AC 2

117500

DE_NRW_2824_28252

117183

DE_NRW_282816_2470

DE_NRW_28244_3400

113906

DE_NRW_28248_13190

DE_NRW_2824_37936

Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk

116907

DE_NRW_28244_5800

AC1/2

AC 1

AC1/1

DE_NRW_28248_16990

DE_NRW_28242_0

DE_NRW_2824_41524

AC 4

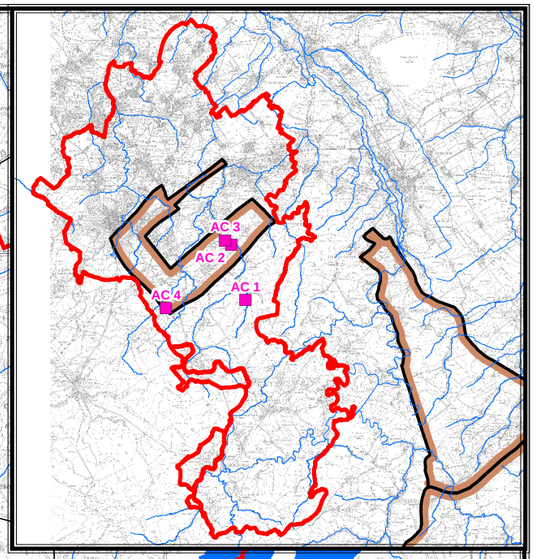
DE_NRW_282446_0

DE_NRW_282348_0

116609

DE_NRW_282442_0

DE_NRW_28234_15900



**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Lage der Verdachtspunkte, der verwendeten GÜS-Messstellen und der LANUV-Probenahme-punkte - Städtregion Aachen

Anlage 4.1

entworfen : FM gezeichnet : WA geprüft :	Datum: 14.09.2012	Änderungen:	Maßstab 1:50.000	Projektzeichen: ERZ

D:\ERZ\gis\mxd\Berichte\204\Anl_04.1_lage_aachen.mxd

IHS

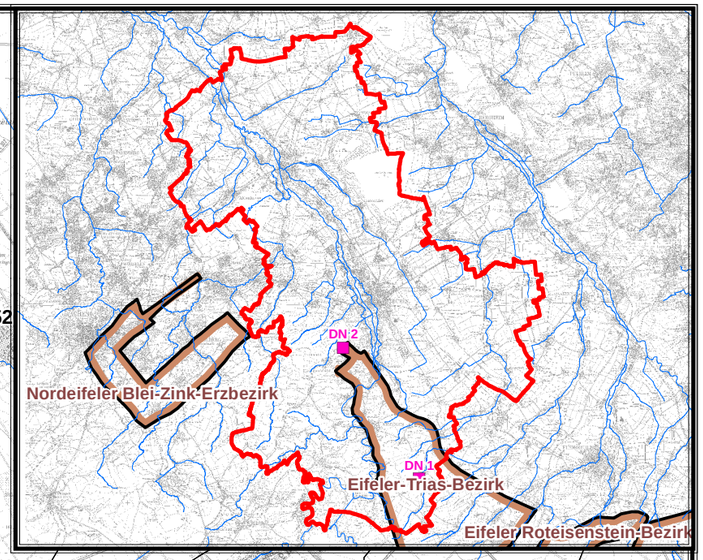
ahu AG Wasser Boden Geomatik

Legende

- verwendete GÜS-Messstelle mit Bezeichnung
- LANUV-Probenahmepunkt mit Bezeichnung
- Verdachtspunkt mit Bezeichnung
- Oberflächenwasserkörper
- Kreisgrenze
- Erzrevier
- Gewässer

N

DE_NRW_28238_0
DE_NRW_28238_0
DE_NRW_282372_0
DE_NRW_282386_4595
151701
DE_NRW_282384_0
DE_NRW_282372_0
DE_NRW_2823792_0
DE_NRW_28252_152
DE_NRW_282384_5646
DN2
104085
DE_NRW_28238_0
DE_NRW_282372_3520
DE_NRW_282372_5184
DE_NRW_28248_13190
DE_NRW_28244_5800
DE_NRW_274632_0
DE_NRW_274632_2619
DE_NRW_282_73740
DE_NRW_28237922_0
DE_NRW_282_88620
DE_NRW_28248_16990
DE_NRW_282348_0
DE_NRW_282446_0
DE_NRW_27462_0
DE_NRW_28237922_6463
DE_NRW_27462_4100
DE_NRW_2744_7419
DE_NRW_282442_0
DE_NRW_2746_34012
Eifeler-Trias-Bezirk
143303
DE_NRW_28234_0
DE_NRW_282_90630
DE_NRW_27446_0
143509
DE_NRW_2746_37812
DE_NRW_2744_21700
DE_NRW_27446_9000
DN1
143250
DE_NRW_28234_15900
DE_NRW_282_108900
143200
DE_NRW_28232_0
DE_NRW_27446_11900
DE_NRW_28234_17500



Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Lage der Verdachtspunkte, der verwendeten GÜS-Messstellen und der LANUV-Probenahme-punkte - Kreis Düren

Anlage 4.2

entworfen : FM gezeichnet : WA geprüft :	Datum: 14.09.2012	Änderungen:	Maßstab 1:70.000	Projektzeichen: ERZ

ahu AG Wasser Boden Geomatik

N:\projekte\map\Berg\12041\Anl_04.2_dge_dueren.mxd

Legende

- verwendete GÜS-Messstelle mit Bezeichnung
- LANUV-Probenahmepunkt mit Bezeichnung
- Verdachtspunkt mit Bezeichnung
- Erzrevier
- Kreisgrenze
- Oberflächenwasserkörper
- Gewässer

N

DE_NRW_2744_21700

DE_NRW_274_73324

DE_NRW_274194_0

DE_NRW_27448_0

DE_NRW_2744_25800

DE_NRW_27448_8100

DE_NRW_274186_0

DE_NRW_27428_9655

DE_NRW_27442_0

Eifeler-Trias-Bezirk

140302

DE_NRW_27416_0

EU 2

DE_NRW_2744_29900

EU 1

139907

DE_NRW_27448_16307

DE_NRW_27418_7000

DE_NRW_274_81699

DE_NRW_27426_8625

Eifeler Roteisenstein-Bezirk

DE_NRW_27414_0

DE_NRW_2822_8176

DE_NRW_2822_19575

**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Lage der Verdachtspunkte, der verwendeten GÜS-Messstellen und der LANUV-Probenahme-punkte - Kreis Euskirchen

Anlage 4.3

entworfen : FM	Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet : WA	14.09.2012		1:50.000	ERZ
geprüft :				

ahu AG Wasser Boden Geomatik

P:\Erzbergbau\Belastungsbericht_12047\Anl_04_3_lage_euskirchen.mxd

Legende

- Kreisgrenze
- Verdachtspunkt mit Bezeichnung
- verwendete GÜS-Messstelle mit Bezeichnung
- LANUV-Probenahmepunkt mit Bezeichnung
- Erzrevier
- Oberflächenwasserkörper
- Gewässer

N

Maßstab 1:100.000

Warstein-Suttroper Roteisensteinbezirk

DE_NRW_27624

DE_NRW_276246_0

DE_NRW_27622_0

DE_NRW_27824_15600

DE_NRW_44_66559

626600

HSK 1

HSK 2

626405

HSK 1

Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk

DE_NRW_4432_0

DE_NRW_4434_13258

Diemel

HSK 3

HSK 2

HSK 1

HSK 4

HSK 12

HSK 8

HSK 6

HSK 10

HSK 9

HSK 11

HSK7

DE_NRW_2762_0

DE_NRW_2762_11521

DE_NRW_27626_895

DE_NRW_276268_0

DE_NRW_276_141841

401808

DE_NRW_2761794_0

DE_NRW_276_144258

401602

DE_NRW_27618_0

HSK-3

401535

Nordbergischer/Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk

DE_NRW_276_151034

411309

DE_NRW_276_189986

411802

DE_NRW_276_176675

411206

DE_NRW_276_198235

Briloner Roteisensteinbezirk

412200

DE_NRW_276116_0

DE_NRW_442_0

686025

DE_NRW_27612_0

410408

HSK 4

HSK13/1

HSK13/2

HSK 13

HSK 12

411607

HSK5

HSK 5

DE_NRW_276134_0

DE_NRW_2761162_0

686426

HSK10

HSK 10

DE_NRW_276156_0

DE_NRW_276146_0

HSK8

DE_NRW_27612_7005

HSK9/2

DE_NRW_27614_2086

HSK6

412211

HSK 8

HSK 9

411504

HSK 6

412168

Ramsbecker Erzbezirk

HSK9/1

DE_NRW_276118_0

411103

DE_NRW_2761162_2000

HSK11

410305

DE_NRW_276_200598

HSK 11

DE_NRW_276114_0

411954

DE_NRW_27614_8429

DE_NRW_276146_9902

DE_NRW_276184_5407

DE_NRW_276188_9050

DE_NRW_27612_9005

DE_NRW_276122_0

DE_NRW_276114_7870

DE_NRW_276146_12510

415807

DE_NRW_276142_0

HSK 7

DE_NRW_276188_11300

DE_NRW_2761222_0

DE_NRW_276

DE_NRW_276114_10826

DE_NRW_2761144

DE_NRW_276188_2275

DE_NRW_276442_0

415900

DE_NRW_2766_56576

Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Lage der Verdachtspunkte, der verwendeten GÜS-Messstellen und der LANUV-Probenahme-punkte - Hochsauerlandkreis

Anlage 4.4

entworfen : FM gezeichnet : WA geprüft :	Datum: 14.09.2012	Änderungen:	Maßstab 1:75.000	Projektzeichen: ERZ	

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

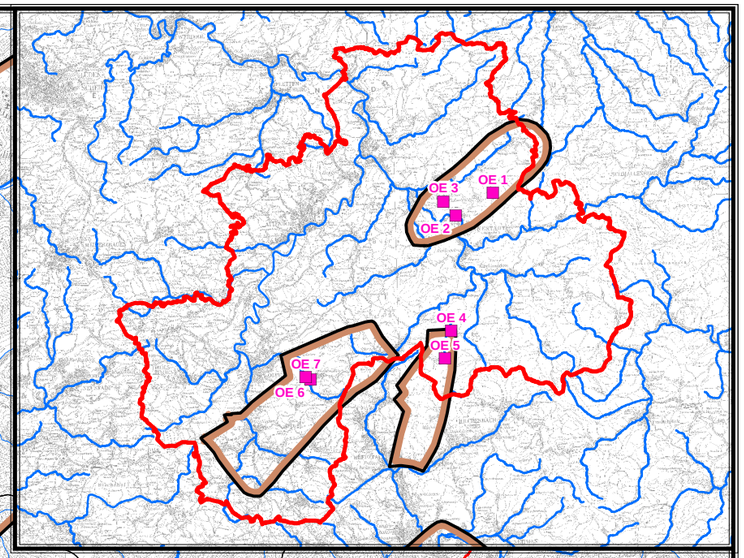
Bezugsystem: ETRS89/UTM Zone 32N | Quelle: Geobasis NRW | Bearbeitung: ahu AG, 2012 | Anl. 04.4_lage_verdachtspunkte_Hochsauerlandkreis_m20

Legende

- verwendete GÜS-Messstelle mit Bezeichnung
- LANUV-Probenahmepunkt mit Bezeichnung
- Verdachtspunkt mit Bezeichnung
- Erzrevier
- Oberflächenwasserkörper
- Kreisgrenze
- Gewässer

N

DE_NRW_276 899
DE_NRW_2 56576
0
DE_NRW_276652_0
DE_NRW_276652_4283
DE_NRW_2766_69899
DE_NRW_2766_73585
DE_NRW_27664_0
DE_NRW_2766_75651
DE_NRW_27664_4059
DE_NRW_27664_7906
DE_NRW_276648_0
DE_NRW_276638_5625
DE_NRW_276646_0
DE_NRW_27664_11636
DE_NRW_276638_0
DE_NRW_276636_0
DE_NRW_276634_0
431205
431254
421303
Meggen Schwefelkiesbezirk
431126
OE 1
OE 3
431138
421182
421121
OE 2
421110
DE_NRW_2766_77895
DE_NRW_27662_0
DE_NRW_428132_0
DE_NRW_42812_0
DE_NRW_276624_0
DE_NRW_276626_0
OE4/2
OE4/1
OE 4
OE5/2
OE5/1
OE 5
DE_NRW_2766286_0
DE_NRW_276628_0
432702
DE_NRW_276642_0
DE_NRW_276644_0
Olpener Erzbezirk
Müsener Erzbezirk
OE 7
OE 6
DE_NRW_272146_0
432635
DE_NRW_27664_27627
SI7
DE_NRW_27214_4630



**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Lage der Verdachtspunkte, der verwendeten GÜS-Messstellen und der LANUV-Probenahme-punkte - Kreis Olpe

Anlage 4.5

entworfen : FM gezeichnet : WA geprüft :	Datum: 14.09.2012	Änderungen:	Maßstab 1:75.000	Projektzeichen: ERZ	

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

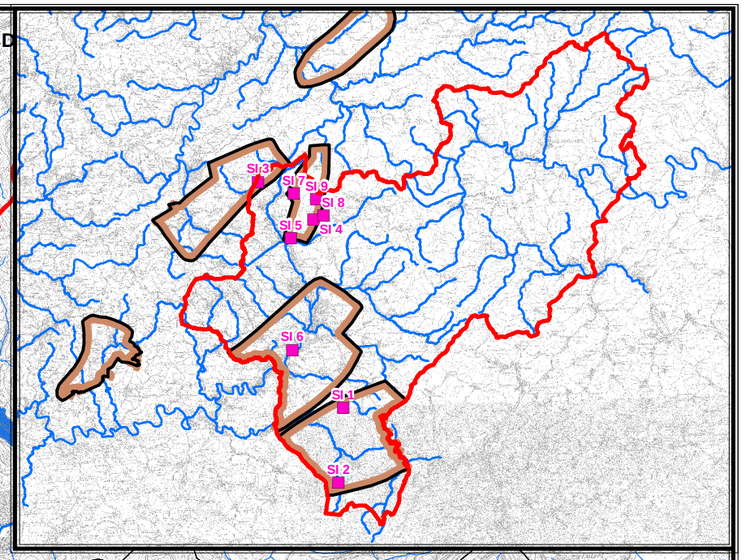
p:\ERZ\Gesamtmap\Bericht_1204\Anl_04_5_lage_olpe.mxd

Legende

- verwendete GÜS-Messstelle mit Bezeichnung
- LANUV-Probenahmepunkt mit Bezeichnung
- Verdachtspunkt mit Bezeichnung
- Kreisgrenze
- Erzrevier
- Oberflächenwasserkörper
- Gewässer

N

DE_NRW_276628_0
DE_NRW_276628_0
OE5/1
DE_NRW_2766286_0
RW_276642_0
SI 3
432635
SI7
SI 7
DE_NRW_272146_0
453900
SI 9
irk
Müsener Erzbezirk
SI 8
DE_NRW_27214_4630
SI 4
453225
2766416_0
453201
021003
SI 5
453304
453250
453407
DE_NRW_2721468_0
DE_NRW_272138_2000
DE_NRW_428_171849
DE_NRW_272136_0
DE_NRW_272134_4800
DE_NRW_272148_0
DE_NRW_27214_0
DE_NRW_272148_2410
DE_NRW_272138_0
DE_NRW_272134_2980
DE_NRW_272134_0
DE_NRW_272174_6200
DE_NRW_272_136860
DE_NRW_272186_2690
DE_NRW_272174_0
DE_NRW_27216_0
Siegener Spateisensteinbezirk
DE_NRW_272186_0
DE_NRW_272178_0
DE_NRW_272_124250
SI 6
Sieg
DE_NRW_272_120650451150
DE_NRW_272_129180
DE_NRW_272176_0DE_NRW_272176_0
DE_NRW_272_129180
DE_NRW_272_124250
DE_NRW_27216_5790
Siegener Spateisensteinbezirk
DE_NRW_272176_0
457905
457802
DE_NRW_27226_0
SI 1
DE_NRW_2722_11200
Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk
DE_NRW_2722_13760
457670
457632
SI 2
DE_NRW_27222_0
DE_NRW_25842_4399
457607
DE_NRW_258422_0



Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Lage der Verdachtspunkte, der verwendeten GÜS-Messstellen und der LANUV-Probenahme-punkte - Kreis Siegen-Wittgenstein

Anlage 4.6

entworfen : FM	Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet : WA	14.09.2012		1:75.000	ERZ
geprüft :				

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

\ERZ\ziele\bwp_nrw_2021\arc_04_erz\erz_siegen_wittgenstein.mxd

DE_NRW_276_82139
DE_NRW_27656_0
DE_NRW_276544_0
DE_NRW_27654_0
DE_NRW_2764_0
DE_NRW_27652_0
418602
DE_NRW_27648_0
DE_NRW_276542_0
DE_NRW_27646_0
DE_NRW_2764_6835
DE_NRW_2764_9815
Nordbergischer/Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk
DE_NRW_27654_8409
DE_NRW_27648_6464
DE_NRW_2766_0
MK 1
DE_NRW_276542_2000
DE_NRW_27648_8000
DE_NRW_276484_0
DE_NRW_276696_0
DE_NRW_2766_12098
DE_NRW_276484_2335
DE_NRW_27654_13422
DE_NRW_2764_11990
DE_NRW_27618_10213
DE_NRW_276444_0
DE_NRW_27648_9889
DE_NRW_2766_0
DE_NRW_276696_3540
DE_NRW_276186_0
DE_NRW_276484_5790
DE_NRW_2766_19205
p:\ERZ\gis\esrimap\Bericht_1204\Anl_04_8_lage_oberbergischer.mxd
DE_NRW_276184_0
DE_NRW_276188_2275
415900
DE_NRW_2766_23033
DE_NRW_2766_25134
DE_NRW_276694_0
DE_NRW_2764_25546
DE_NRW_27644_0
DE_NRW_276694_5228
DE_NRW_276188_9050
DE_NRW_276184_5407
DE_NRW_2766_27386
DE_NRW_2764_27546
DE_NRW_276442_0
DE_NRW_276698_2924
415807
DE_NRW_276184_7406
N
DE_NRW_2766_33231
DE_NRW_2766_43953
MK 2
DE_NRW_2766_56576
DE_NRW_2766_49634
023450
421900
DE_NRW_27668_0
DE_NRW_276686_0
DE_NRW_27666_0

Legende

- Kreisgrenze
- verwendete GÜS-Messstelle mit Bezeichnung
- LANUV-Probenahmepunkt mit Bezeichnung
- Verdachtspunkt mit Bezeichnung
- Erzrevier
- Oberflächenwasserkörper
- Gewässer

Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Lage der Verdachtspunkte, der verwendeten GÜS-Messstellen und der LANUV-Probenahme-punkte - Märkischer Kreis

Anlage 4.7

entworfen : FM	Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet : WA	14.09.2012		1:75.000	ERZ
geprüft :				

p:\ERZ\gis\esrimap\Bericht_1204\Anl_04_7_lage_oberbergischer.mxd

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

Legende

- verwendete GÜS-Messstelle mit Bezeichnung
- LANUV-Probenahmepunkt mit Bezeichnung
- Verdachtspunkt mit Bezeichnung
- Erzrevier
- Kreisgrenze
- Oberflächenwasserkörper
- Gewässer

N

DE_NRW_2736_64866
DE_NRW_276888_7740
301437
DE_NRW_2736_66964
DE_NRW_273638_0
Wupper
DE_NRW_2736_71895
OBK 2
DE_NRW_27362_1760
DE_NRW_273634_0
DE_NRW_2736_87802

DE_NRW_27688_31495
DE_NRW_273618_5610
OBK 1
283101
DE_NRW_273614_0
DE_NRW_273618_0
DE_NRW_273612_2037
283800
Wupper
DE_NRW_2736_95381
DE_NRW_273616_0
DE_NRW_272884_0
DE_NRW_27288_21069

DE_NRW_2768_480
2814_3387
DE_NRW
272814_0
DE_NRW_2728_60
28_56160

OBK 2
OBK 1
OBK 6
OBK 9
OBK 10
OBK 3
OBK 4
OBK 7
OBK 8
OBK 5
OBK 11
OBK 12
OBK 13
OBK 14

DE_NRW_2728848_0
DE_NRW_27288_21069
DE_NRW_2728854_3500
DE_NRW_272838_0
DE_NRW_272818_0
201509
208607
OBK 6
208700
201959
OBK 10
DE_NRW_27282_0
DE_NRW_276644_0
DE_NRW_272886_0
DE_NRW_2728854_0
203105
OBK 9
203701
DE_NRW_2728_29048
203506
DE_NRW_2728_44322
DE_NRW_272848_0
201467
Olpener Erzbezirk
OBK 3
204201
OBK 4
204171
OBK 7
207500
DE_NRW_27282_4877
p:\ERZ\gis\esri\map\Bericht_1204\Anl_04_9_lage_rhein_berg.mxd
204195
OBK5/2
OBK 5
DE_NRW_272872_0
OBK5/1
DE_NRW_27288_10626
DE_NRW_27284_0
207603
OBK 8
DE_NRW_272846_4700
DE_NRW_272846_0
DE_NRW_27664_31738
OBK 11
DE_NRW_27284_25705
206301
206374
DE_NRW_27284_19916
OBK 12
OBK 13
DE_NRW_27284_6890
DE_NRW_27284_15260
DE_NRW_27284_16545
DE_NRW_27264_0

DE_NRW_272844_0
DE_NRW_272384_3500
DE_NRW_272384_0
OBK 14
DE_NRW_27238_12867
279201
DE_NRW_27266_0
DE_NRW_27238_7255
Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirk
DE_NRW_27256_0
DE_NRW_27252_6265
279250
DE_NRW_272_23633
219708
27274_7448
DE_NRW_2726_14085
DE_NRW_272664_0
DE_NRW_27266_0
DE_NRW_2726_0
DE_NRW_27256_0
DE_NRW_272_23633
DE_NRW_272844_0
DE_NRW_272384_3500

Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Lage der Verdachtspunkte, der verwendeten GÜS-Messstellen und der LANUV-Probenahme-punkte - Oberbergischer Kreis

Anlage 4.8

entworfen : FM gezeichnet : WA geprüft :	Datum: 14.09.2012	Änderungen:	Maßstab 1:100.000	Projektzeichen: ERZ	

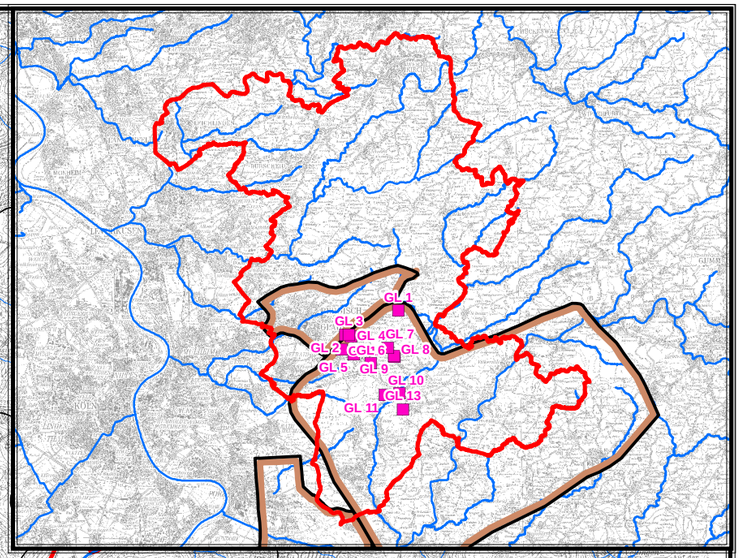
p:\ERZ\gis\esri\map\Bericht_1204\Anl_04_9_lage_oberbergischer.mxd

Legende

- verwendete GÜS-Messstelle mit Bezeichnung
- LANUV-Probenahmepunkt mit Bezeichnung
- Verdachtspunkt mit Bezeichnung
- Kreisgrenze
- Erzrevier
- Oberflächenwasserkörper
- Gewässer

N

NRW_273686_0
DE_NRW_2728854_6500
DE_NRW_2728854_3500
DE_NRW_273568_10424
210924
210948
DE_NRW_273688_6927
DE_NRW_273688_10018
Eisenerzbezirk Paffrather Kalkmulde
DE_NRW_273568_7124
GL 1
DE_NRW_2728854_0
225708
DE_NRW_2_639268
GL 2 GL 3
GL 4
DE_NRW_273568_0
GL 12
GL 5
GL 7
GL 9
GL 8
GL 6
DE_NRW_27356_0
226300
DE_NRW_273566_2300
DE_NRW_273566_0
GL 6
DE_NRW_27288_10626
211606
211709
GL 11
GL 10
DE_NRW_27356_8840
Bensberger Erzbezirk
211801
GL 13
DE_NRW_27356_4875
DE_NRW_2728_0
DE_NRW_272886_0
DE_NRW_27288_0
DE_NRW_2_639268
DE_NRW_2735312_380
Niederrheinischer Eisensteinbezirk
DE_NRW_2735312_0
DE_NRW_2735312_0



Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Lage der Verdachtspunkte, der verwendeten GÜS-Messstellen und der LANUV-Probenahme-punkte - Rheinisch-Bergischer Kreis

Anlage 4.9a

entworfen : FM gezeichnet : WA geprüft :	Datum: 14.09.2012	Änderungen:	Maßstab 1:50.000	Projektzeichen: ERZ	

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

K:\ERZ\Gis\mxd\Belastungsquellen_120dpi.mxd

Legende

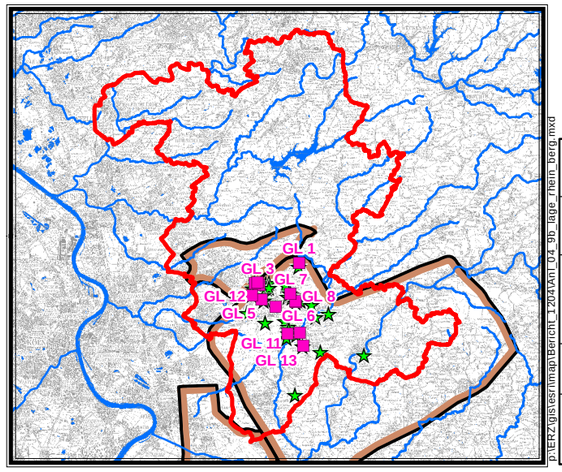
- Probenahmestelle Zusatzuntersuchung
- verwendete GÜS-Messstelle mit Bezeichnung
- LANUV-Probenahmepunkt mit Bezeichnung
- Verdachtspunkt mit Bezeichnung
- Kreisgrenze
- Erzrevier
- Oberflächenwasserkörper
- Gewässer

N

Eisenerzbezirk Paffrather Kalkmulde

SML 24 Blücher
GL 2
GL 3
SML 33/34 Blücher
DE_NRW_273568_7124
SML 27 Blücher
GL 4
SML 39 Blüch
SML 28 Blücher
NFH Blücher
SML 21 Norma
DE_NRW_273568_0
SML 22 Blücher
SML 4
DE_NRW_273566_2300
GL 12
SML 18 DHG/Idria
SML 46/47 Jungfrau

SML 59 Berzelius
GL 7
SML 61 Berzelius
WH Berzelius
SML 64 Ehrenfeld
SML 63 Berzelius
DE_NRW_27288_10626
Bensberger Erzbezirk
GL 9
SML 67 Aptel
SML 118 Ehrenfeld
SML 119 Ehrenfeld
GL 8
SML 69 Ehrenfeld



p:\ERZ\gis\esri\map\Bericht_1_2014\Kart_04_96_lage_rhein_berg.mxd

**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

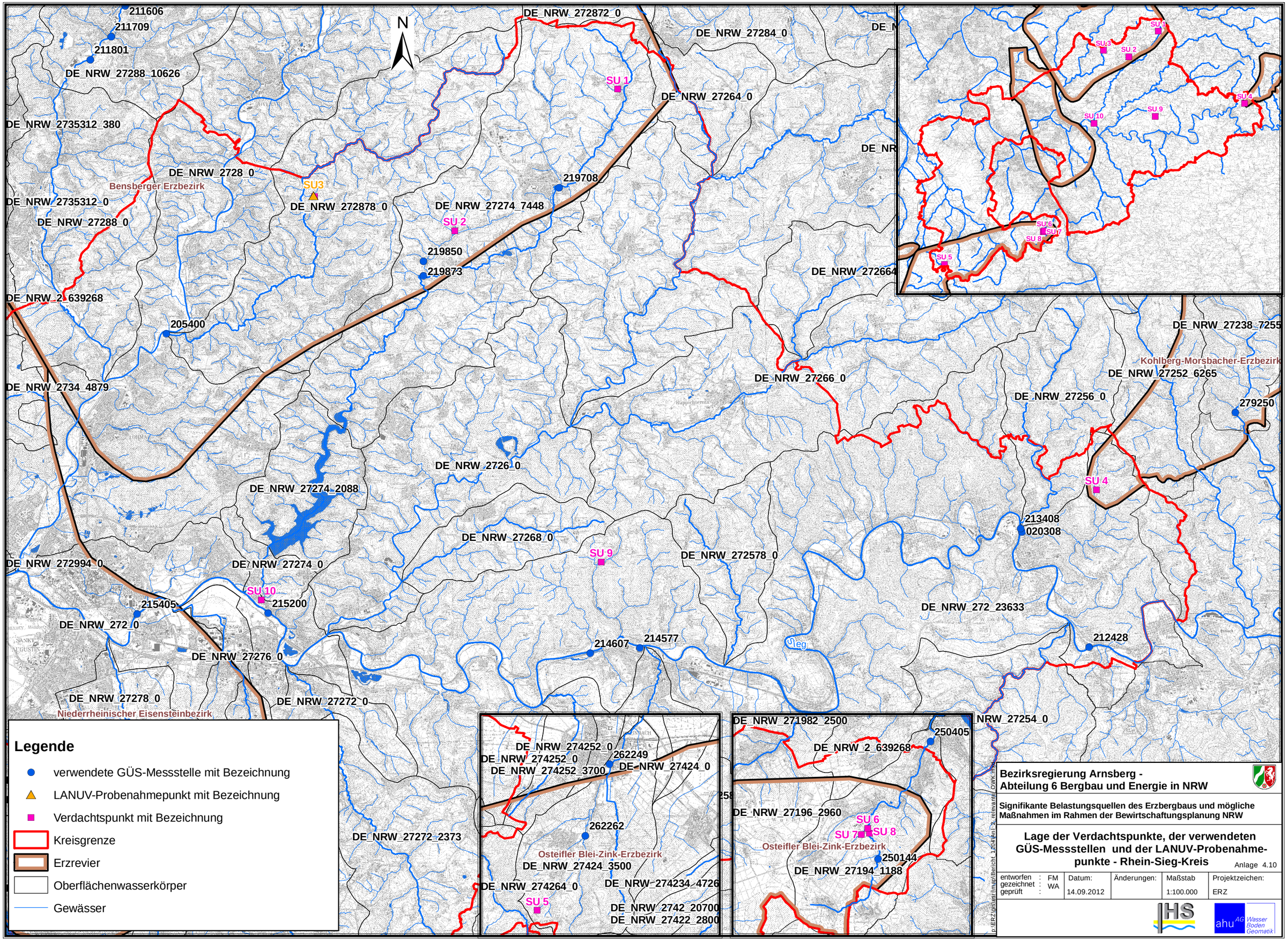
Lage der Probenahmestellen Zusatzuntersuchungen - Rheinisch-Bergischer Kreis

Anlage 4.9b

entworfen : FM gezeichnet : WA geprüft :	Datum: 14.09.2012	Änderungen:	Maßstab 1:7.500	Projektzeichen: ERZ	

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik



Legende

- verwendete GÜS-Messstelle mit Bezeichnung
- LANUV-Probenahmepunkt mit Bezeichnung
- Verdachtspunkt mit Bezeichnung
- Kreisgrenze
- Erzrevier
- Oberflächenwasserkörper
- Gewässer

Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Lage der Verdachtspunkte, der verwendeten GÜS-Messstellen und der LANUV-Probenahme-punkte - Rhein-Sieg-Kreis

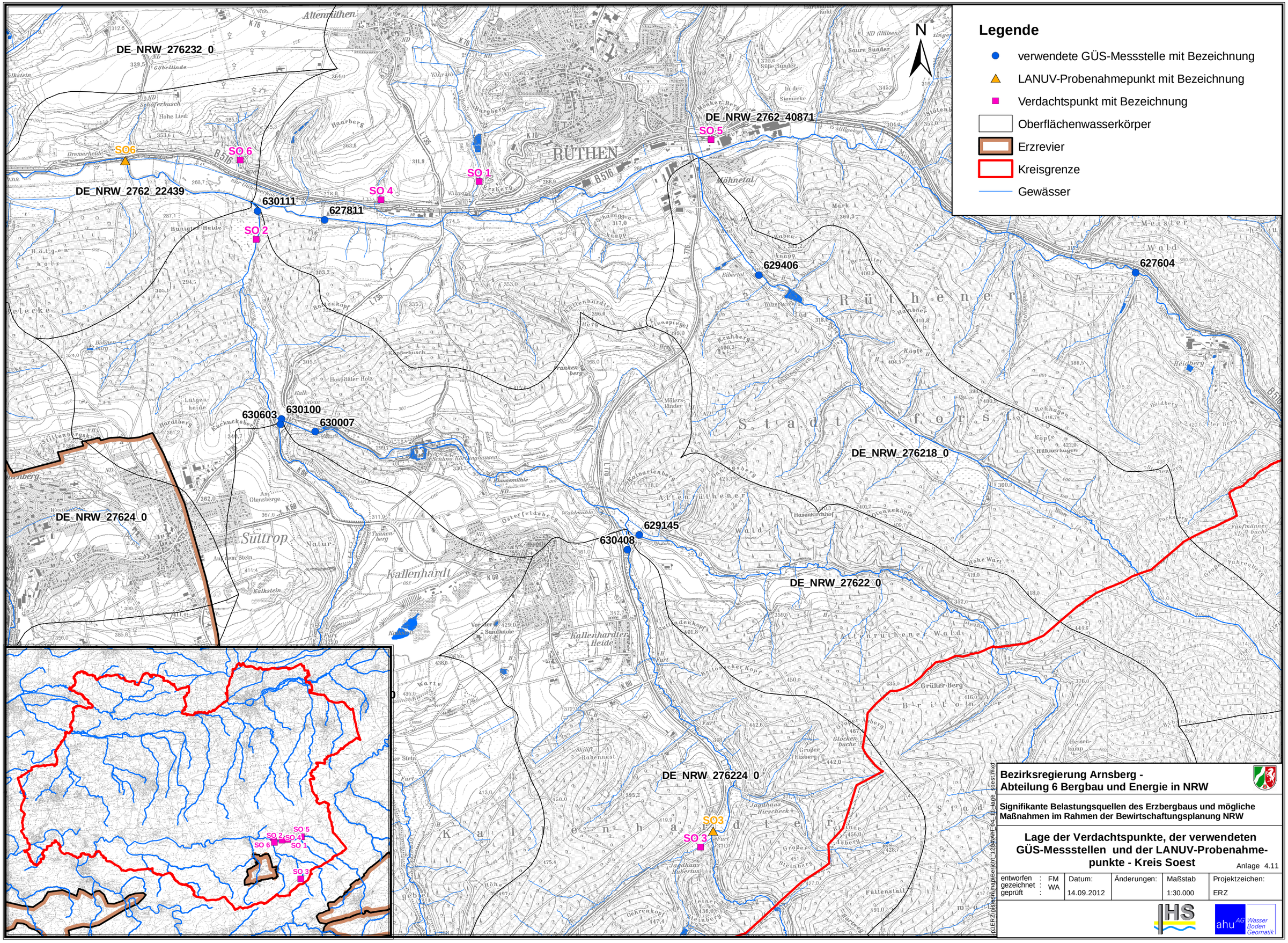
Anlage 4.10

entworfen : FM	Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet : WA	14.09.2012		1:100.000	ERZ
geprüft :				

p:\ERZ\gis\esri\mapr\Bericht_1.2014\n17_relevante_OWK.mxd

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik


Legende
verwendete GÜS-Messstelle mit Bezeichnung
LANUV-Probenahmepunkt mit Bezeichnung
Verdachtspunkt mit Bezeichnung
Oberflächenwasserkörper
Erzrevier
Kreisgrenze
Gewässer
N
DE_NRW_276232_0
DE_NRW_2762_40871
DE_NRW_2762_22439
DE_NRW_27624_0
DE_NRW_276218_0
DE_NRW_27622_0
DE_NRW_276224_0
SO 1
SO 2
SO 3
SO 4
SO 5
SO 6
SO6
630111
627811
630603
630100
630007
629406
627604
629145
630408
RÜTHEN
Altenrüthen
Suttrop
Kallenhardt
Kallenhardter Heide
Rüthener Stadtforst
Altenrüthener Wald
Brilon
Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW
Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW
Lage der Verdachtspunkte, der verwendeten GÜS-Messstellen und der LANUV-Probenahme-punkte - Kreis Soest
Anlage 4.11
entworfen : FM
gezeichnet : WA
geprüft :
Datum: 14.09.2012
Änderungen:
Maßstab 1:30.000
Projektzeichen: ERZ
HS
ahu AG Wasser Boden Geomatik
I:\ERZ\Gis\mxd\Bericht_120\Anl_04_11_lage_soest.mxd

Belastungsquelle Objekt ID EU 2	Grube Mechernicher Bleiberg (Pb)	Burgfeyer Stollen

1	Allgemeine Angaben				
1.1	Erzrevier	**Eifeler Trias-Bezirk**			
1.2	Regierungsbezirk	Köln	1.7	Gewässer (Einleitung)	Veybach
1.3	Kreis	Euskirchen	1.8	Gewässer (WRRL)	Veybach
1.4	Ortschaft	Mechernich	1.9	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_27418_7000
1.5	TK25 / DGK5	5406 /5405-06	1.10	Wasserkörpergruppe	WKG_ERF_1203
1.6	Rechtswert/Hochwert	2547729/5606462	1.11	Planungseinheit	PE_ERF_1200

2	Lagerstätten-/Bergbaudaten	
2.1	Name der Grube /des Grubenfeldes	Meinertzhagener Bleiberg, Günnersdorf.
2.2	Beschreibung der Lagerstätte / abgebaute Erze	s. Revierbeschreibung 02 Eifeler Trias-Bezirk
2.3	Schwermetallspektrum	**Hauptelemente: Pb** **Nebenelemente: Zn, Ni, Cu, Fe, Co, V**
2.4	Grober historischer Abriss und Aufbau der Grube	s. Revierbeschreibung 02 Eifeler Trias-Bezirk Der Burgfeyer Stollen wurde zu Beginn des 19. Jahrhunderts begonnen (1806/07) und wurde im Rahmen der Erweiterung der Abbaufelder sukzessive nach Westen vorgetrieben. Zu Beginn des 20. Jhd. wurde das Westfeld zu Erkundungszwecken aufgeschlossen; 1957 wurde der Bergbau am Mechernicher Bleiberg eingestellt. Die an den Burgfeyer Stollen hydraulisch angeschlossenen Grubenbereiche des Mechernicher Bleibergs lassen sich wie folgt gliedern: - Ostfeld: Hauptabbaubereich mit Einstichfeldern des Uraltbergbaus, Großtagebauen und Abbaufeldern des Tiefbergbaus. - Westfeld: Reservebereich, der durch mehrere Strecken aufgeschlossen aber nicht abgebaut wurde (rd. 108 ha). - Im Bereich des ehemaligen Tagebaus Virginia wurde die Zentraldeponie des Kreises Euskirchen eingerichtet (84 ha). - Auf dem Gelände des ehemaligen Tagebaus Günnersdorf liegt heute eine Kaserne der Bundeswehr. - Der Tagebau Kallmuther Berg steht heute noch offen; in den Böschungs- und Sohlbereichen bestehen Verbindungen zu den untertägigen Grubenbauen. - In den übrigen Bereichen wurde umfangreicher Tiefbergbau betrieben; die Geländeoberfläche ist in diesen Bereichen intensiv verbrochen und gegen Betreten gesichert (z.B. Resshecke); es bestehen umfangreiche Wegsamkeiten in die untertägigen Resthohlräume.
2.5	Umfang des Bergbaus	Der Burgfeyer Stollen erreicht zwischen Stollenmundloch und dem Westfeld eine Länge von rd. 7,5 km. Die Abbaubereiche des Ostfeldes erstrecken sich über eine Fläche von rd. 320 ha. Die Großtagebaue erreichten eine Teufe bis zu rd. 80 m (Bachrevier); der Tiefbergbau wurde bis in Teufen zwischen 100 und 150 m geführt.
2.6	Entwässerung der Grubenbaue	Die Entwässerung des gesamten Abbaufeldes erfolgt zentral über den Burgfeyer Stollen; das Einzugsgebiet umfasst das Ostfeld, das Westfeld sowie die unmittelbar angrenzenden Bereiche (u.a. tieferes Fließsystem Oberer Buntsandstein, Devon [4]). Der Wasserzulauf am Stollenmundloch beträgt gemäß [4] im Mittel 300 l/s; zwischen 55 und 65% der Wasserzuläufe entstammen dem Westfeld (rd. 180 l/s). Der Burgfeyer Stollen bewirkt heute u.a., dass die Deponie des Kreises Euskirchen ohne technische Zusatzmaßnahmen oberhalb des Grundwasserspiegels liegt.
2.7	Halden, Spülteiche	Die Großtagebaue Bachrevier und Günnersdorf wurden mit den Rückständen aus der Aufbereitung verfüllt (Flotationssande). In den 1980'er Jahren wurden umfangreiche Flächen mit Bodenmaterial abgedeckt und bepflanzt, um die Auswehungen Schwermetall-belasteter Stäube zu unterbinden.

2.8	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 -5405 Mechernich [3] Schalich et al. (1986): Die Bleierzlagerstätte Mechernich - Grundlage des Wohlstandes, Belastung für den Boden. [4] Mair (2002): Hydrogeologie, Hydrochemie und Isotopie der Grund- und Grubenwässer im Einzugsgebiet des Burgfeyer Stollens bei Mechernich/Eifel.
3	**Belastungssituation**	
3.1	Belastungspfade	Grubenwasseraustritte aus dem Burgfeyer Stollen in den Veybach.
3.2	Konzentrationen/Frachten	Folgende Daten zum Frachtaustrag aus dem Burgfeyer Stollen wurden vom Erftverband zur Verfügung gestellt: Zink : 31,2 t/a Nickel : 13,5 t/a Kobalt : 5,5 t/a Arsen : 552 kg/a Blei: 219 kg/a Cadmium : 85 kg/a Das im Westfeld dem Stollen zutretende Wasser weist eine deutlich geringe Schwermetallbelastung auf.
3.3	Auswirkungen	Die Belastungen aus dem Burgfeyer Stollen führen sowohl im direkt betroffenen Oberflächenwasserkörper DE_NRW_27418_7000 als auch in weiteren Oberflächenwasserkörpern stromabwärts zu einem „nicht guten“ chemischen Zustand aufgrund von Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen für Cadmium und Nickel. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird auch der Zustand Ökochemie massiv durch die Belastungen aus dem Burgfeyer Stollen geprägt. Gewässerökologie: deutliche Verringerung der Taxazahl unterhalb der Belastung, Crustacea fallen unterhalb der Belastung vollständig aus
4	**Maßnahmen**	
4.1	Bereits getroffene Maßnahmen	Abdeckung und Bepflanzung der Sandhalden im Bachrevier; Erarbeitung eines Sanierungskonzeptes durch den Erftverband ("Arbeitskreis Burgfeyer Stollen") Betrieb einer Pilotanlage zur Aufbereitung des Grubenwassers am Mundloch des Burgfeyer Stollens durch den Erftverband
4.2	Zielsetzung weiterer Maßnahmen	- Minimierung der Sickerwasserneubildung, - Reduzierung der Schwermetalleinträge in den Veybach
4.3	Maßnahmenvorschlag	Ein Sanierungskonzept wurde durch den Erftverband erarbeitet: 1. Abtrennung der gering belasteten starken Wasserzuläufe aus dem Westfeld durch Herstellung einer hydraulischen Verbindung zwischen Burgfeyer Stollen und einem Bundeswehrstollen. 2. Einrichtung einer Erddeponie im Tagebau Kallmuther Berg zur Reduzierung der Sickerwasserneubildung (das Gelände ist als FFH-Gebiet (DE-5405-301, Quelle: LINFOS NRW) ausgewiesen. 3. Aufbereitung der am Stollenmundloch austretenden Grubenwässer mittels Ionentauscheranlage.

Legende

- Erzrevier
- EU 2 — Verdachtspunkt Belastungsquellen mit Benennung
- 4 — Auszug aus BAVKAT mit Kennnummer
- 140302 — Gütemessstelle mit Messstellen-Nummer
- Hauptabbaubereich - Ostfeld
- Reservebereich - Westfeld
- Burgfeyer Stollen
- ehemaliger Tagebau - unverfüllt
- ehemaliger Tagebau - verfüllt
- Zentrale Mülldeponie Mechernich (ZMM)

Ostfeld
- Hauptabbaubereich -

Westfeld
- Reservebereich -

Burgfeyer Stollen
TÖB 2547/5606/001

EU 1

EU 2

Wasseraustritt Stollen

140302

139907

Günnersdorf

Bachrevier

Kallmuther Berg

Bleibach

Veybach

Schliebach

MECHERNICH

Eifeler-Trias-Bezirk

Eifeler-Roteisenstein-Bezirk

N

400 200 0 400 Meter

TK25: 5305 Zülpich, 5306 Euskirchen,
5405 Mechernich, 5406 Bad Münstereifel
© Geobasisdaten: Land NRW, Bonn 1372/2010

Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Objektsteckbrief
Hauptbelastungspunkt EU 2
Burgfeyer Stollen

Anlage 5.1a

entworfen :		Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet :	MP	14.09.2012		1:25.000	ERZ
geprüft :	PR				

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

Y:\GIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\99_Objektsteckbriefe_Karten\5_1a_Steckbrief_Eu_2_Burgfeyer_Stollen.mxd

Belastungsquelle Objekt ID **GL 10**	Grube Lüderich (Pb, Zn)	Neuer Lüderichstollen

1	Allgemeine Angaben				
1.1	Erzrevier	**Bensberger Erzbezirk**			
1.2	Regierungsbezirk	Köln	1.7	Gewässer (Einleitung)	Sülz
1.3	Kreis	Rheinisch-Bergischer Kreis	1.8	Gewässer (WRRL)	Sülz
1.4	Gemeinde	Overath - Steinenbrück	1.9	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_27288_10626
1.5	TK25 / DGK5	5009 / 5009-20	1.10	Wasserkörpergruppe	WKG_SIE_1103
1.6	Rechtswert/Hochwert	2586504/5646223	1.11	Planungseinheit	PE_SIE_1100

2	Lagerstätten-/Bergbaudaten	
2.1	Name der Grube /des Grubenfeldes	**Konsolidation Lüderich**
2.2	Beschreibung der Lagerstätte / abgebaute Erze	[1], [2] Der Lüdericher Gangzug erstreckt sich über eine Länge von rd. 4 km zwischen Untereschbach im Norden und Hoffnungthal im Süden; die maximale Breite des Gangsystems beträgt 400 m. Es handelt sich dabei um hydrothermale Blei-Zink-Vererzungen in den Schichten des Unterdevons. Das Verhältnis Bleiglanz : Zinkblende beträgt 1:5; der Bleiglanz weist einen vergleichsweise hohen Silbergehalt auf. Die einzelnen Erzgänge erreichen Länge von mehreren Hundert Metern und maximal 40 m Mächtigkeit, im Mittel 3 bis 10 m. Die Hauptvererzungen erreichten ein Teufe von rd. 100 bis 200 m.
2.3	Schwermetallspektrum	**Hauptelemente: Pb, Zn** **Nebenelemente: Fe, Cu, Ag, Cd, Ni, Co, Sb, Hg**
2.4	Grober historischer Abriss und Aufbau der Grube	Erster Abbau auf dem Lüderich wahrscheinlich schon durch die Römer; bedeutsamer Abbau im Wesentlichen in der 2. Hälfte des 19. Jhd.. Zunächst wurden die einzelnen Lagerstättenbereiche durch zahlreiche Stollen der ersten Einzelgruben erschlossen. 1837 begannen die Arbeiten am zentralen Lüderichstollen; bis 1861 wurde eine Länge von 450 m erreicht. Die zentralen Lagerstättenbereiche wurden 1849 durch den Auguststollen aufgeschlossen, über den zwischenzeitlich die gesamte Förderung der Grube Lüderich lief. Die Aufbereitung der Erze erfolgte zunächst dezentral an mehreren Standorten (Franziskaschacht, Steinebrück, Immekeppel). Gegen Ende des 19. Jhd. wurde eine zentrale Aufbereitung für die Grube Lüderich unterhalb des Hauptschachtes am Sülztalhang errichtet; beide Bauwerke, Aufbereitung und Hauptschacht, gingen Ende 1897 in Betrieb. Die Förderung erfolgte danach nur noch über den Hauptschacht. 1920 wurde die Flotationsanlage in Betrieb genommen, die bis 1970 betrieben wurde. 1949 wurde der Neue Lüderichstollen begonnen, der am Central-Schacht im Niveau des Lüderichstollens ansetzt und unterhalb der Aufbereitung mündet. Im Jahre 1978 wurde die Grube Lüderich stillgelegt.
2.5	Umfang des Bergbaus	Der Bereich des oberflächennahen Bergbaus im Ausgehenden der Erzgänge erstreckt sich über eine Fläche von rd. 102 ha; die Umhüllende des Gesamtabbaubereichs umfasst eine Fläche von rd. 160 ha. Der Lüderichstollen erschließt die gesamte Lagerstätte in ihrer Längserstreckung über eine Länge von rd. 4 km. Der Erzgang wurde bis in das Niveau der 320 m-Sohle aufgeschlossen; die erreichte Bauhöhe beträgt rd. 450 m. Der Metallinhalt der Gesamtproduktion wird in [2] mit 659.770 t Zn und 133.570 t Pb angegeben. Im Jahre 1977 betrug die Förderung 139.311 t Zn, 3.740 t Pb und 1.824 t Ag.
2.6	Entwässerung der Grubenbaue	Die Entwässerung der Grube Lüderich erfolgt heute im Wesentlichen über den Neuen Lüderichstollen, der über den Central-Schacht an den Lüderichstollen angeschlossen ist; das Mundloch (TÖB 2585/5645/006) liegt auf einem Niveau von rd. 93 mNHN. Der Stollen wurde auf den vorderen 30 m mit Beton verfüllt und mit einer Entwässerungsleitung versehen. Vom Mundloch wurde eine Entwässerungsleitung (DN 300) zur Sülz verlegt, über die heute die Ableitung der Grubenwässer direkt in die Sülz erfolgt. Im Rahmen einer Begehung am 21.12.2011 wurde bei Volleinstau der Einleitöffnung in der Sülz eine Abflussmenge in der Entwässerungsleitung von rd. 15 bis 20 l/s abgeschätzt. Ein weiterer Ablauf von Grubenwässern erfolgt auf der Ostseite der Lagerstätte über den

		Auguststollen (GL13, TÖB 2585/5645/004, Mundloch bei 138 mNHN); der Abfluss ist hier nach Auskunft des Rheinisch-Bergischen Kreises wechselhaft; im Rahmen der Begehung am 21.12.2011 wurde eine Abflussmenge von 5 bis 7 l/s abgeschätzt. Es muss damit gerechnet werden, dass lokal kleinere Wasseraustritte auch über weitere Stollenmundlöcher erfolgen.
2.7	Halden, Spülteiche	Der ehemals unterhalb des Hauptschachtes gelegenen Aufbereitung nach Westen zur Sülz hin vorgelagert erstrecken sich die ehemaligen Spülteiche und Halden über eine Gesamtfläche von 30 ha. Daneben finden sich im Lagerstättenbereich an den ehemaligen Schachtstandorten (u.a. Hauptschacht, Centralschacht) weitere Halden mit Grundflächen zwischen 1,2 und 4,6 ha.
2.8	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 -5009 Overath [3] Geurts et al. (2008): Das Erbe des Erzes, Band 4 Der Lüderich.
3	**Belastungssituation**	
3.1	Belastungspfade	Der Haupteintrag von Schwermetall-belasteten Grubenwässern erfolgt über die Entwässerungsleitung vom Neuen Lüderichstollen in die Sülz. Weiter Sickerwasseraustritte zur Sülz sind nicht bekannt. Die Halden und Spülteiche an der Sülz wurden in den 1980'er Jahren abgedeckt; hier wurde ein Golfplatz eingerichtet. Die Sickerwasserneubildung wurde durch diese Maßnahme verringert; Erkenntnisse über die verbliebene diffuse Zusickerung zur Sülz liegen nicht vor. Die im Lagerstättenausbiss gelegenen Halden werden im Wesentlichen zum Lüderichstollen hin entwässert. Die Schwermetallausträge über den Auguststollen (GL13) sind von nachrangiger Bedeutung.
3.2	Konzentrationen/Frachten	Die Abschätzung der Schwermetallfrachten aus dem Neuen Lüderichstollen erfolgt auf Basis von 2 Beprobungen (2010 und 2012) und unter Annahme eines Abflusses von 22 l/s (Abschätzung 2010). Beide Analysenergebnisse stimmen gut überein. Demnach ergeben sich folgende Frachten: Zink : 13,2 t/a Nickel: 0,4 t/a Kobalt : 0,25 t/a Arsen : 0,222 t/a
3.3	Auswirkungen	Während die Sülz im Oberlauf einen guten chemischen Zustand aufweist, wird der chemische Zustand des betroffenen Wasserkörpers DE_NRW_27288_10626 mit „nicht gut“ bewertet. Die gesamte Sülz zeigt einen nur mäßigen ökologischen Zustand, wobei der Wasserkörper DE_NRW_27288_10626 bei der Ökochemie eine relevante Zink-Belastung aufweist. Auf Grundlage der Analysenergebnisse wird im Rahmen der Signifikanzbewertung davon ausgegangen, dass die Schwermetallbelastung aus dem Neuen Lüderichstollen massiv zur chemischen und ökochemischen Belastung der Sülz beiträgt.
4	**Maßnahmen**	
4.1	Bereits getroffene Maßnahmen	Nach Betriebseinstellung Abdeckung der Halden und Spülteiche durch die Altenberg Zink GmbH. Zwischen 1980 und 1997 Betrieb einer Erddeponie zur Abdeckung der ehemaligen Betriebsflächen. Abschließend Einrichtung eines Golfplatzes auf dem Rekultivierungsgelände.
4.2	Zielsetzung weiterer Maßnahmen	Reduzierung der über den Neuen Lüderichstollen in die Sülz eingeleiteten Schwermetallfrachten
4.3	Maßnahmenvorschlag	Aufbereitung der aus dem Neuen Lüderichstollen austretenden Grubenwässer durch ein mehrstufiges System aus Belüftung (Kaskade), Sedimentationsbecken und ggf. weiteren Reinigungsstufen zur Zn-Entfernung (Kap. 6.7.5)

N

Alter Lüderichstollen
TÖB 2585/5646/003

Neuer Lüderichstollen
TÖB 2585/5645/006

Hauptschacht
TÖB 2585/5645/007

Auguststollen
TÖB 2585/5645/004

Central-Schacht
TÖB 2585/5645/001

GL 10
GL 11
GL14
GL 13

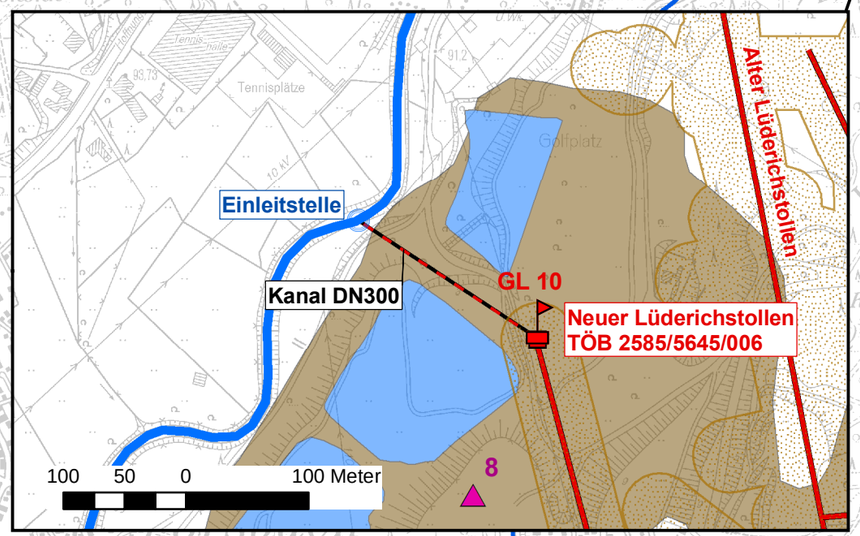
211709
211801

Sülz

Untereschbach
Großbuchholz
Grünewald
Daubenbüchel
Tütberg
Hellenthal
Hellscheid
Büchel
Hintersten-
Vordersten-
Weschpohl
Hoffnungsthal
Blech
Lüderich
Boddert
Dahlhaus
Breide
Durbusch
Großdörbusch
Steinberg
Klein-dresbach
Groß-
Katzemich
Kleeberg

Legende

- GL 10 — Verdachtspunkt Belastungsquellen mit Benennung
- 8 — Auszug aus BAVKAT mit Kennnummer
- 211801 — Gütemessstellen mit Messstellen-Nummer
- Verbreitungsgebiet des oberflächennahen Bergbaus
- Spül- und Klärteiche
- Halden im Bereich des Neuen Lüderichstollen
- Umhüllende Abbaubereiche
- Stollen
- Kanal



400 200 0 400 Meter

TK25: 5009 Overath
© Geobasisdaten: Land NRW, Bonn 1372/2010

Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Objektsteckbrief
Hauptbelastungspunkt GL 10
Neuer Lüderichstollen

Anlage 5.2a

entworfen :	Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet : MP	14.09.2012		1:15.000	ERZ
geprüft : PR				

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

YGIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\99_Objektsteckbriefe_Karten\5_2a_Steckbrief_GL_10_Neuer_Luederichstollen.mxd

Belastungsquelle Objekt ID OE5	**Grube Glanzenberg (Pb, Zn)**	**Spülteiche, Halden und Stollen am Dornbach**

1	**Allgemeine Angaben**				
1.1	Erzrevier	**Müsener Erzbezirk**			
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	1.7	Gewässer (Einleitung)	Dornbach
1.3	Kreis	Olpe	1.8	Gewässer (WRRL)	Silberbach
1.4	Gemeinde	Kirchhundem - Silberg	1.9	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_2766286_0
1.5	TK25 / DGK5	4914 / 4914-20	1.10	Wasserkörpergruppe	WKG_RUH_1401
1.6	Rechtswert/Hochwert	2643674/5657198	1.11	Planungseinheit	PE_RUH_1400

2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**	
2.1	Name der Grube /des Grubenfeldes	**Konsolidation Grube Glanzenberg** mit den ehemals selbständigen Gruben Glanzenberg, Silberg, Goldberg und den Schachtanlagen Glanzenberg, Goldberg I, Goldberg II
2.2	Beschreibung der Lagerstätte / abgebaute Erze	- Grube Glanzenberg Abbau auf vier Gängen - Bleiglanz, Kupferkies, Weißblei- und Zinkerze; der Zinkblendeanteil nahm zur Tiefe zu; Länge des Gangzuges rd. 750 m - Grube Silberg Abbau auf fünf Gängen im Silberger und Silbesterner Mittel - silberhaltiger Bleiglanz mit Zink- und Kupfererzen; Länge der Gänge rd. 80 bis 120 m - Grube Goldberg (Goldberg II) Abbau auf zwei Gängen im Goldbergmittel - Bleiglanz, mit Antimonpfahlerzen und Zinkblende; Länge des Gangzuges rd. 500 m.
2.3	Schwermetallspektrum	**Hauptelemente: Pb, Zn, Cu** **Nebenelemente: Fe, Ag, Cd, As, Sb, Hg, Ba**
2.4	Grober historischer Abriss und Aufbau der Grube	Erste Verleihungen zu Beginn des 18. Jhd.. Der Abbau erfolgte ausgehend von Pingen über die Anlage von Stollen und schließlich im 19. Jhd. im Tiefbergbau. 1898 und 1904 Konsolidation der Grube Glanzenberg aus zahlreichen Einzelfeldern und den zuletzt eigenständigen Gruben Glanzenberg, Silberg und Goldberg durch die Gewerkschaft Glanzenberg. - Grube Glanzenberg Erschließung durch drei Stollen am Heimkehrsiepen und Schacht Glanzenberg (Teufe 186 m); Abbau vom 18. Jhd. bis 1876 sowie 1888 bis 1909. - Grube Silberg Erschließung durch drei Stollen am Schladesiepen, Einstellung des Abbaus 1865, nach Konsolidation 1899 Abteufen von Schacht 1 (Teufe 100 m) und Fortsetzung des Abbaus, Stilllegung der Grube 1909 wegen Erzmangel. - Grube Goldberg (Goldberg II) Verleihung erst 1902/03, Erschließung durch den Goldberg-Stollen im Dornbachtal, Abteufen von Schacht II 1899 und 1929 (Endteufe 513 m), 1935 Stilllegung wegen Erschöpfung der Vorräte. Aufbereitung zunächst naßtechnisch; seit 1928 Betrieb einer Flotation am Standort Goldberg II. Betrieb der Flotation bis 1940; ab 1938 wurden Schlämme und Halden der Gruben Glanzenberg, Goldberg und Alwina durchgearbeitet.
2.5	Umfang des Bergbaus	Die Bereiche des oberflächennahen Bergbaus der Gruben Glanzenberg, Silberg und Goldberg in der Ausbisszone der Erzgänge erstrecken sich über eine Fläche von rd. 33 ha. Erreichte Abbauteufen: Grube Glanzenberg rd. 280 m Grube Silberg rd. 100 m Grube Goldberg II rd. 500 m. Förderung der Grube Glanzenberg zwischen 1904 und 1937 84.400 t Zinkerz und 75.700 t Bleierz [3]. Für die Umhüllende der Abbaubereiche des Tiefbergbaus und des zugehörigen Streckennetzes ergibt sich eine Gesamtfläche von rd. 96 ha.

2.6	Entwässerung der Grubenbaue	Der Tiefe Stollen der Grube Glanzenberg liegt auf einem Niveau von 437 mNHN (Stollenmundloch TÖB 3432/5655/006). Angaben über Wasseraustritte liegen nicht vor; die DGK5 zeigt keine Wasseraustritte. Die Entwässerung erfolgt möglicherweise über die Grube Goldberg II; eine durchgehende Verbindung zur Grube Goldberg II ist im Grubenbild nicht dokumentiert, aber wahrscheinlich. Die tiefste Stollen der Grube Silberg liegen in einem Niveau von 427 mNHN (TÖB 3432/5655/019); Wasseraustritte sind nicht bekannt und auch in der DGK5 nicht dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass die Entwässerung über die Grube Goldberg II erfolgt. Der Goldberg-Stollen der Grube Goldberg II liegt am Dornbach auf einem Niveau von 423 mNHN (TÖB 3433/5655/003). Am Mundloch des Tiefen Stollens der Grube Goldberg II ist in der DGK5 ein Wasseraustritt verzeichnet; konkrete Angaben zu den Abflussmengen liegen nicht vor. Darüber hinaus können weitere hydraulische Verbindungen über den Schacht II und die Aufbereitung in Richtung der ehemaligen Klärteiche nicht ausgeschlossen werden.
2.7	Halden, Spülteiche	- Spülteiche und Halden am Standort Grube Goldberg II Entlang des Dornbaches wurden drei Spülteiche mit einer Gesamtfläche von rd. 6 ha angelegt; die Spülteiche sind durch Bergedämme entlang des Dornbachs eingegrenzt. Die Oberfläche der Spülteiche ist heute flächenhaft mit Gras bewachsen. Zwischen dem Betriebsgelände der Grube und den Spülteichen wurden umfangreiche Halden angelegt; in Teilbereichen wurden auch die ehemaligen Spülteiche überhaldet. Daneben sind kleinere Halden an den Mundlöchern der Stollen im Bereich der Gruben Silberg und Glanzenberg erhalten.
2.8	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 -4914 Kirchhundem [4] Gefährdungsabschätzung ehemalige "Grube Goldberg II" in Silberg, Kirchhundem, Kreis Olpe (IFUA, 2011)
3	**Belastungssituation**	
3.1	Belastungspfade	Dornbach: - diffuse Sickerwasserzutritte mit massiver Belastung an Schwermetallen aus den Spülteichen und Halden in den Dornbach auf einer Strecke von rd. 600 m; - Erosion der Spülteichdämme und Halden am Dornbach durch den Dornbach auf einer Strecke von rd. 600 m (Materialaustrag und Standsicherheitsproblem); - Wasserzutritte aus der Grube Goldberg II über den Goldberg-Stollen in den Dornbach (oberhalb Spülteiche); - möglicherweise Wasserzutritte aus der Grube Goldberg II über alte Kanäle der Aufbereitung in die Spülteichflächen (GOK Spülteiche liegt am Schladensiepen tiefer als das Mundloch des Goldberg-Stollens); - Weitere Wasserzuläufe in die Spülteichflächen und den Dornbach über das Schladesiepen von Südwesten; mögliche weitere Schwermetallzutritte aus Halden und Stollen der Gruben Silberg und Glanzenberg.
3.2	Konzentrationen/Frachten	Folgende Frachten wurden auf Basis der Probenahme des LANUV im Februar 2012 und einem geschätzten Abfluss am Dornbach von 15 l/s abgeschätzt: Zink: ca. 1 t/a Cadmium: 0,6 kg/a Kobalt: 0,6 kg/a Nach den vorliegenden Unterlagen erfolgt der größte Teil des Schwermetalleintrages in den Dornbach über den Sickerwasseraustrag aus der Böschung. Es ist davon auszugehen, dass in Abhängigkeit vom Niederschlagsgeschehen auch deutlich höhere Frachten ausgetragen werden können
3.3	Auswirkungen	- Schwermetallbelastung in Auensedimenten bis mehrere km unterhalb Grube Goldberg nachgewiesen; Kreis Olpe hat Nutzungseinschränkung für Beweidung in der Aue erlassen. - Der Eintrag aus dem Bereich der Grube Glanzenberg kann als maßgeblich für die Defizite beim chemischen Zustand des Silberbaches angesehen werden; auch negative Einflüsse auf die Ökochemie sind wahrscheinlich - Über den Dornbach erfolgt eine massive Schwermetallbelastung in den Silberbach bis in den Olpebach (schlechter chemischer Zustand) - Gewässerökologie: AD lässt nicht auf strukturelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Crustacea fallen unterhalb der Belastung vollständig

		aus, Baetis rhodani häufigstes Taxon
4	**Maßnahmen**	
4.1	Bereits getroffene Maßnahmen	Voruntersuchungen durch Kreis Olpe
4.2	Zielsetzung weiterer Maßnahmen	Minimierung der Sickerwasserneubildung, Böschungsstabilisierung, Erfassung/Regulierung der Wasserzuläufe aus dem Grubengebäude
4.3	Maßnahmenvorschlag	- Abdeckung und Bepflanzung der Spülteiche (rd. 40 ha), Verdichtung der Bepflanzung / Flächenversiegelung im Bereich der Halden (rd. 50 ha) - Fassung und Durchleitung von Fremdwasserzuläufen (u.a. Schladensiepen; Goldberg-Stollen) - Sicherung Haldenböschungen am Dornbach Sofern durch diese Maßnahmen keine ausreichende Verbesserung der Gewässerqualität im Dornbach erreicht werden kann, können zusätzlich folgende Maßnahmen getroffen werden: - Fassung der Restsickerwasseraustritte am Dornbach (Drainage), Behandlung der gefassten Wässer - Durchleitung der oberstromigen Zuflüsse im Dornbach (z.B. Verrohrung Dornbach / Versiegelung Bachbett) Bei der Umsetzung möglicher Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass der südöstliche Teil der Spülteiche/Haldenflächen unterhalb des Mundlochs des Goldberg-Stollens mit dem Dornbachtal als Naturschutzgebiet (OE-004, Dollenbruch) ausgewiesen ist und sich unmittelbar südöstlich im Dornbachtal eine FFH-Fläche anschließt (DE-4914-302; Quelle: LINFOS NRW).

N

Glanzenberg-Schacht
TÖB 3432/5655/001

Tiefer Stollen Glanzenberg
TÖB 3432/5655/006

Silberg-Stollen
TÖB 3432/5655/019

Goldberg-Schacht II
TÖB 3433/5655/004

Goldberg-Schacht I
TÖB 3433/5655/001

Goldberg-Stollen
TÖB 3433/5655/003

OE5/1

OE5/2

OE 5

Wasseraustritt

6

7

Müsener Erzberzirk

Dornbach

Schladesiepen

Silberg

Zahnle Bruch

Lehmenkuhle

Dollenbruch

Wilde Wiese

100 50 0 100 Meter

DGK5: 4914-14 Varste, 4914-15 Wirme,
4914-20 Silberg, 4914-21 Brachthausen
© Geobasisdaten: Land NRW, Bonn 1372/2010

Legende

- Erzrevier
- OE 5 — Verdachtspunkt Belastungsquellen mit Benennung
- 7 — Auszug aus BAVKAT mit Kennnummer
- OE 5 — Probenahmestelle LANUV mit Bezeichnung
- Verbreitungsgebiet des oberflächennahen Bergbaus
- Spül- und Klärteiche
- Halden
- Umhüllende Abbaubereiche
- Stollen
- untertägige Verbindungsstrecke

**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Objektsteckbrief
Hauptbelastungspunkt OE 5
Grube Glanzenberg-Goldberg

Anlage 5.3a

		Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
entworfen :					
gezeichnet :	MP	14.09.2012		1:5.000	ERZ
geprüft :	PR				

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

YG\IS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\99_Objektsteckbriefe_Karten\5_3a_Steckbrief_OE_5_Glanzenberg.mxd

Belastungsquelle Objekt ID **SI 2**	**Grube Peterszeche (Pb, Zn)**	**Halden und Stollen an der Buchheller**

1	**Allgemeine Angaben**				
1.1	Erzrevier	**Burbach-Wilnsdorfer Erzberzirk**			
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	1.7	Gewässer (Einleitung)	Matheines Wiese
1.3	Kreis	Siegen-Wittgenstein	1.8	Gewässer (WRRL)	Buchheller
1.4	Ortschaft	Burbach	1.9	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_27222_0
1.5	TK25 / DGK5	5214 / 5214-26	1.10	Wasserkörpergruppe	WKG_SIE_1401
1.6	Rechtswert/Hochwert	2645443/5623259	1.11	Planungseinheit	PE_SIE_1400

2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**	
2.1	Name der Grube /des Grubenfeldes	**Peterszeche**
2.2	Beschreibung der Lagerstätte / abgebaute Erze	[3] Die Grube Peterszeche baute auf mehreren, gestaffelt angeordneten, vorwiegend W-E-streichenden Blei-Zink-Erzgängen (mit Kupferkies, Kobalterz und Nickelkies). Dabei handelt es sich um hydrothermale Vererzungen auf Klüften und Störungszonen im Unterdevon. Die Erzgänge erstrecken sich mit stark wechselnden Mächtigkeiten über eine Länge von rd. 300 m. Die unregelmäßigen Nester und Schnüre der Blei-Zinkerze erreichten Mächtigkeiten zwischen 1,5 und 4 m. In Teufen zwischen 200 und 300 m gehen die Buntmetallerze in Siderit über.
2.3	Schwermetallspektrum	**Hauptelemente: Pb, Zn** **Nebenelemente: Fe, Cu, Co, Ni, Cd, As, Ag**
2.4	Grober historischer Abriss und Aufbau der Grube	[3] Der Abbau erfolgte im Wesentlichen im 19. Jhd.. Der Aufschluss der Lagerstätte erfolgte zunächst über mehrere Stollen, zuletzt durch den Tiefen Stollen (TÖB 3433/5622/017, 450 mNHN). Mit diesem Stollen wurden um 1870 alle Gänge aufgeschlossen [2]. Um 1860 wurde der Maschinenschacht (TÖB 3433/5622/001), um die Jahrhundertwende der Leo-Schacht (TÖB 3432/5621/001) abgeteuft. Dadurch wurde die Grube bis in das Niveau der 325 m-Sohle aufgeschlossen. Der letzte Betriebsabschnitt reicht von 1910 bis 1917; die Aufbereitung war noch bis 1920 in Betrieb [2].
2.5	Umfang des Bergbaus	[3] Der Bereich des oberflächennahen Bergbaus erstreckt sich über eine Fläche von rd. 4,3 ha im Dredenbachtal; der an den Clara-Stollen angeschlossene Abbaubereich der Grube Peterszeche umfasst eine Grundfläche von rd. 25,7 ha. Die tieferen Gangpartien wurden über den Maschinenschacht (TÖB 3433/5622/001) und den Leo-Schacht (TÖB 3432/5621/001) bis in das Niveau der 325 m-Sohle aufgeschlossen; unterhalb war kein bauwürdiges Erz vorhanden. Der Bereich des oberflächennahen Bergbaus am Maschinenschacht ist durch den Tiefen Stollen (TÖB 3433/5622/017) aufgeschlossen. Von dem im Hangenden der Lagerstätte abgeteuften Leo-Schacht führt der Clara-Stollen (TÖB 3433/5621/018) zur Aufbereitung. Die Grube hatte auf den tiefen Sohlen mit starken Wasserzutritten zu kämpfen. In den Jahren 1914 bis 1917 wurden 19.264 t Sideriterz, 717 t Zinkerz und 54 t Bleiglanz gefördert.
2.6	Entwässerung der Grubenbaue	Die Entwässerung der Grube erfolgt heute offensichtlich im Wesentlichen über den rd. 520 m langen Clara-Stollen (rd. 452 mNHN), der über den Leo-Schacht an das Grubengebäude angeschlossen ist. Der Tiefe Stollen (450 mNHN) ist offensichtlich verbrochen. Im Jahre 1960 wurden die Wässer des wieder aufgewältigten Clara-Stollen zur Trinkwassergewinnung genutzt [4]. Das Stollenmundloch liegt rd. 22 m oberhalb der Talsohle der Buchheller (rd. 430 mNHN); das Stollenwasser strömt vom Stollenmundloch über ein Gerinne der Buchheller zu. Der Wasserzulauf am Stollenmundloch ist starken Schwankungen unterworfen.

2.7	Halden, Spülteiche	Unterhalb der Mundlöcher des Clara-Stollens (TÖB 3433/5621/018) und des Tiefen Stollens (TÖB 3433/5622/017) wurden im Buchhellertal auf beiden Talflanken umfangreiche Halden angelegt. Der Haldenkomplex erstreckt sich über eine Gewässerstrecke von rd. 530 m und eine Fläche von rd. 3,1 ha. Die Böschungen sind abschnittsweise mit Bruchsteinmauerwerk gesichert. Die Halden sind weitgehend unbewachsen.
2.8	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [3] Fenchel et al. (1985) Die Sideriterzgänge im Siegerland-Wied-Distrikt
3	**Belastungssituation**	
3.1	Belastungspfade	Die Schwermetalleinträge erfolgen im Wesentlichen aus dem Haldenkomplex. Die Stollenwässer (Clara-Stollen) sind vergleichsweise gering belastet. Neben dem Niederschlagswasser strömt der Halde ein Teil des aus dem Clara-Stollen austretenden Wasser oberflächlich zu. Darüber hinaus durchströmt ein Gerinne aus dem östlichen Hangbereich heraus den Haldenkomplex zur Buchheller. Bei stärkerem Abfluss muss auch mit einer Erosion der Haldenböschungen im Vorfluter und einem verstärkten Sedimentaustrag gerechnet werden.
3.2	Konzentrationen/Frachten	Aus langjärigen Untersuchungen des ehem. StUA Hagen bzw. der BR Arnsberg liegen Daten vor, aus denen sich die Frachteinträge im Bereich der Peterzeche abschätzen lassen. Demnach gelangen über den Stollen ca. 0,5 t/a Zink in das Gewässer. Die Frachteinträge über die Halden sind wesentlich höher und liegen bei im Mittel Zink: 3 t/a Blei: 100 kg/a Cadmium: ca. 5 kg/a
3.3	Auswirkungen	Der chemische Zustand des Wasserkörpers DE_NRW_27222_0 (Buchheller) wird als nicht gut bewertet und auch der ökologische Zustand ist als schlecht bewertet. Im Zusammenhang mit der Bewertung Ökochemie wird auf Belastungen mit Arsen, Kupfer und Zink hingewiesen. Die Schwermetallbelastungen der Buchheller führen auch zu Belastungen unterliegender Wasserkörper (z.B. Heller). Die Defizite der Buchheller im chemischen und ökologischen Zustand sind nach den vorliegenden Erkenntnissen maßgeblich auf die Schwermetallbelastungen aus dem Bereich Peterzeche zurückzuführen.
4	**Maßnahmen**	
4.1	Bereits getroffene Maßnahmen	
4.2	Zielsetzung weiterer Maßnahmen	Reduzierung der Sickerwasserneubildung im Haldenbereich sowie der Haldenerosion im Bachbett
4.3	Maßnahmenvorschlag	1. Umleitung/Abdichtung der auf die Halde zulaufenden Oberflächengewässer. Die Wasserzutritte aus dem Clara-Stollen müssen südlich an der Halde vorbei geführt werden (Gewässerlänge rd. 150 m); die Sohlen der aus dem östlichen Talhang zuströmenden Oberflächenwassergerinne müssen abgedichtet werden (Gewässerlänge rd. 200 m). 2. Abdeckung und Bepflanzung der Halden Die Haldenbereiche sollten mit einer Vegetationsschicht abgedeckt und mit geeigneten Nadelgehölzen bepflanzt werden (Fläche rd. 3,1 ha) 3. Böschungssicherung im Vorfluter In Ergänzung zu der vorhandenen Bruchsteinmauersicherung sollten die ungesicherten Böschungsabschnitte in den Haldenbereichen z.B. durch Einbau von Wasserbausteinen oder weiterem Bruchsteinmauerwerk gesichert werden (Gewässerlänge rd. 530 m); ggfs. ist zur Ausführung dieser Sicherungsmaßnahmen abschnittsweise eine Verlegung des Bachbettes um einige Meter nach Nordosten sinnvoll. Im Detail sind die möglichen wasserbaulichen Maßnahmen von der Gewässerhydraulik abhängig. Für eine Umsetzung solcher Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass das Buchhellertal in dem bergbaulich beeinflussten Abschnitt sowohl als Naturschutzgebiet (SI 048) als auch als FFH-Gebiet (D5214-303) ausgewiesen ist (Quelle: LINFOS NRW).

N

Legende

- SI 2 — Verdachtspunkt Belastungsquellen mit Benennung
- 12 — Auszug aus BAVKAT mit Kennnummer
- 457632 — Gütemessstelle mit Messstellen-Nummer
- P 1 — Probenahmepunkte StUA Hagen/BR Arnsberg (1986-2003)
- Verbreitungsgebiet des oberflächennahen Bergbaus
- Halden im Buchhellertal
- Umhüllende Abbaubereiche
- Stollen
- untertägige Verbindungsstrecke
- Gerinne

Tiefer Stollen
TÖB 3433/5622/017

Maschinenschacht
TÖB 3433/5622/001

200 m-Sohle

Clara-Stollen
TÖB 3433/5621/018

Leo-Schacht
TÖB 3432/5621/001

Wasseraustritt

Aufbereitung

Oberflächenwasser-
übertritte zur Halde

SI 2
457632
P 1
P 2
P 3
P 4
1
3
12
4

Buchheller

N.S.G. Dredenbeck
N.S.G. Unteres Buchhellertal
Katharinenstück
Halde
Schutterswald
Hüttenberg
Wildwiese
Junkerjohanneshölzchen
Über dem Herrenwalde
Bleihecke
Walle

200 100 0 200 Meter

DGK5: 5214-20 Grube Grüne Hoffnung, 5214-21 Burbach, 5214-26 Peterszeche, 5214-27 Gambach
© Geobasisdaten: Land NRW, Bonn 1372/2010

**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Objektsteckbrief
Hauptbelastungspunkt SI 2
Peterszeche

Anlage 5.4a

entworfen :	Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet : MP	14.09.2012		1:5.000	ERZ
geprüft : PR				

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

Y:\GIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\99_Objektsteckbriefe_Karten\5_4a_Steckbrief_SI_2_Peterszeche.mxd

Belastungsquelle Objekt ID **GL 11**	**Grube Lüderich (Pb, Zn)**	**Grünewaldteich**

1	**Allgemeine Angaben**				
1.1	Erzrevier	**Bensberger Erzbezirk**			
1.2	Regierungsbezirk	Köln	1.7	Gewässer (Einleitung)	Daubenbücheler Siefen
1.3	Kreis	Rheinisch-Bergischer Kreis	1.8	Gewässer (WRRL)	Sülz
1.4	Gemeinde	Overath - Untereschbach	1.9	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_27288_10626
1.5	TK25 / DGK5	5009 / 5009-14	1.10	Wasserkörpergruppe	WKG_SIE_1103
1.6	Rechtswert/Hochwert	2584642/5646151	1.11	Planungseinheit	PE_SIE_1100

2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**	
2.1	Name der Grube /des Grubenfeldes	**Grünewald**, Spülteichanlage gehörig zur **Grube Lüderich**
2.2	Beschreibung der Lagerstätte / abgebaute Erze	Die im Grünwaldteich abgelagerten Flotationsrückstände entstammen der Aufbereitungsanlage der Grube Lüderich. Angaben zur Lagerstätte der Grube Lüderich finden sich im Objektsteckbrief zum Neuen Lüderichstollen (GL10). Der Grünewaldteich liegt auf dem Gelände der ehemaligen Grube Grünewald, die auf einem rd. 700 m langen, in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Gangzug im Wesentlichen Zinkerz abbaute. Der Metallinhalt der Gesamtproduktion war mit 1.820 t Zn vergleichsweise gering [1].
2.3	Schwermetallspektrum	**Grube Lüderich (Quelle der Schlämme):** **Hauptelemente: Pb, Zn** **Nebenelemente: Fe, Cu, Ag, Cd, Ni, Co, Sb, Hg**
2.4	Grober historischer Abriss und Aufbau der Grube	Die Grube Grünewald baute gemäß [1] zwischen 1882 und 1906 bis in einer Teufe von rd. 92 m. Im Ausbissbereich des Erzvorkommens ist ein Pingenzug dokumentiert. Im Lagerstättenbereich wurden mehrere flache Stollen aus dem Talbereich des Daubenbücheler Siefens und ein zentraler Schacht angelegt. Die Entwässerung erfolgte zuletzt über den Tiefen Grünewaldstollen, der im Sülzbachtal rd. 30 m unterhalb der Talsohle des Daubenbücheler Siefens bei rd. 95 mNHN ansetzt. Der Grünewaldteich wurde 1937 im Bereich der stillgelegten Grube Grünewald als Spülteich für die Flotationsrückstände der Grube Lüderich angelegt und bis zur Stilllegung der Grube 1978 betrieben. Die Flotationsrückstände wurden über eine Rohrleitung von der Aufbereitung auf der gegenüberliegenden Talseite zugeführt. Im Spülteich setzte sich der Schlamm ab, das "geklärte" Wasser wurde über Mönchsleitungen abgezogen und durch den Damm einem Vorteich am Dammfuß zugeführt. Der Damm war abschnittsweise als Filterdamm ausgeführt, so dass das anfallende Sickerwasser im Damm gefasst und kontrolliert abgeführt werden konnte. Das am Dammfuß gefasste Wasser wurde einem Ablaufsystem, bestehend aus zwei Vorteichen und dem sich anschließenden Siefen, zur Sülz abgeleitet [4].
2.5	Umfang des Bergbaus	Der Grünewaldteich erstreckt sich über eine Fläche von rd. 14 ha. Die Anlage umfasst ein rd. 300 m langes Dammbauwerk; die Dammhöhe kann mit rd. 43 m angegeben werden. Das Füllvolumen beträgt rd. 4,5 Mio. t [4].
2.6	Entwässerung der Grubenbaue	Die Entwässerung des Grünewaldteichs erfolgt einerseits über Drainagerohre, die am Dammfuß in einen noch erhaltenen Vorteich münden und von dort über das Daubenbücheler Siefen der Sülz zulaufen. Der Gesamtablauf des Siefens wird in [4] mit 2,2 l/s angegeben. Im Rahmen einer Begehung am 20.12.2011 wurde hier eine Abflussmenge von rd. 3 l/s abgeschätzt. Andererseits muss mit einem Teilabstrom des Sickerwassers über die an der Dammbasis gelegenen bergbaulichen Auflockerungszonen im Ausbissbereich des von der Grube Grünewald gebauten Gangzuges gerechnet werden. Diese Wässer treten zusammen mit den im Grubengebäude anfallenden Grubenwässern am Mundloch des Grünewaldstollens aus (GL14).
2.7	Halden, Spülteiche	Die Fläche des Grünewaldteiches ist weitgehend unbewachsen; im westlichen Teil des Geländes ist eine Flachwasser- und Sumpfzone ausgebildet.

2.8	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 -5009 Overath [3] Geurts et al. (2008): Das Erbe des Erzes, Band 4 Der Lüderich. [4] HTP-Ingenieurgesellschaft für Aufbereitungstechnik und Umweltverfahrenstechnik & ahu AG (1997): Gutachten zur Gefährdungsabschätzung für den Klärteich Grünewald der Altenberg Zink AG, Essen.
3	**Belastungssituation**	
3.1	Belastungspfade	Der Haupteintrag von Schwermetall-belasteten Sickerwässern erfolgt über die Drainageleitungen in das Daubenbücheler Siefen und von dort in die Sülz. Am Fuß des Dammbauwerkes münden mehrere Drainagerohre, die nach den vorliegenden Ergebnissen unterschiedliche Schwermetallkonzentrationen und somit auch –frachten aufweisen. Die Schwermetallausträge über den Tiefen Grünewaldstollen (GL14) sind demgegenüber von nachrangiger Bedeutung.
3.2	Konzentrationen/Frachten	Mit der vorliegenden Gefährdungsabschätzung [4] existieren umfangreiche Vorarbeiten zu Systemanalyse, Konzentrationen, Abflüssen und Maßnahmenvorschlägen. Aus den Daten in [4] lassen sich folgende zusammenfassende Frachten ableiten: Zink: ca. 6-9 t/a Nickel: 90 kg/a Arsen: 10 kg/a Cadmium: 6,5 kg/a Weitere Untersuchungen an den verschiedenen Rohrausläufen wurden durch den Rheinisch-Bergischen Kreis in 2010 und 2011 durchgeführt. Sie bestätigen in Ihren Konzentrationen die fortdauernde Belastung, aufgrund fehlender verlässlicher Mengenmessungen ist eine Frachtermittlung für diese Daten allerdings nicht möglich.
3.3	Auswirkungen	Während die Sülz im Oberlauf einen guten chemischen Zustand aufweist, wird der chemische Zustand des betroffenen Wasserkörpers DE_NRW_27288_10626 mit „nicht gut“ bewertet. Die gesamte Sülz zeigt einen nur mäßigen ökologischen Zustand, wobei der Wasserkörper DE_NRW_27288_10626 bei der Ökochemie eine relevante Zink-Belastung aufweist. Der Austrag aus den Grünewaldteichen liegt somit von der Gesamtfracht her zwar etwas unter dem Austrag aus dem Neuen Lüderichstollen, kann aber trotzdem im Hinblick auf die Beeinträchtigung des chemischen und ökochemischen Zustands der Sülz als signifikant angesehen werden.
4	**Maßnahmen**	
4.1	Bereits getroffene Maßnahmen	Voruntersuchungen im Auftrag der Altenberg Zink AG, 1997 [4]
4.2	Zielsetzung weiterer Maßnahmen	Minimierung der Sickerwasserneubildung, Reduzierung der über die Drainagen in den Vorfluter zutretenden Schwermetallfrachten;
4.3	Maßnahmenvorschlag	Abdeckung (Vegetationsschicht) und Bepflanzung des Spülteichgeländes zur Minimierung der Sickerwasserneubildung; Anlage von Belüftungssystemen (Kaskaden) und Sedimentationsbecken am Auslauf der Drainagen zur Rückhaltung der Schwermetallausträge Bei der Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen ist zu berücksichtigen, dass das Gelände des Grünewaldteiches als Naturschutzgebiet (GL-038) ausgewiesen ist (Quelle: LINFOS NRW).

N

Legende

- GL 11 — Verdachtspunkt Belastungsquellen mit Benennung
- 7 — Auszug aus BAVKAT mit Kennnummer
- 211801 — Gütemessstellen mit Messstellen-Nummer
- Verbreitungsgebiet des oberflächennahen Bergbaus
- Spül- und Klärteiche
- Umhüllende Abbaubereiche
- Stollen
- verrohrtes Gerinne
- offenes Gerinne

Schacht
TÖB 2584/5646/001

Versuchsstollen
TÖB 2584/5646/004

GL 11

Drainagerohre

Teich

Wasseraustritt

Süd-Stollen
TÖB 2584/5646/003

Alter-Stollen
TÖB 2584/5645/002

Tiefer Grünewaldstollen
TÖB 2584/5645/001
Mundloch verfallen

GL14

verrohrtes Gerinne

Wasseraustritt

offenes Gerinne

Einleitstelle

Sülz

211801

211709

GL 10

7

8

A 4 E 40

Klein Buchholz

Groß Buchholz

Norren

See

Mittelauel

Daubenbüchel

Unterauel

Auf dem Höhnchen

Sportplatz

Tennisplätze

Golfplatz

100 50 0 100 Meter

DGK5: 5009-14 Untereschbach, 5009-20 Lüderich
© Geobasisdaten: Land NRW, Bonn 1372/2010

**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Objektsteckbrief
Hauptbelastungspunkt GL 11
Grünewaldteiche

Anlage 5.5a

entworfen :	Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet : MP				
geprüft : PR	14.09.2012		1:5.000	ERZ

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

Y:\GIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\99_Objektsteckbriefe_Karten\5_5a_Steckbrief_GL_11_Gruenewaldteiche.mxd

Belastungsquelle Objekt ID **HSK 5**	**Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg (Pb, Zn)**	**Eickhoff-Stollen**

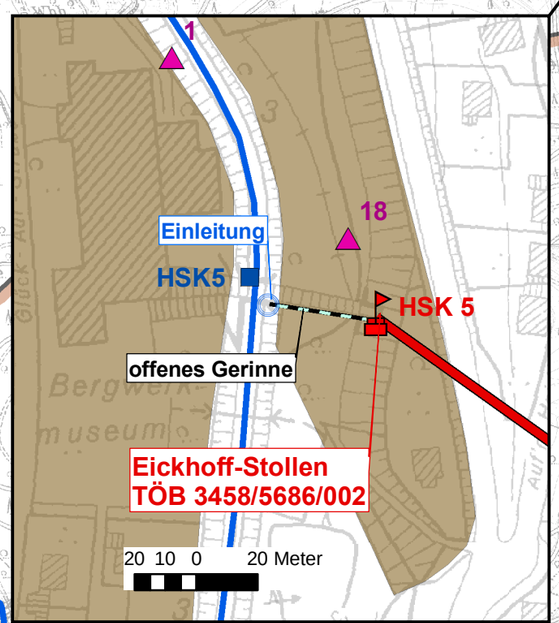
1	**Allgemeine Angaben**				
1.1	Erzrevier	**Ramsbecker Erzbezirk**			
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	1.7	Gewässer (Einleitung)	Valme
1.3	Kreis	Hochsauerlandkreis	1.8	Gewässer (WRRL)	Valme
1.4	Gemeinde	Bestwig-Ramsbeck	1.9	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_27612_0
1.5	TK25 / DGK5	4616 / 4616-27	1.10	Wasserkörpergruppe	WKG_RUH_1702
1.6	Rechtswert/Hochwert	2667647 / 5689480	1.11	Planungseinheit	PE_RUH_1700

2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**	
2.1	Name der Grube /des Grubenfeldes	**Grube Vereinigte Bastenberg und Dörnberg**
2.2	Beschreibung der Lagerstätte / abgebaute Erze	s. Reviersteckbrief 11-Ramsbecker Erzbezirk
2.3	Schwermetallspektrum	**Hauptelemente: Pb, Zn, (Fe)** **Nebenelemente: Cd, Hg, Co, Ni, Sb, Ag, Cu, As, Mn, Ba**
2.4	Grober historischer Abriss und Aufbau der Grube	Zur Historie der Grube s. Reviersteckbrief 11-Ramsbecker Erzbezirk Der Eickhoff-Stollen wurde zu Beginn der 1920'er Jahre geplant, um die Schächte in dem zur Tiefe fortschreitenden Abbaugebiet Dörnberg-Aurora zu verbinden und damit die Hauptförderung zu übernehmen. Zugleich sollten über den Stollen alle Grubenwässer abgeleitet werden. Der Stollen wurde 1923 im Gegenortbetrieb vom Valmetal und vom Betriebspunkt Aurora aufgefahren. Die Ausbruchsmassen wurden weiträumig vor dem Stollenmundloch im Valmetal abgelagert. Der an den Eickhoff-Stollen angeschlossene Rieser-Querschlag wurde vor dem 2. Weltkrieg zur Untersuchung des Gebirges zwischen dem Dörnberg-Aurora-Erzvorkommen und der früheren Grube Altes Ries nach Süden vorangetrieben, ohne hier fündig zu werden; die Länge des Querschlages beträgt 3,3 km. Der über den zentralen Blindschacht an den Eickhoff-Stollen angeschlossene Abbaubereich erstreckt sich über 10 Sohlen bis in eine Teufe von rd. 420 m unterhalb der Stollensohle. Die Hauptförderung erfolgte nach der Fertigstellung des Eickhoff-Stollens über den Blindschacht 1 unterhalb des Dörnbergs. Von hier aus wurden die Erze der Aufbereitung Willibald zugeführt.
2.5	Umfang des Bergbaus	Die Umhüllende der an den Eickhoff-Stollen angeschlossenen Grubenbaue umfasst im Grundriss eine Fläche von rd. 300 ha zwischen Valme und Elpe. Darüber hinaus ist vermutlich nach Süden über den Rieser-Querschlag auch die weiter südlich im Elpetal gelegene kleinere Grube Ries hydraulisch angeschlossen. Zwischen dem Mundloch im Valmetal und dem Betriebspunkt Aurora erreicht der Stollen eine Länge von rd. 3,5 km. Zum Zeitpunkt der Stilllegung im Jahre 1974 hatte der Eickhoff-Stollen mit den angeschlossenen Querschlägen und Gangstrecken eine Gesamtlänge von rd. 15 km.
2.6	Entwässerung der Grubenbaue	Der Eickhoff-Stollen entwässert heute den gesamten ehemaligen Abbaubereich der Grube Vereinigter Bastenberg und Dörenberg zwischen der Valme und Elpetal. Die Grubenbaue sind heute bis in das Niveau des Eickhoff-Stollens geflutet; für den Betrieb des Besucherbergwerks wird in dem zentralen Blindschacht eine Wasserhaltung betrieben, die das Standwasserniveau wenige Meter unterhalb der Stollensohle hält. Am Stollenmundloch läuft das Grubenwasser über ein kurzes Gerinne der Valme zu; organoleptische Auffälligkeiten wurden hier im Rahmen einer Begehung am 09.02.2012 nicht festgestellt. Im Rahmen der Probennahme des LANUV (22.02.2012) wurde der Wasserzulauf am Stollenmundloch mit rd. 98 m³/h abgeschätzt. In der Betriebsphase betrugen die Wasserzuflüsse der Grube im Mittel rd. 2,5 m³/min [3]. Unterhalb des Eickhoff-Stollens traten rd, 1,6 m³/min zu; dieses Wasser wurde über Pumpen auf das Niveau des Eickhoff-Stollens gehoben. Nach Angaben der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH beträgt der Abfluss aus dem Eickhoff-Stollen rd. 2 Mio. m³/a.

2.7	Halden, Spülteiche	Im Einzugsgebiet des Eickhoff-Stollens liegen umfangreiche Halden an den Standorten der Hauptförderschächte der früheren Einzelgruben (z.B. Aurora) sowie insbesondere im Bereich der Aufbereitung Willibald vor (vgl. Objektsteckbrief HSK 10 -Aufbereitung Willibald). Es ist nicht auszuschließen, dass ein Teil der aus den Halden austretenden Sickerwässer der Grube und damit dem Eickhoff-Stollen zuläuft.
2.8	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 - 4616 Eversberg [3] Die Bleizinkerzlagerstätten von Ramsbeck und Umgebung.- Monographien der deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten 6., Geol. Jahrb., Reihe D, Heft 33, 377 S., 88 Abb., 52 Tab., 27 Taf., 8 Falttaf.; Hannover,1979.
3	**Belastungssituation**	
3.1	Belastungspfade	Der Eintrag von Schwermetall-belasteten Grubenwässern aus den Gruben des Ramsbecker Erzbezirks zwischen Valme und Elpe erfolgt im Wesentlichen über den Ablauf aus dem Eickhoff-Stollen in die Valme.
3.2	Konzentrationen/Frachten	Die Stichprobenuntersuchung des LANUV ergab im Februar 2012 bei einem geschätzten Abfluss von 27 l/s folgende hochgerechneten Frachten: Zink: 2,6 t/a Nickel: 25,5 kg/a Cadmium: 7,2 kg/a Blei: 2,6 kg/a Da der mittlere jährliche Abfluss des Eickhoff-Stollens mit rd. 200 m³/h angegeben wird (s.o.) ergeben sich unter Berücksichtigung der Analysendaten des LANUV in etwa doppelt so hohe Frachten, die der von der Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH angegebenen Zink-Fracht von rd. 5,2 t/a entsprechen.
3.3	Auswirkungen	Für das Gewässersystem der Valme sind die Oberflächenwasserkörper DE_NRW_27612_0 (Valme, Mdg.in die Ruhr in Bestwig bis Ramsbeck), DE_NRW_27612_7005 (Valme, Ramsbeck bis Werdern) und DE_NRW_276122_0 (Brabecke) zu betrachten. Alle Wasserkörper zeigen Defizite beim chemischen Zustand (Metalle, prioritär) sowie einen unbefriedigenden ökologischen Zustand (u.a. resultierend aus Belastungen mit Zink (Ökochemie)). Insgesamt kann auch durch den Eickhoff-Stollen ein negativer Einfluss auf den chemischen und ökochemischen Zustand der Valme als wahrscheinlich angesehen werden.
4	**Maßnahmen**	
4.1	Bereits getroffene Maßnahmen	
4.2	Zielsetzung weiterer Maßnahmen	Reduzierung der über den Eickhoff-Stollen in die Valme eingeleiteten Schwermetallfrachten.
4.3	Maßnahmenvorschlag	Aufbereitung der aus dem Eickhoff-Stollen austretenden Grubenwässer durch ein geschlossenes Zn Karbonatlösungssystem (Kap. 6.7.3). Im Bereich des Stollenmundlochs stehen ausreichend Flächen zur Verfügung. Eine Grubenwasseraufbereitungsanlage wäre sicherlich auch für das Besucherbergwerk eine zusätzliche Attraktion.

Legende

- Erzrevier
- HSK 5 — Verdachtspunkt Belastungsquellen mit Benennung
- 1 — Auszug aus BAVKAT mit Kennnummer
- 411607 — Gütemessstelle mit Messstellen-Nummer
- HSK 5 — Probenahmestelle LANUV mit Bezeichnung
- Halden/Aufschüttungen im Umfeld des Eickhoff-Stollen
- Spül- und Klärteiche
- Umhüllende der an den Eickhoff-Stollen angeschlossenen Abbaubereiche
- Stollen
- untertägige Verbindungsstrecke
- offenes Gerinne



Ramsbecker Erzbezirk

400 200 0 400 Meter

TK25: 4616 Olsberg, 4716 Bödefeld
© Geobasisdaten: Land NRW, Bonn 1372/2010

Bezirksregierung Arnsberg - Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Objektsteckbrief Hauptbelastungspunkt HSK 5 Eickhoff-Stollen

Anlage 5.6a

	Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
entworfen : gezeichnet : MP geprüft : PR	14.09.2012		1:20.000	ERZ

ahu AG Wasser Boden Geomatik

YGIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\99_Objektsteckbriefe_Karten\5_5a_Steckbrief_HSK_5_Eickhoff_Stollen.mxd

Belastungsquelle Objekt ID HSK 10	**Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg (Pb, Zn)**	**Aufbereitung Willibald**

1	**Allgemeine Angaben**				
1.1	Erzrevier	**Ramsbecker Erzbezirk**			
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	1.7	Gewässer (Einleitung)	Hannebecke
1.3	Kreis	Hochsauerlandkreis	1.8	Gewässer (WRRL)	Valme
1.4	Gemeinde	Bestwig-Ramsbeck	1.9	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_27612_7005
1.5	TK25 / DGK5	4616 / 4616-27 4716 / 4716-03	1.10	Wasserkörpergruppe	WKG_RUH_1702
1.6	Rechtswert/Hochwert	2668100 / 5688599	1.11	Planungseinheit	PE_RUH_1700

2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**	
2.1	Name der Grube /des Grubenfeldes	**Grube Vereinigte Bastenberg und Dörnberg**
2.2	Beschreibung der Lagerstätte / abgebaute Erze	s. Reviersteckbrief 11-Ramsbecker Erzbezirk
2.3	Schwermetallspektrum	**Hauptelemente: Pb, Zn, (Fe)** **Nebenelemente: Cd, Hg, Co, Ni, Sb, Ag, Cu, As, Mn, Ba**
2.4	Grober historischer Abriss und Aufbau der Grube	Zur Historie der Grube s. Reviersteckbrief 11-Ramsbecker Erzbezirk In den 1890 Jahren wurde die Aufbereitung des Rambecker Erzreviers auf die beiden Standorte Willibald und Bastenberg konzentriert. Die Aufbereitung Willibald wurde 1890 mit einem Durchsatz von 170 t/Tag eingerichtet. Die weitere Entwicklung lässt sich wie folgt skizzieren: - 1927 Bau einer Schlamm-Flotationsanlage - 1935 Umbau und Wegfall des naß-mechanischen Teils der Aufbereitung, Durchsatz 650 t/Tag - 1950 Einrichtung einer Schwimm- und Sinkanlage mit einem Durchsatz von 50 t/h. Die Aufbereitungsrückstände wurden im Umfeld der Aufbereitungsanlage aufgehaldet. Die im Rahmen der Flotation anfallenden Schlämme wurden zunächst in einem Klärteich am Hang des Dörnbergs oberhalb der Aufbereitung verpumpt. Später wurden sie in den bei St. Andreasberg im Tal der Bilmecke angelegten Spülteich transportiert. Die Hauptaufgabebühne der Aufbereitung befand sich am Stollen III; der Höhenunterschied zur untersten Bühne des Aufbereitungsgebäudes betrug 40 m.
2.5	Umfang des Bergbaus	s. Reviersteckbrief - 11 Ramsbecker Erzbezirk
2.6	Entwässerung der Grubenbaue	Aus den im Bereich der Aufbereitung Willibald gelegenen Stollenmundlöchern treten nach Angaben der GEA Group AG keine Grubenwässer zu; die Grubenwässer werden zum Eickhoffstollen abgeleitet. Die Entwässerung der im Haldenbereich anfallenden Sickerwässer erfolgt damit im Wesentlichen zum Eltmecketal; darüber hinaus muss mit einer Absickerung in das Grubengebäude (Zulauf zum Eickhoffstollen) gerechnet werden.
2.7	Halden, Spülteiche	Die Haldenflächen um die Aufbereitung Willibald erstrecken sich am W-Hang des Dörnbergs oberhalb der Hannebecke. über eine Grundfläche von rd. 25 ha in einem Niveau zwischen 390 und 535 mNHN. Die Mächtigkeit der Halden kann bis zu rd. 40 m angenommen werden. Über den Erzinhalt der Haldenablagerungen liegen keine konkreten Angaben vor. Der ehemalige Klärteich erstreckt sich nach den vorliegenden Unterlagen über eine Fläche von rd. 5.000 m² im nördlichen Teil des Haldenkomplexes.
2.8	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 - 4616 Eversberg [3] Die Bleizinkerzlagerstätten von Ramsbeck und Umgebung.- Monographien der deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten 6., Geol. Jahrb., Reihe D, Heft 33, 377 S., 88 Abb., 52 Tab., 27 Taf., 8 Falttaf.; Hannover,1979.
3	**Belastungssituation**	
3.1	Belastungspfade	Sickerwasserzutritte aus dem Haldenbereich in die Bilmecke; darüber hinaus muss mit einer geogenen Hintergrundbelastung der Eltmecke aufgrund der Durchströmung der im

		Bachbett anstehenden Vererzungszone gerechnet werden.
3.2	Konzentrationen/Frachten	Die Analysenergebnisse des LANUV aus der Beprobung im Februar 2012 ergaben im Abstrom der Grube Willibald deutliche Überschreitungen für Cadmium und Zink, mit denen sich auch die Belastungen an der GÜS-Messstelle 686426 erklären lassen. Unter Annahme eines Abflusses von 30 l/s in der Hannebecke ergeben sich (inkl. des geogenen Hintergrundes) für den Abstrom der Grube Willibald Frachten von Zink: 5 t/a Nickel: 7,7 kg/a Cadmium: 6 kg/a Blei: 3 kg/a
3.3	Auswirkungen	Für das Gewässersystem der Valme sind die Oberflächenwasserkörper DE_NRW_27612_0 (Valme, Mdg.in die Ruhr in Bestwig bis Ramsbeck), DE_NRW_27612_7005 (Valme, Ramsbeck bis Werdern) und DE_NRW_276122_0 (Brabecke) zu betrachten. Alle Wasserkörper zeigen Defizite beim chemischen Zustand (Metalle, prioritär) sowie einen unbefriedigenden ökologischen Zustand (u.a. resultierend aus Belastungen mit Zink (Ökochemie)). Die Schwermetallemissionen des Verdachtspunktes Grube Willibald können im Hinblick auf die Schwermetallbelastung der Valme als deutlich signifikanter angesehen werden als die der Grube Bastenberg (HSK 8 und HSK 9, s.o.) Eine negative Beeinträchtigung des chemischen und ökochemischen Zustands der Valme durch die Einträge aus der Grube Willibald ist wahrscheinlich.
4	**Maßnahmen**	
4.1	Bereits getroffene Maßnahmen	Die Halde Willibald wurde rekultiviert und ist zwischenzeitlich als FFH-Gebiet (DE-4616-301; Quelle: LINFOS NRW) ausgewiesen.
4.2	Zielsetzung weiterer Maßnahmen	Reduzierung der Sickerwasserneubildung oder Verringerung der Schwermetallfrachten in der Hannebecke.
4.3	Maßnahmenvorschlag	Zunächst Bestandsaufnahme der maßgeblichen Sickerwasserpfade und Machbarkeitsstudie für Maßnahmen zur Reduzierung der Sickerwasserneubildung (z.B. Abdeckung, Bepflanzung) erforderlich. Bei der Umsetzung möglicher Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass das gesamte Haldengelände als FFH-Gebiet ausgewiesen ist (s.o.).

N

HSK5

18

HSK 5

Eickhoff-Stollen
TÖB 3458/5686/002

686426

21

Ramsbeck

Stollen Willibald I
TÖB 3459/5686/007

Stollen Willibald II
TÖB 3459/5686/001

Stollen Willibald III
TÖB 3459/5686/002

Stollen Willibald IV
TÖB 3458/5686/001

Aufbereitung

HSK 10

Eltmecke-Bach

HSK10

Valme

4

HSK 8

HSK8

Ramsbecker Erzbezirk

90 45 0 90 Meter

DGK5: 4616-27 Ramsbeck, 4716-03 Werdern
© Geobasisdaten: Land NRW, Bonn 1372/2010

Legende

- Erzrevier
- HSK 10 — Verdachtspunkt Belastungsquellen mit Benennung
- 21 — Auszug aus BAVKAT mit Kennnummer
- 686426 — Gütemessstelle mit Messstellen-Nummer
- HSK 10 — Probenahmestelle LANUV mit Bezeichnung
- Halden/Aufschüttungen
- Spül- und Klärteiche
- Stollen

**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Objektsteckbrief
Hauptbelastungspunkt HSK 10
Aufbereitung Willibald

Anlage 5.7a

entworfen :	Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet : MP				
geprüft : PR	14.09.2012		1:5.000	ERZ

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

YG1S13_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\99_Objektsteckbriefe_Karten\5_7a_Steckbrief_HSK_10_Aufbereitung_Willibald.mxd

Belastungsquelle Objekt ID **OBK 4**	**Grube Bliesenbach (Pb, Zn)**	**Spülteiche, Halden und Stollen am Loopebach**

1	**Allgemeine Angaben**				
1.1	Erzrevier	**Bensberger Erzrevier**			
1.2	Regierungsbezirk	Köln	1.7	Gewässer (Einleitung)	Loopebach
1.3	Kreis	Oberbergischer Kreis	1.8	Gewässer (WRRL)	Loopebach
1.4	Ortschaft	Engelskirchen-Loope	1.9	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_272872_0
1.5	TK25 / DGK5	5010 / 5010-08	1.10	Wasserkörpergruppe	WKG_SIE_1202
1.6	Rechtswert/Hochwert	2597182/5649759	1.11	Planungseinheit	PE_SIE_1200

2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**	
2.1	Name der Grube /des Grubenfeldes	**Bliesenbach**
2.2	Beschreibung der Lagerstätte / abgebaute Erze	Die Grube Bliesenbach baute auf einem Gangzug von hydrothermalen Zink-Blei-Vererzungen im Unterdevon. Der Gangzug erstreckt sich über eine Länge von rd. 500 m in NW-SE-Richtung und war bis in eine Tiefe von rd. 600 m abbauwürdig. Der Aufbau des Gangzuges ist gekennzeichnet durch einen rd. 300 m langen E-W-verlaufenden Hauptgang, der eine Mächtigkeit von bis zu 30 m erreichte. Im Osten wird der Hauptgang durch N-S-verlaufende Quergänge begrenzt. Der überwiegend Zinkblende führende Haupt-Quergang war auf etwa 200 m Länge aufgeschlossen und erreichte eine Mächtigkeit bis zu 6 m.
2.3	Schwermetallspektrum	**Hauptelemente: Pb, Zn** **Nebenelemente: Fe, Cu, Ag, Cd, Ni, Co, Sb, Hg**
2.4	Grober historischer Abriss und Aufbau der Grube	Im Bereich der Grube Bliesenbach wurde vermutlich bereits in römischer Zeit und im Mittelalter nach Erzen geschürft. Die wichtigste Betriebsperiode lag um die Wende des 19. Jhd., zwischen 1883 und 1926. Die Grube ist durch mehrere Stollen und zwei Hauptschächte erschlossen. Um 1891 ging man zum Tiefbau über und erschloss zunächst mit dem Kunigunde-Schacht (TÖB 2597/5650/006) die Gangbereiche unterhalb der Stollensohlen. Im westlichen Teil des Hauptganges wurde in der letzten Betriebsperiode von einem Blindschacht ausgehend der Gang bis zur 522 m-Sohle aufgeschlossen; hier nahm die Vererzung aber stark ab. Dem Maschinenschacht zum Tal hin vorgelagert, unmittelbar unterhalb des Mittleren Stollens, lag die Aufbereitung mit entsprechenden Halden und Spülteichen (s.u.).
2.5	Umfang des Bergbaus	Die Bereiche des oberflächennahen Bergbaus mit den alten Pingen und oberflächennahen Stollen erstrecken sich um die beiden Hauptschächte über eine Fläche von rd. 15 ha. Darüber hinaus orientierte sich der Tiefbergbau vor allem nach Westen im Bereich des Hauptganges. Die Umhüllende der Abbaubereiche der Grube Bliesenbach umfasst im Grundriss eine Fläche von rd. 27 ha. [2] Zwischen 1883 und 1926 lieferte die Grube Erze mit einem ausbringbaren Metallgehalt von rd. 63.000 t Zink und 43.000 t Blei bei einem Verhältniss Zn:Pb von rd. 1,5. Die Grube Bliesenbach war eine der produktivsten Gruben des Bensberger Erzreviers.
2.6	Entwässerung der Grubenbaue	Die Entwässerung der Grubenbaue erfolgt gemäß dem Ergebnis einer Geländebegehung am 31.01.2012 im Bereich des Mittleren Stollens oder Wilhelm-Stollens (TÖB 2597/5649/001); das Stollenmundloch liegt bei rd. 153 mNHN. Das intensiv ockerfarbene Grubenwasser strömt vom Mundloch über ein offenes Gerinne dem Loopebach zu. Am Mundloch des Tiefen Stollens (TÖB 2597/5649/010, Stollenmundloch bei rd. 128 mNHN) tritt kein Wasser aus; wahrscheinlich ist der Stollen verbrochen. In [1] wird noch über Wasseraustritte am tiefen Stollen berichtet. Im Rahmen der Begehung am 31.01.2012 wurde der Wasserzulauf am Mundloch des Mittleren Stollens mit rd. 1 bis 2 l/s abgeschätzt.
2.7	Halden, Spülteiche	Halden finden sich heute einerseits im Waldbereich um die beiden Hauptschächte sowie insbesondere um die Aufbereitung entlang des Loopebachs; hier erstrecken sich Spülteiche und Halden über eine Gesamtfläche von 7 ha. Die Spülteiche wurden überhaldet; das Gelände zwischen Loopebach und dem Forstweg, westlich des mittleren Stollens, ist heute ein langgezogener Geländerücken mit leichter Bewaldung. Südöstlich des Mittleren Stollens fällt das z.T. mit jungen Laubbäumen bestandene Haldengelände flach zum Loopebach ab.

2.8	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 - 5010 Engelskirchen
3	**Belastungssituation**	
3.1	Belastungspfade	- Wasseraustritte aus dem mittleren Stollen; Zulauf über offenes Gerinne in Loopebach - diffuse Sickerwasseraustritte aus den Halden- und Spülteichen entlang des Loopebachs - Schwerpunkt liegt in der Sedimentbelastung
3.2	Konzentrationen/Frachten	Für die Grube Bliesenbach liegen Analysedaten aus Juli 2010 vor. Zwischen den Probenahmepunkten PIII (oberstrom) und PI (unterstrom) kommt es zu folgenden Konzentrationserhöhungen: Zink: + 0,823 mg/l Blei: + 0,0005 mg/l Cadmium: + 0,00165 mg/l Arsen: + 0,0003 mg/l Über die Größe des Einzugsgebietes Loopebach oberhalb der Grube Bliesenbach (ca. 12 km²) wurde unter Ansatz von Niederigwasserverhältnissen (3l/s/km²) ein Abfluss von ca. 36 l/s abgeschätzt. Unter Ansatz dieses Abflusses ergeben sich folgende Frachteinträge über die Grube Bliesenbach: Zink: 1 t/a Cadmium: 2 kg/a Blei: 0,6 kg/a Arsen: 0,3 kg/a Der Haupteintrag von Arsen erfolgt dabei über den Bereich „Quelle“ (in 2010 Probenahmepunkt II)
3.3	Auswirkungen	Der Wasserkörper DE_NRW_272872_0 (Loopebach) weist einen guten ökologischen Zustand (und somit keine Schwermetallauffälligkeiten für die Ökochemie) auf, aber der chemische Zustand wird als „nicht gut“ bewertet. Zwar sind absolut gesehen die Frachteinträge der Grube Bliesenbach nach den durchgeführten Abschätzungen höher als die der Grube Silberkaule, aber die Frachten der für den chemischen Zustand entscheidenden Parameter Blei und Cadmium sind wiederum für die Grube Silberkaule höher. Für die Defizite des chemischen Zustands sind somit beide Gruben in vergleichbarer Weise verantwortlich und beide Gruben tragen auch zu den Defiziten bei der Ökochemie (Zink) bei. Nur durch die absolut gesehen höheren Frachten erhält die Grube Bliesenbach eine etwas höhere Gesamtbewertung.
4	**Maßnahmen**	
4.1	Bereits getroffene Maßnahmen	
4.2	Zielsetzung weiterer Maßnahmen	Minimierung der Sickerwasserneubildung im Haldenbereich entlang des Loopebachs (Halden und Spülteiche)
4.3	Maßnahmenvorschlag	- Abdeckung und Bepflanzung der Haldenbereiche; - Abdichtung der Gerinnesohlen im Haldenbereich. Bei der Umsetzung möglicher Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass das gesamte Haldengelände entlang des Loopebachs sowie auch der oberhalb gelegene Bereich des ehemaligen Betriebsgeländes der Grube Bliesenbach um die Hauptschächte heute als Naturschutzgebiet ausgewiesen ist (GM-064, GM-065; Quelle: LINFOS NRW).

Legende

- OBK 4 — Verdachtspunkt Belastungsquellen mit Benennung
- 1 — Auszug aus BAVKAT mit Kennnummer
- Verbreitungsgebiet des oberflächennahen Bergbaus
- Spül- und Klärteiche
- Halden
- Umhüllende Abbaubereiche
- Stollen
- offenes Gerinne

N

Schacht Kunigunde
TÖB 2597/5650/006

Mittlerer Stollen
TÖB 2597/5649/001

OBK 4

Tiefer Stollen
TÖB 2597/5649/010
Mundloch verbrochen

Wasseraustritt

Einleitstelle

offenes Gerinne

Maschinenschacht II
TÖB 2597/5649/004

Büdessiefen

Loopebach

Huhardt

Hüttenberg

Unterbüchel

Kirchenhau

Bergholz

N.S.G.

100 50 0 100 Meter

DGK5: 5010-02 Grünscheid, 5010-03 Engelskirchen, 5010-08 Loope, 5010-09 Altenhahn
© Geobasisdaten: Land NRW, Bonn 1372/2010

**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Objektsteckbrief
Hauptbelastungspunkt OBK 4
Grube Bliesenbach

Anlage 5.8a

entworfen :	Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet : MP				
geprüft : PR	14.09.2012		1:5.000	ERZ

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

YGIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\99_Objektsteckbriefe_Karten\5_8a_Steckbrief_OBK_4_Grube_Bliesbach.mxd

Belastungsquelle Objekt ID **OBK 5**	**Grube Silberkaule (Pb, Zn)**	**Halden und Stollen am Heckbach**

1	**Allgemeine Angaben**				
1.1	Erzrevier	**Bensberger Erzrevier**			
1.2	Regierungsbezirk	Köln	1.7	Gewässer (Einleitung)	Heckbach
1.3	Kreis	Oberbergischer Kreis	1.8	Gewässer (WRRL)	Loopebach
1.4	Ortschaft	Engelskirchen-Loope	1.9	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_272872_0
1.5	TK25 / DGK5	5010 / 5010-15	1.10	Wasserkörpergruppe	WKG_SIE_1202
1.6	Rechtswert/Hochwert	2598901/5647714	1.11	Planungseinheit	PE_SIE_1200

2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**	
2.1	Name der Grube /des Grubenfeldes	**Silberkaule**
2.2	Beschreibung der Lagerstätte / abgebaute Erze	Die Grube Silberkaule baute auf einem Gangzug von hydrothermalen Blei-Zink-Vererzungen im Unterdevon. Die Vererzung ist als sehr zinkarmes Bleiglanzstockwerk charakterisiert. Der Gangzug erstreckt sich entlang einer bis zu 12 m mächtigen vererzten Störungszone über eine Länge von rd. 600 m in SW-NE-Richtung. Neben der Hauptstörung waren im Hangenden einige Begleitstörungen vererzt. Die reichsten Vererzungen traten im oberflächennahen Bereich bis zur 27 m-Sohle auf, wo der Gang auf einer Länge von 340 m bauwürdig war; bis zur tiefsten Sohle, der 146 m-Sohle ging die bauwürdige Ganglänge auf 40 m zurück. Der östliche Teil der im Niveau der Stollensohle noch bis unter den Heckbach aufgeschlossen wurde, wurde unbauwürdig vorgefunden.
2.3	Schwermetallspektrum	**Hauptelemente: Pb, Zn** **Nebenelemente: Fe, Cu, Ag, Cd, Ni, Co, Sb, Hg**
2.4	Grober historischer Abriss und Aufbau der Grube	Der Abbau auf der Grube Silberkaule geht bis in das 17. Jhd. zurück. Der Ausbissbereich des Ganges ist durch einen rd. 600 m langen und bis zu 30 m breiten Pingenzug gekennzeichnet. Vom Heckbachtal aus ist die Verzungszone durch einen rd. 300 m langen, querschlägig aufgefahrenen Stollen aufgeschlossen. Im Niveau der Stollensohle wurde die erzführende Störungszone auf einer Länge von rd. 750 m erschlossen. Der östliche Teil war allerdings unbauwürdig. Im 19. Jhd. waren die Hauptbetriebsphasen zwischen 1835 und 1844 sowie nach einer Betriebspause wegen Wasserhaltungsschwierigkeiten zwischen 1863 und 1898. In den 1830'er Jahren wurde der Stollen wieder aufgewältigt und der Tiefbau bis 35 m unter die Stollensohle eröffnet. Nach 1863 erfolgte der Abbau im Wesentlichen im Tiefbau, unterhalb der Stollensohle. Die Grube wurde bis zur tiefsten 146 m-Sohle aufgefahren; in den 1870'er Jahren wurde ein neuer Maschinenschacht (Mala-Schacht) hergestellt. Im Tiefbau wurde die Lagerstätte so durch drei Schächte und fünf Tiefbausohlen bis in eine Teufe von nur rd. 176 m erschlossen. Nachdem aber auch in den tiefen Sohlen keine abbauwürdigen Erze mehr aufgeschlossen werden konnten, musste die Grube Ende der 1890'er Jahre stillgelegt werden.
2.5	Umfang des Bergbaus	Die untertägig ausgeschlossenen Bereiche der Grube Silberkaule erstrecken sich über eine Grundfläche von rd. 14 ha. Im Zeitraum zwischen 1868 und 1896 förderte die Grube Silberkaule einem ausbringbaren Metallgehalt von rd. 20.645 t Blei und nur 254 t Zink bei einem Verhältnis Pb:Zn von rd. 100. Damit gehörte die Grube Silberkaule zu den bedeutenden im Bensberger Erzrevier; die letzte Förderung erfolgte 1898. Dem Mundloch vorgelagert lag eine Aufbereitung, über deren Betrieb aber keine näheren Angaben vorliegen. Es haben sich Spülteiche und umfangreiche Halden erhalten (s.u.); das Haldenmaterial wurde in der Vergangenheit z.T. für den Wegebau abgefahren.
2.6	Entwässerung der Grubenbaue	Die Entwässerung der Grubenbaue erfolgt noch heute über den Stollen, der sich rd. 70 m vor dem Mundloch in zwei Teilstrecken aufteilt. Die Mundlöcher sind verfallen; das südöstliche Mundloch wurde vor einigen Jahren durch die Bergbehörde gesichert und mit Schotter überschüttet. Aus den Mundlochbereichen beider Teilstrecken tritt Grubenwasser aus. Über ein offenes Gerinne strömt das Grubenwasser dem Heckbach zu; das Gerinnebett ist durch intensiv

		ockerfarbene Eisenausfällugngen gekennzeichnet. Im Rahmen einer Begehung am 31.01.2012 wurde die Abflussmenge aus beiden Stollenmundlöchern mit rd. 4 l/s abgeschätzt.
2.7	Halden, Spülteiche	Unterhalb des Stollenmundlochs erstrecken sich die Flächen der Aufbereitung über eine Länge von rd. 500 m und mit einer Breite bis zu 80 m über das Heckbachtal (Grundfläche rd. 3 ha). Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Halden, aber auch um zwei Spülteiche, die im Talbereich angelegt waren. Im nördlichen Teil des Haldenkomplexes durchschneidet der Heckbach die Halde in einer steilen Schlucht; hier führte ehemals ein Weg über das Tal und der Bach war offensichtlich verrohrt. Die Haldenböschungen sind örtlich sehr steil und erreichen Höhen bis zu 14 m. Die Halden sind hier überwiegend unbewachsen.
2.8	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 - 5010 Engelskirchen [3] Geochemie und Vererzung im Rheinischen Schiefergebirge.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 34; Krefeld.
3	**Belastungssituation**	
3.1	Belastungspfade	- Wasseraustritte aus dem Stollen; - diffuse Sickerwasseraustritte aus den Halden- und Spülteichen im Heckbachtal - Erosion des Haldenmaterials durch den Heckbach - Schwerpunkt Sedimentbelastung
3.2	Konzentrationen/Frachten	Für die Grube Silberkaule wurden auf Basis der Analysenergebnisse des LANUV im Februar 2012 und abgeschätzten Abflüssen von 10 l/s am Probenahmepunkt OBK 5/1 und 25 l/s am Probenahmepunkt OBK 5/2 folgende Frachten abgeschätzt: Zink: 150 kg/a Blei: 10 kg/a Cadmium: 0,5 kg/a Arsen: 1,5 kg/a Insbesondere für die Grube Silberbach ist jedoch anzumerken, dass durch die unbedeckten Halden, an deren Fuß der Heckbach bzw. Loopebach unmittelbar entlangfließt, der Frachteintrag in das Gewässer sehr stark von den Niederschlagsverhältnissen abhängt und bei Starkregenereignissen mit wesentlich höheren Frachteinträgen zu rechnen ist.
3.3	Auswirkungen	Der Wasserkörper DE_NRW_272872_0 (Loopebach) weist einen guten ökologischen Zustand (und somit keine Schwermetallauffälligkeiten für die Ökochemie) auf, aber der chemische Zustand wird als „nicht gut“ bewertet. Zwar sind absolut gesehen die Frachteinträge der Grube Bliesenbach nach den durchgeführten Abschätzungen höher als die der Grube Silberkaule, aber die Frachten der für den chemischen Zustand entscheidenden Parameter Blei und Cadmium sind wiederum für die Grube Silberkaule höher. Für die Defizite des chemischen Zustands sind somit beide Gruben in vergleichbarer Weise verantwortlich und beide Gruben tragen auch zu den Defiziten bei der Ökochemie (Zink) bei. Nur durch die absolut gesehen höheren Frachten erhält die Grube Bliesenbach eine etwas höhere Gesamtbewertung.
4	**Maßnahmen**	
4.1	Bereits getroffene Maßnahmen	
4.2	Zielsetzung weiterer Maßnahmen	- Minimierung der Sickerwasserneubildung im Haldenbereich - Minimierung der Haldenerosion durch den Heckbach - Reduzierung der Schwermetallfracht aus dem Stollen
4.3	Maßnahmenvorschlag	- Profilierung, Abdeckung und Bepflanzung der Halden und Spülteichflächen - Befestigung des Bachbettes, ggfs. abschnittsweise Verrohrung Alternativ ggfs. Einrichtung von Belüftungssystemen und Sedimentationsbecken. Falls dies nicht ausreichend sein sollte ggfs. Reaktionsbecken im Abstrom der Halden Bei der Umsetzung möglicher Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass das gesamte Heckbachtal mit den Halden und Spülteichen heute als Naturschutzgebiet ausgewiesen ist (GM-064; Quelle: LINFOS NRW).

Legende

- OBK 5 — Verdachtspunkt Belastungsquellen mit Benennung
- 2 — Auszug aus BAVKAT mit Kennnummer
- OBK5/1 — Probenahmestelle LANUV mit Bezeichnung
- Verbreitungsgebiet des oberflächennahen Bergbaus
- Spül- und Klärteiche
- Halden
- Umhüllende Abbaubereiche
- Stollen
- offenes Gerinne

N

← Loopebach

OBK5/2

OBK 5

2

Aufbereitung

Stollen Silberkaule
TÖB 2598/5647/010

Stollen Silberkaule
TÖB 2598/5647/001

offenes Gerinne

OBK5/1

Wasseraustritt

Wasseraustritt

Hecksiefen

Heckbach

Mala-Schacht
TÖB 2598/5647/008

Bour-Schacht
TÖB 2598/5647/009

Clara-Paula-Schacht
TÖB 2598/5647/006

100 50 0 100 Meter

DGK5: 5010-09 Altenhahn, 5010-10 Kaltenbach,
5010-15 Heckhaus, 5010-16 Drabenderhöhe-West
© Geobasisdaten: Land NRW, Bonn 1372/2010

**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Objektsteckbrief
Hauptbelastungspunkt OBK 5
Grube Silberkaule

Anlage 5.9a

		Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
entworfen :					
gezeichnet :	MP	14.09.2012		1:5.000	ERZ
geprüft :	PR				

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

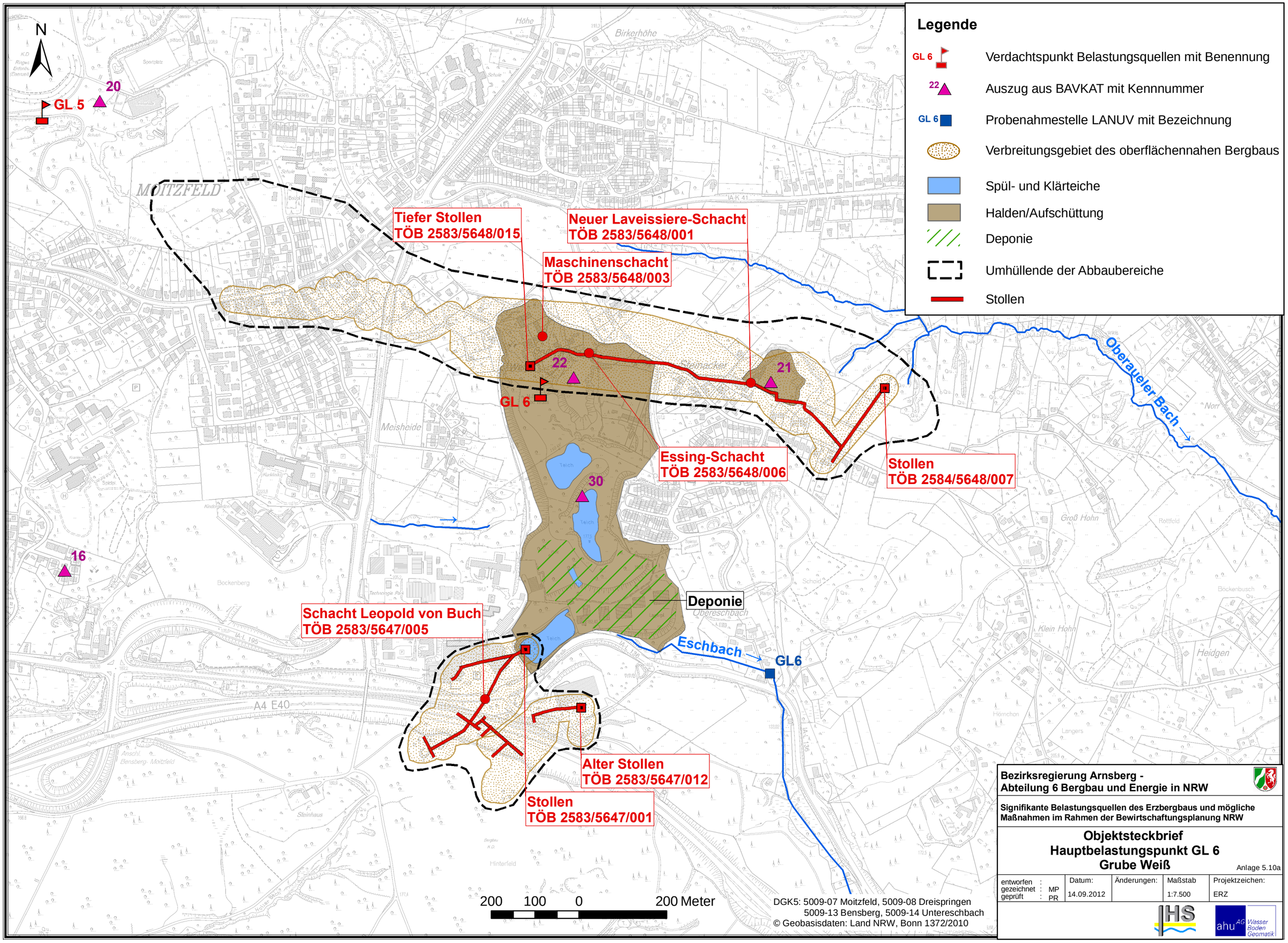
YGIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\99_Objektsteckbriefe_Karten\5_9a_OBK_5_Grube_Silberkaule.mxd

Belastungsquelle Objekt ID GL 6	Grube Weiß (Pb, Zn)	Spülteiche, Halden und Stollen

1	Allgemeine Angaben				
1.1	Erzrevier	**Bensberger Erzbezirk**			
1.2	Regierungsbezirk	Köln	1.7	Gewässer (Einleitung)	Eschbach
1.3	Kreis	Rheinisch-Bergischer Kreis	1.8	Gewässer (WRRL)	Sülz
1.4	Ortschaft	Bergisch-Gladbach-Moitzfeld	1.9	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_27288_10626
1.5	TK25 / DGK5	5009 / 5009-07/13	1.10	Wasserkörpergruppe	WKG_SIE_1103
1.6	Rechtswert/Hochwert	2583704 / 5648235	1.11	Planungseinheit	PE_SIE_1100

2	Lagerstätten-/Bergbaudaten	
2.1	Name der Grube /des Grubenfeldes	**Konsolidation Weiß**
2.2	Beschreibung der Lagerstätte / abgebaute Erze	Die Grube Weiß baute auf einem in W-E- Richtung streichenden, überwiegend mit Zinkblende und nur wenig Bleiglanz vererzten Gangzug von insgesamt rd. 1,5 km Länge. Der Hauptgang war lokal verzweigt; die Mächtigkeit der Gangzonen erreichte Beträge bis zu 30 m. Unterhalb der 285 m-Sohle verkürzten sich die Gangzonen und vertaubten sukzessive.
2.3	Schwermetallspektrum	**Hauptelemente: Zn, Pb** **Nebenelemente: Fe, Cu, Ag, Cd, Ni, Co, Sb, Hg**
2.4	Grober historischer Abriss und Aufbau der Grube	Für die Grube Weiß sind erste Abbautätigkeiten zum Beginn des 19. Jhd. dokumentiert. Regulärer Betrieb begann in der Mitte des 19. Jhd., wo sich ein intensiver Stollenbetrieb auf den oberflächennahen Erzmitteln entwickelte. In den 1860'er Jahren ging man zum Tiefbau unterhalb der Stollensohlen über. Die Grube Weiß entwickelte sich in den 1860'er und 1870' er Jahren zur förderstärksten Grube des Bensberger Reviers. Die tieferen Sohlen wurden durch mehrere Schächte in unterschiedlichen Niveaus aufgeschlossen. Aber gegen Ende der 1880'er Jahre endete die Blütezeit der Grube Weiß bereits, da keine befriedigenden Neuaufschlüsse gemacht werden konnten. Mit wechselndem Erfolg schloss man die vererzte Störungszone in immer größeren Teufen auf; die tiefste, die 13. Sohle, erreichte eine Teufe von 419 m. 1930 wurde die Grube Weiß schließlich aufgrund der Erschöpfung der Lagerstätte stillgelegt. Zum Zeitpunkt der Stilllegung war die Grube durch drei Schächte und einen Stollen aufgeschlossen. Die Grube Weiß unterhielt eine umfangreiche Aufbereitung, die auch eine Schlammaufbereitung umfasste. Die Aufbereitung wurde auch nach der Stilllegung der Erzförderung noch weiter betrieben. Die Schlämme aus den Klärteichen sowie die Halden wurden nochmals aufgearbeitet. Darüber hinaus wurden auch Schlämme und Halden der benachbarten Gruben aufgearbeitet. Die Abgänge aus dieser Aufbereitung wurden weitflächig als Sandhalden bis in den Bereich Obereschbach hinein abgelagert. 1957 wurde auch die Aufbereitung schließlich stillgelegt.
2.5	Umfang des Bergbaus	Die Bereiche des oberflächennahen Bergbaus erstrecken sich in der Ausbisszone des Erzganges über eine Fläche von rd. 20 ha. Zusammen mit dem Tiefbau erstreckt sich der Abbaubereich der Grube Weiß im Grundriss über eine Fläche von rd. 44 ha. Der Metallinhalt der Gesamtproduktion beträgt gemäß [2]: 216.360 t Zn, 11.520 t Pb (Verhältnis Zn:Pb = 19). In den Jahren 1900 bis 1908 förderte man 95.979 t Zinkerze und 1.880 t Bleierze. Die Aufbereitung erzeugte nach der Einstellung der Erzförderung zwischen 1931 und 1956 noch weitere 69.000 t Zink- und Erzkonzentrate. Allein im Jahr 1953 arbeitete die Anlage rd. 220.000 t Material auf.
2.6	Entwässerung der Grubenbaue	Die Entwässerung der Grube muss über den Hauptstollen erfolgen; der Stollen weist zwei Mundlöcher, eines im Tal des Oberauler Baches sowie eines am Maschinenschacht auf; das Stollenmundloch am ehemaligen Maschinenschacht ist möglicherweise überschüttet. Konkrete Angaben über Wasseraustritte liegen nicht vor.
2.7	Halden, Spülteiche	Die Halden und Spülteiche der ehemaligen Aufbereitung erstrecken sich zusammen mit der Maschinenschachthalde und den Aufschüttungen um das ehemalige Betriebsgelände der Grube Weiß zwischen Moitzfeld und Obereschbach über eine Fläche von rd. 22 ha im Wesentlichen über den Nordosthang des Eschbachtales.

		Im südlichen Teil des Haldengeländes wurde später noch eine Deponie angelegt; über die genaue Lage und die hier abgelagerten Materialien lagen im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung keine Angaben vor. Der Eschbach wurde im Deponiebereich verrohrt. Unmittelbar südlich des Haldengeländes der Grube Weiß baute die Grube Leopold von Buch, die 1880 mit der Grube Weiß konsolidiert wurde. Der ehemalige Spülteich der Grube Leopold von Buch wurde um 1960 ausgekoffert und als Feuerlösch- und Anglerteich umfunktioniert [2].
2.8	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 -5009 Overath [3] Geurts et al. (2003): Das Erbe des Erzes, Band 2.
3	**Belastungssituation**	
3.1	Belastungspfade	Das ehemalige Betriebs- und Haldengelände der Grube Weiß ist durch ein komplexes Abflussgeschehen mit unterschiedlichen Belastungsquellen gekennzeichnet. Dabei handelt es sich um - diffuse Sickerwasserzutritte aus den Haldenbereichen - mögliche Wasserzutritte aus dem Stollen - Sickerwasserzutritte aus dem Deponiebereich - potenzielle Schadstoffeinträge aus der Entwässerung der nahgelegenen BAB A4. Im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung war es nicht möglich, die einzelnen Belastungspfade mit ausreichender Sicherheit quantitativ abzuschätzen und ihre Bedeutung für die Schwermetallbelastung im Eschbach zu bewerten. Hier besteht weiterer Untersuchungsbedarf.
3.2	Konzentrationen/Frachten	Für den Verdachtspunkt Grube Weiß ist das lokale Abflussmodell nach Auskunft des Rheinisch-Bergischen Kreises nicht eindeutig, da sich verschiedene Einflüsse wie Gewerbe, Autobahn, Altdeponie und Altbergbau überlagern. Die Analysenergebnisse des LANUV aus Februar 2012 zeigen massive Belastungen des Eschbaches: Cadmium: 20 µg/l Nickel: 120 µg/l Zink: 22.000 µg/l Kobalt:34 µg/l Silber: 0,025µg/l Da keine Abflusswerte für den Eschbach vorliegen, konnten keine Frachten quantifiziert werden; aufgrund der sehr hohen Konzentrationen für die o.g. Stoffe wird jedoch im Rahmen der vorliegenden Signifikanzbewertung eine mittlere Fracht (1 – 10 t/a) angenommen.
3.3	Auswirkungen	Während die Sülz im Oberlauf einen guten chemischen Zustand aufweist, wird der chemische Zustand des betroffenen Wasserkörpers DE_NRW_27288_10626 mit „nicht gut“ bewertet. Die gesamte Sülz zeigt einen nur mäßigen ökologischen Zustand, wobei der Wasserkörper DE_NRW_27288_10626 bei der Ökochemie eine relevante Zink-Belastung aufweist. Eine signifikante Belastung des Eschbachs aus dem Altbergbau kann nach Auskunft des Rheinisch-Bergischen Kreises jedoch angenommen werden. Aufgrund der vorliegenden Analysenergebnisse wird eine negative Beeinträchtigung des chemischen und ökochemischen Zustandes durch Belastungen aus dem Bereich der Grube Weiß als möglich angesehen.
4	**Maßnahmen**	
4.1	Bereits getroffene Maßnahmen	
4.2	Zielsetzung weiterer Maßnahmen	Zunächst Ermittlung und Bewertung der einzelnen Belastungspfade ehe ggf. Maßnahmen konzipiert werden können.
4.3	Maßnahmenvorschlag	Bei der Planung von Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass nahezu das gesamte Betriebsgelände der Grube Weiß mit den Haldenbereichen heute als Naturschutzgebiet (GL-059) bzw. FFH-Gebiet (DE-5009-301) ausgewiesen ist (Quelle: LINFOS NRW)



YGIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\99_Objektsteckbriefe_Karten\5_10a_Steckbrief_GL_6_Grube_Weiss.mxd

Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Objektsteckbrief
Hauptbelastungspunkt GL 6
Grube Weiß

Anlage 5.10a

entworfen :		Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet :	MP	14.09.2012		1:7.500	ERZ
geprüft :	PR				

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

Belastungsquelle Objekt ID SI 7	Grube Altenberg / Heinrichssegen / Victoria (Pb, Zn)	Spülteiche, Halden und Stollen

1	Allgemeine Angaben				
1.1	Erzrevier	**Müsener Erzbezirk**			
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	1.7	Gewässer (Einleitung)	Heiminkhaus
1.3	Kreis	Siegen	1.8	Gewässer (WRRL)	Littfe
1.4	Gemeinde	Kreuztal-Littfeld	1.9	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_272146_0
1.5	TK25 / DGK5	4914 / 4914-19/25	1.10	Wasserkörpergruppe	WKG_SIE_1402
1.6	Rechtswert/Hochwert	2640668 / 5654155	1.11	Planungseinheit	PE_SIE_1400

2	Lagerstätten-/Bergbaudaten	
2.1	Name der Grube /des Grubenfeldes	**Altenberg / Heinrichssegen / Victoria**
2.2	Beschreibung der Lagerstätte / abgebaute Erze	Die Gruben Altenberg, Heinrichssegen und Victoria bauten auf mehreren Blei-Zink-Erz-führenden Gängen zu beiden Seiten des Tales der Heiminkhaus. Die Grube Altenberg baute auf vier Blei-Zink-Erz-führenden Gängen auf der südwestlichen Seite des Heiminkhaustales. Der Altenberg Gang, als bedeutendster Gang, lag in einer 46 m breiten Zerrüttungszone, in der die Erztrümmer Mächtigkeiten bis zu 4 m erreichten; die bauwürdige Länge betrug rd. 350 m. Neben Bleiglanz und Zinkblende traten Fahlerze, Schwefel- und Kupferkies auf. Die Grube Victoria baute im Wesentlichen auf drei, grob Nord-Süd-streichenden Gängen. In den oberen Teufen wurden im Wesentlichen Bleiglanz, daneben auch Zinkblende, Kupferkies, Fahlerz und Siderit gewonnen; zur Teufe ging die Vererzung in Siderit über. Die Grube Heinrichssegen baute auf der südlichen Verlängerung der im Feld Victoria abgebauten Gänge. Abgebaut wurden zwei N-S-streichende Gänge mit einer bauwürdigen Länge von rd. 150 m bei einer Mächtigkeit bis zu 10 m. Die Gänge der Grube Heinrichssegen galten als bedeutendste Fahlerzgänge des Müsener Reviers.
2.3	Schwermetallspektrum	**Hauptelemente: Pb, Zn, Cu** **Nebenelemente: Fe, Ag, Cd, As, Sb, Hg, Ba**
2.4	Grober historischer Abriss und Aufbau der Grube	Die Grube Altenberg gehört zu einer der ältesten Gruben im Müsener Revier. Bergbau wird urkundlich im 16. Jhd. erwähnt; Abbau erfolgte aber schon einige hundert Jahre zuvor. Im Bereich der Gruben Victoria und Heinrichssegen begann der Bergbau im 17. Jhd.; die Grube Heinrichssegen wurde 1917 stillgelegt und 1919 mit Viktoria vereinigt. Die Grube Altenberg wurde durch mehrere Stollen sowohl von SE, aus dem Bereich Müsen, als auch von NW, aus dem Bereich Littfeld, aufgeschlossen. Das Mundloch des 1836 aufgefahrenen Tiefen Stollen liegt auf der NW-Seite im Heiminkhaustal (TÖB 3430/5652/001). Darüber hinaus verfügte die Grube über einen 248 m tiefen Maschinenschacht, der ab 1863 abgeteuft wurde. In den 1890er Jahren nahm die Förderung ständig ab; 1894 wurde der Betrieb schließlich vorübergehend eingestellt.1897 wurde die Grube Altenberg mit Heinrichssegen vereinigt. Am Stollenmundloch wurde eine neue umfangreiche Aufbereitung errichtet und die Grube bis in das Niveau der 160 m-Sohle vorgerichtet. Dennoch musste die Grube 1914 wegen starker Wassereinbrüche und unzureichender Erzführung stillgelegt werden. Die Grube Victoria war durch den Maschinenschacht bis in das Niveau der 580 m-Sohle-aufgeschlossen; mittels zweier Blindschächte gelangte man bis auf die 705 m-Sohle. Der Maschinenschacht der Grube Heinrichssegen reichte bis in das Niveau der 60 m-Sohle. Daneben sind zahlreche Stollen des tagesnahen Abbaus dokumentiert. Beide Gruben sind im Niveau des Tiefen Heinrichssegener Stollen verbunden, der zwischen 1845 und 1856 bis an den Hauptgang der Grube Heinrichssegen aufgefahren wurde. Im Jahre 1898 wurde auf der Grube Victoria eine große Aufbereitung errichtet; 1907 wurde die Anlage durch eine elektromagnetische Separation ergänzt. Im Jahre 1927 wurde die Grube Victoria schließlich stillgelegt. 1929 wurde nur die Aufbereitungsanlage wieder in Betrieb genommen und zusätzlich eine Flotation errichtet. In der Aufbereitungsanlage wurden die Halden auch der Gruben im näheren Umfeld nochmals durchgearbeitet; die Anlage arbeitete noch bis 1965.
2.5	Umfang des Bergbaus	Die Abbaubereiche der Gruben Altenberg /Heinrichssegen und Victoria erstrecken sich über eine Grundfläche von rd. 50 ha (Altenberg) bzw. rd. 38 ha (Heinrichssegen und Victoria). Die erzielten Abbauteufen sind oben aufgeführt.

		Eine Überblick über die Fördermengen geben folgende Angaben [3]: - Grube Altenberg 1852 bis 1914: 36.000 t Bleierze und 28.300 t Zinkerze. - Grube Heinrichssegen 1816 bis 1918: 22.293 t Fahlerz, 15.434 t Bleiglanz und 3.648 t Kupfererz. - Grube Victoria (ab 1919 mit Heinrichssegen) 1851 bis 1927: 150.237 t Eisenerz und von 1839 bis 1931 97.200 t Bleierz, 21.700 t Zinkerz 2.400 t Kupfererz und 2.000 t Fahlerz.
2.6	Entwässerung der Grubenbaue	Anhand der Darstellung von Wasseraustritten in der DGK5 und der Zuordnung zu den im Grubenbild dokumentierten Grubenbauen ist mit Grubenwasseraustritten an folgenden Stollenmundlöchern zu rechnen: - Grube Victoria: Tiefer Victoria-Stollen (464 mNHN, TÖB 3431/5653/006) - Grube Heinrichssegen: Tiefer Stollen (387 mNHN, TÖB 3430/5652/001) - Grube Altenberg: Tiefer Stollen (390 mNHN, TÖB 3430/5652/004). Die Grube Altenberg war über Strecken mit der Grube Stahlberg in Müsen verbunden; ein Teil der anfallenden Grubenwässer könnte daher über die Grube Stahlberg entwässern (Kronprinz Friedrich-Wilhelm-Stollen). Über Menge und Qualität der austretenden Grubenwässer liegen keine Informationen vor. Aufgrund des Umfangs der angeschossen Grubenbaue ist mit Austrittsmengen in einer Größenordnung von jeweils 1 bis 3 l/s zu rechnen.
2.7	Halden, Spülteiche	Neben kleineren Halden an den Maschinenschächten der einzelnen Gruben sind vor allem die Flächen der Aufbereitung am Mundloch des Tiefen Altenberger Stollens sowie am SW-Rand des Abbaufeldes Heinrichssegen/Victoria (Aufbereitung Victoria) von Bedeutung. Die Spülteiche und Halden am Mundloch des Tiefen Altenberger Stollens umfassen eine Fläche von rd. 12 ha und liegen unmittelbar in der Talsohle. Das Gelände ist überwiegend nur spärlich bewachsen; eine Teilfläche wird als Modellflugplatz genutzt. Etwa 500 m nordöstlich erstreckt sich das Gelände der ehemaligen Aufbereitung Victoria im Hangebereich entlang eines Gerinnes über eine Fläche von rd. 5 ha. Das Gelände ist ebenfalls überwiegend nur spärlich bewachsen; ein Teich der Aufbereitungsanlage ist heute noch erhalten.
2.8	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Slotta Band 5/1 - Eisenerzbergbau [3] Erläuterungen GK25 -4914 Kirchhundem
3	**Belastungssituation**	
3.1	Belastungspfade	Der Talbereich der Heiminkhaus ist durch eine Vielzahl von potenziellen Belastungsquellen gekennzeichnet. Neben den Schwermetallfrachten aus den Grubenwasser führenden Stollen der Gruben Altenberg, Heinrichssegen und Victoria ist mit Schwermetall belasteten Sickerwasseraustritten aus den Halden und Spülteichen der ehemaligen Aufbereitungsanlagen zu rechnen. Auf der Grundlage des derzeitigen Erkenntnisstandes ist nur eine summarische Bewertung der Frachten am westlichen Rand, d.h. im unmittelbaren Abstrom des Betriebsgeländes der drei Gruben möglich. Hier wurde auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen durch das LANUV eine Probe aus dem Gewässer entnommen und analysiert. Eine konkrete Zuordnung der hier erkannten Schwermetallfrachten zu einer der potenziellen Verdachtsbereiche ist derzeit nicht möglich. Dazu sind weitergehende Untersuchungen erforderlich.
3.2	Konzentrationen/Frachten	Im Februar 2012 erfolgte eine Probenahme durch das LANUV im Abstrom der Grube Altenberg. Die Analysenergebnisse des LANUV zeigen insbesondere Belastungen mit Cadmium, Zink, Kobalt und Silber. Unter Annahme eines Abflusses von 10 l/s wurden folgende Frachten berechnet: Zink: 300 kg/a; Nickel: 3 kg/a; Kupfer: 1 kg/a; Blei: 0,3 kg/a
3.3	Auswirkungen	Der Wasserkörper DE_NRW_272146_0 (Littfe) weist gemäß Bewirtschaftungsplan 2010 einen guten chemischen und mäßigen ökologischen Zustand auf. Auch die Auswertungen zur Ökochemie lieferten keine Schwermetallauffälligkeiten. Aufgrund eines Hinweises der BR Arnsberg vom 23.02.2012, wonach die aktuellen Monitoringergebnisse signifikante Schwermetallbelastungen der Littfe anzeigen, wurde eine Probenahme durch das LANUV im Abstrom der Grube Altenberg veranlasst. Aufgrund der Analysenergebnisse und der ermittelten Fachten wird ein negativer Einfluss der Grube Altenberg auf den ökochemischen Zustand der Littfe als möglich angesehen.
4	**Maßnahmen**	
4.1	Bereits getroffene Maßnahmen	
4.2	Zielsetzung weiterer Maßnahmen	Bestandsaufnahme der Belastungspfade und Identifikation der maßgeblichen Emissionspfade.
4.3	Maßnahmenvorschlag	Bei der Erarbeitung von Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass die Flächen der ehemaligen aufbereiten bereichsweise als Naturschutzgebiet und auch als FFH-Gebiet ausgewiesen sind (DE 4914-303, SI-017; Quelle: LINFOS NRW)

Legende

- Erzrevier
- SI 7 — Verdachtspunkt Belastungsquellen mit Benennung
- 2 — Auszug aus BAVKAT mit Kennnummer
- SI7 — Probenahmestelle LANUV mit Bezeichnung
- Spül- und Klärteiche
- Halden/Aufschüttung
- Deponie
- Umhüllende der Abbaubereiche
- Stollen

N

Victoria

Kunstschacht
TÖB 3431/5653/011

Maschinenschacht
TÖB 3431/5653/001

Heinrichssegen

Victoria Tiefer Stollen
TÖB 3431/5653/006

Aufbereitung Victoria

Wasseraustritt

Heinrichssegen Tiefer Stollen
TÖB 3430/5653/001

Stollen Neue Gesellschaft
TÖB 3430/5652/005

Altenberger Tiefer Stollen
TÖB 3430/5652/004

Wasseraustritt (Teich)

Müsener Erzbezirk

Maschinenschacht
TÖB 3431/5652/001

Deponie

SI 7

Wasseraustritt

SI7

Aufbereitung

Wasseraustritt

Hohensteiner Tiefer Stollen
TÖB 3430/5652/002

Altenberg

SI 9

Liffe

Heiminkhaus

400 200 0 400 Meter

TK25: 4913 Olpe, 4914 Kirchhunden,
5013 Kreuztal, 5014 Hikhenbach
© Geobasisdaten: Land NRW, Bonn 1372/2010

**Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW**

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Objektsteckbrief
Hauptbelastungspunkt SI 7
Grube Altenberg

Anlage 5.11a

entworfen :		Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet :	MP	14,09.2012		1:12.500	ERZ
geprüft :	PR				

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

YG\SI3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\99_Objektsteckbriefe_Karten\5_11a_Steckbrief_SI_7_Grube_Altenberg.mxd

Belastungsquelle Objekt ID **HSK 6**	**Grube Alexander (Pb, Zn)**	**Gustav-Stollen, Halden**

1	**Allgemeine Angaben**				
1.1	Erzrevier	**Ramsbecker Erzbezirk**			
1.2	Regierungsbezirk	Arnsberg	1.7	Gewässer (Einleitung)	Nier
1.3	Kreis	Hochsauerlandkreis	1.8	Gewässer (WRRL)	Nierbach
1.4	Gemeinde	Meschede-Blüggelscheid	1.9	Oberflächenwasserkörper	DE_NRW_276134_0
1.5	TK25 / DGK5	4716 / 4716-01/02	1.10	Wasserkörpergruppe	WKG_RUH_1701
1.6	Rechtswert/Hochwert	2665207 / 5687557	1.11	Planungseinheit	PE_RUH_1700

2	**Lagerstätten-/Bergbaudaten**	
2.1	Name der Grube /des Grubenfeldes	**Grube Alexander** als Teil der Grube Vereinigte Bastenberg und Dörnberg
2.2	Beschreibung der Lagerstätte / abgebaute Erze	s. Reviersteckbrief 11-Ramsbecker Erzbezirk
2.3	Schwermetallspektrum	**Hauptelemente: Pb, Zn** **Nebenelemente: Cd, Hg, Co, Ni, Sb, Ag, Cu, As**
2.4	Grober historischer Abriss und Aufbau der Grube	Zur Historie des Gesamtbereichs der Grube Ver. Bastenberg und Dörnberg s. Reviersteckbrief 11-Ramsbecker Erzbezirk Die Grube Alexander baute auf dem westlichen Talhang eines Zulaufs des Nierbaches auf einem kleinen Erzgang des Ramsbecker Gangzuges. Auf dem gegenüberliegenden östlichen Talhang baute die Grube Glücksanfang. Im Bereich der Grube Alexander wurden kleinere Erzlinsen zunächst oberflächennah durch mehrere Stollen aufgeschlossen. Der tiefste Stollen, der Gustav-Stollen, wurde 1851 angesetzt und erreichte eine Länge von rd. 400 m. Auch die Grube Glücksanfang war durch zahlreiche oberflächennahe Stollen und Tagesstrecken aufgeschlossen, die allerdings allesamt höher lagen als der Gustav-Stollen. Daneben war die Grube Glücksanfang durch einen Schacht (Abraham-Schacht) aufgeschlossen. 1853 entstand am Mundloch des Gustav-Stollen eine Siedlung ("Kolonie Alexander"); weiterhin wurde eine Aufbereitungsanlage (Setzwäsche) eingerichtet. 1866 wurde als einer der ersten Tiefbauschächte im Ramsbecker Revier der Maschinenschacht abgeteuft und zwei Tiefbausohlen eingerichtet (60 / 105 m-Sohle). Die angetroffenen Erzvorkommen waren aber vergleichsweise wenig ergiebig. Inwieweit eine Verbindung zur Grube Glücksanfang besteht, war den vorliegenden Unterlagen nicht zu entnehmen. 1894 ließ man den Tiefbau aufgrund der starken Wasserzuläufe absaufen. 1935 wurde das Bergwerk wieder aufgewältigt, der Nagelmacker Stollen aus dem Brabecketal bis an den Maschinenschacht aufgefahren und der Maschinenschacht auf das entsprechende Niveau abgeteuft. So konnte die Grube wieder entwässert und weiter erkundet werden. 1937 wurde die Grube aber endgültig stilleglegt, da keine abbauwürdigen Erze mehr aufgefunden wurden.
2.5	Umfang des Bergbaus	Der Bereich des oberflächennahen Bergbaus der Gruben Alexander und Glücksanfang umfasst eine Fläche von rd. 36 ha. Die Umhüllende der untertägig aufgefahrenen Bereiche erstreckt sich über eine Grundfläche von rd. 57 ha. Die im Bereich der Grube Alexander an den Gustav-Stollen angeschlossenen Grubenbaue lassen sind mit rd. 50 % der Fläche abschätzen. Zwischen 1857 und 1894 gewann die Grube Alexander jährlich zwischen rd. 200 und 900 t Bleikonzentrat; ab 1878 wurden auch signifikante Mengen an Zinkkonzentrat gewonnen (um 200 t/a). Insgesamt war der Abbau auf der Grube Alexander daher nur von untergeordneter Bedeutung.
2.6	Entwässerung der Grubenbaue	Die Entwässerung der Grubenbaue erfolgt im Bereich der Gruben Alexander und Glücksanfang einerseits über den Maschinenschacht und den daran angeschlossenen tiefen Nagelmacker Stollen zur Brabecke. Das im Bereich der Grube Alexander oberhalb der Stollensohle anfallende Grubenwasser tritt aber zumindest teilweise auch am Mundloch des Gustav-Stollens aus. Im Rahmen der Begehung am 09.02.2012 wurde der

		Abfluss am Mundloch des Gustav-Stollens mit rd. 2 bis 3 l/s abgeschätzt.
2.7	Halden, Spülteiche	Kleinere Aufhaldungen finden sich heute einerseits im Bereich des Maschinenschachtes der Grube Alexander sowie andererseits an den Stollenmundlöchern der Grube Glücksanfang. Die für diesen Bereich bedeutendsten Halden sind unterhalb des Mundlochs des Gustav-Stollens im Talbereich des Zulaufs zum Nierbach entstanden. Die Halden erstrecken sich hier über eine Grundfläche von rd. 2,5 ha auf einer Länge von rd. 350 m entlang des Vorfluters. Tatsächlich wurde der Vorfluter in diesem Bereich offensichtlich schon in der Betriebsphase überschüttet. Im Rahmen der Begehung am 09.02.2012 war festzustellen, dass auch heute noch Teilabschnitte des Gewässers am Haldenrand in einem gemauerten Kanal verlaufen und hier noch überschüttet sind. Die Halden wurden zwischenzeitlich randlich abgegraben und das Material für den Wegebau eingesetzt. Es entstanden steile Böschungen mit bis zu rd. 10 m Höhe. Der Haldenbereich ist teilweise bewaldet; allerdings ist vor allem der nordwestliche Teil der Halde nur spärlich bewachsen.
2.8	Literatur	[1] Slotta Band 4/1 - Metallerzbergbau [2] Erläuterungen GK25 - 4716 Bödefeld [3] Die Bleizinkerzlagerstätten von Ramsbeck und Umgebung.- Monographien der deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten 6., Geol. Jahrb., Reihe D, Heft 33, 377 S., 88 Abb., 52 Tab., 27 Taf., 8 Falttaf.; Hannover,1979.
3	**Belastungssituation**	
3.1	Belastungspfade	- Wasserzuläufe aus dem Gustav-Stollen über ein Gerinne in den Vorfluter; - Sickerwasser- und Oberflächenwasserzutritte aus dem Haldenbereich unterhalb des Gustav-Stollens in den Vorfluter; - Erosion des Haldenmaterials durch den Vorfluter - weitere Schwermetalleinträge von untergeordneter Bedeutung können aus dem Betriebsgelände der Grube Alexander oberhalb des Gustav-Stollens zutreten (z.B. Halde am Maschinenschacht)
3.2	Konzentrationen/Frachten	Die Analyse des LANUV im Februar 2012 ergab im Unterlauf der Grube Alexander in der Nier deutliche Belastungen mit Blei, Cadmium, Kupfer und Zink. Aufgrund der Ortsbegehung am 09.02.2012 wird ein Abfluss von rd. 15 l/s an der Nier als realistisch angesehen. Hieraus ergeben sich für den Abstrom der Grube Alexander (inkl. des geogenen Hintergrundes) Frachten von Zink: 610 kg/a Kupfer: 5,5 kg/a Blei 5 kg/a Cadmium: 2,5 kg/a
3.3	Auswirkungen	Der Nierbach weist Defizite beim chemischen Zustand und einen mäßigen ökologischen Zustand (u.a. aufgrund Zinkbelastung (Ökochemie)) auf. Trotz der bereits im Obertrom des Nierbaches vorhandenen Belastung (s.o., GÜS-Messstelle 412468) kann aufgrund der ermittelten Frachten sowohl eine negative Beeinträchtigung des chemischen Zustands als auch des ökochemischen Zustandes durch die Einträge aus der Grube Alexander als möglich angesehen werden.
4	**Maßnahmen**	Geschlossenes Zn Karbonatlösungssystem (Kap. 6.7.4)
4.1	Bereits getroffene Maßnahmen	
4.2	Zielsetzung weiterer Maßnahmen	Reduzierung der Wassereinträge aus dem Stollen und dem Haldenbereich sowie Unterbindung der Haldenerosion.
4.3	Maßnahmenvorschlag	Verschluss des Gustav-Stollens und Zurückdrängen des Wassers in den Nagelmacker-Stollen; hierzu ist eine Überprüfung der hydraulischen Wegsamkeiten im Grubengebäude erforderlich (Grubenbildauswertung / Probeeinstau). Umlagerung des Haldenmaterials aus dem Vorflutbereich heraus; Profilierung, Abdeckung und Bepflanzung der Halden unterhalb des Stollenmundlochs.

Legende

- Erzrevier
- HSK 6 — Verdachtspunkt Belastungsquellen mit Benennung
- 5 — Auszug aus BAVKAT mit Kennnummer
- 412211 — Gütemessstellen mit Messstellen-Nummer
- HSK6 — Probenahmestelle LANUV mit Bezeichnung
- Verbreitungsgebiet des oberflächennahen Bergbaus
- Halden/Aufschüttung
- Umhüllende Abbaubereiche
- Stollen

HSK6
412211
8
17
Wasseraustritt
HSK 6
Gustav-Stollen
TÖB 3456/5685/002
Glücksanfang
Abraham-Schacht
TÖB 3456/5685/006
Nagelmacker-Stollen
5
Alexander
Maschinenschacht
TÖB 3456/5684/001
412168
Ramsbecker Erzbezirk
Nierbach
N
100 50 0 100 Meter

DGK5: 4716-01 Mosebolle, 4716-02 Bastenberg
© Geobasisdaten: Land NRW, Bonn 1372/2010

Bezirksregierung Arnsberg -
Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW

Signifikante Belastungsquellen des Erzbergbaus und mögliche Maßnahmen im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung NRW

Objektsteckbrief
Hauptbelastungspunkt HSK 6
Grube Alexander

Anlage 5.12a

entworfen :	Datum:	Änderungen:	Maßstab	Projektzeichen:
gezeichnet : MP	14.09.2012		1:5.000	ERZ
geprüft : PR				

IHS

ahu AG Wasser Boden Geomatik

YGIS\3_Langzeitprojekte\BZR_Belastungsquellen\99_Objektsteckbriefe_Karten\5_12a_Steckbrief_HSK_6_Grube_Alexander.mxd

VERWENDETE UNTERLAGEN

1 SHAPE-DATEIEN, GEODATENBANKEN, SACHDATEN

BR Arnsberg

- datenabgabe_ihs_erzbergbau.gdb *(Geodatenbank)*
  - auszug_bavkat_gk3
  - auszug_bavkat_gk2
  - Tagesöffnungen_GK2
  - Tagesöffnungen_GK3
  - auszug_berechtsame_erzbergbau_gk2
  - auszug_berechtsame_erzbergbau_gk3
- erzbezirke_nrw.shp
- lagerstätten ii.shp
- lagerstätten ii linie.shp
- altbergbau_kommunen_nrw.shp
- gefährdungspotentiale_verbreitungsgebiete_oberflächennaher_bergbau.shp

Geologischer Dienst NRW

- gg100_012009.mdb *(Datenbank)*
  - lithologische (petrographische), stratigrafische und tektonische Inhalte auf Grundlage der GK 100
- erzbezirke_nrw.shp
- schwerspat_nrw.shp
- grundgebirge.shp
- künstlich veränderte Flächen (kvf)
  - ag_kvf_f_nrw_m2_grundgebirge.shp
  - ag_kvf_f_nrw_m3_grundgebirge.shp
  - ag_kvf_nrw_bergbau_p_m2_grundgebirge.shp
  - ag_kvf_nrw_bergbau_p_m3_grundgebirge.shp
  - ag_kvf_nrw_klein_p_m2_grundgebirge.shp
  - ag_kvf_nrw_klein_p_m3_grundgebirge.shp
  - ag_kvf_nrw_sonstige_p_m2_grundgebirge.shp
  - ag_kvf_nrw_sonstige_p_m3_grundgebirge.shp

LANUV

- Dokumentation der relevanten Fachdaten des Landes NRW für Bewirtschaftungsplan/ Maßnahmenprogramm gemäß Wasserrahmenrichtlinie (ahu AG, 2010)
- ausgewählte Daten aus FisAlbo (Excel-Datei, Stand 22.06.2011)
- EZG_OFWK_MONITORING_KOR.shp
- korrigierte Abgrenzung Oberflächenwasserkörper
- Gewässernetz GSK3b und GSK3c
- uebersichtsgewaesser_gsk3c.shp
- Daten zu ausgewählten Messstellen und ausgewählten Parametern aus der GÜS-Datenbank des Landes Nordrhein-Westfalen
- Wasserkörpersteckbriefe und Datenbank Maßnahmenprogramm (Stand: 25.01.2011)

Wupperverband

- Bergbau- und Verarbeitungsrelikte
  - Bergwerk.shp
  - Hammerwerke.shp
  - Schleifkotten.shp
  - Verhüttungssatz.shp
- Erzgänge und -förderung
  - Blei.shp
  - Eisen.shp
  - Erzgaenge.shp
  - Kupfer.shp
  - Zink.shp
- Grundlagen
  - Fliessgewaesser.shp
  - wv.shp

2 KARTEN UND RISSE (digital)

BZR Arnsberg

- Topografische Karten (1 : 100.000)
- Topografische Karten (1 : 25.000)
- Deutsche Grundkarten (1 : 5.000) für die Hauptbelastungsbereiche
- Königl. Geol. Landesanstalt, Karten der nutzbaren Lagerstätten Deutschlands, 1904-1911 (1 : 200.000)
    - Blatt Aachen_Cöln_Siegen
    - Blatt Cöln_Siegen
    - Blatt Cleve_Wesel_Münster
    - Blatt Detmold
    - Blatt Minden
    - Blatt Osnabrück
    - *diverse Legenden*
- Der Metallerzbergbau auf der Fläche der Bundesrepublik Deutschland – Übersichtskarte der Grubenbereiche und wichtigsten Bergwerke (1 : 1.000.000),
  Kartenbeilage zu: SLOTTA, R., 1983
- Grubenbilder
    - *Grube Gottesgabe*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Grube Blissenbach*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Gruben Ries und Alte Ries*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Grube Bastenberg*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Grube Pluto*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Grube Altenberg*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Grube Glanzenberg*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Grube Peterszeche*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Gruben Bleiberg und Victorsfeld*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Gruben Ver Bastenberg und Doernberg*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Gruben Castor und Pollux*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Grube Grunewald*: Grundrisse, Seigerisse
    - *Gruben Silberkaule und Christiansfreude*: Grundrisse und Seigerisse
    - *Grube Lüderich*: Flachrisse, Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Grube Stahlberg*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
    - *Grube Oscar*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse

- *Grube Schwabeng*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
- *Grube Alexander*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
- *Grube Mina*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
- *Grube Friederike*: Grundrisse, Seigerisse
- *Grube Cons Weiss*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
- *Gruben Napoleon und Blücher*: Grundrisse
- *Grube Blücher*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
- *Gruben Blücher Katzbach Wahlstatt*: Grundrisse und Schnitte
- *Grube Victoria*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
- *Grube Heinrichssegen*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
- *Grube Ehrenfeld*: Grundrisse, Seigerisse
- *Grube Berzelius*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
- *Gruben Apfel und Berzelius*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
- *Gruben Apfel und Columbus und Tilly*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse
- *Gruben Penny und Eleonore*: Grundrisse, Schnitte und Seigerisse

Geologischer Dienst NRW

- Geologische Karten 1 : 25.000
  - Preußische Uraufnahme
  - Neuaufnahmen
- Sonstige
  - Geologische Karte der Kalkmulde Paffrath (Maßstab 1 : 50.000)
  - Geologische Übersichtskarte des nördlichen Sauerlandes und des Bergischen Landes (1 : 100.000)

3 LITERATUR BERGBAU

ARNDT, C. & HABEL, B. (HRSG.) (2011): Von Grubenfeld und Berghoheit: Erzbergbau im Rhein-Sieg-Kreis und seiner Umgebung, Teil 2.- Historische Forschungen aus dem Rhein-Sieg-Kreis, Teil 1, 264 S., zahlr. Abb.; Siegburg.

ARNDT, C. (HRSG.) (2005): Von Wasserkunst und Pingen: Erzbergbau im Rhein-Sieg-Kreis und seiner Umgebung.- 232 S., zahlr. Abb.; Siegburg.

BAUER, G., EBERT, A., HESEMANN, J., KAMP, H. VON, MÜLLER, D., PIETZNER, H., PODUFAL, P., SCHERP, A., & WELLNER, F.-W. (1979): Die Blei-Zink-Erzlagerstätten von Ramsbeck und Umgebung.- Monographien der deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten, 6. Lieferung, Geol. Jb., Reihe D, Heft 33, 377 S., 88 Abb., 52 Tab., 35 Tafeln; Hannover.

BERG, S. (2008): Heimischer Bergbau in und um Hückeswagen.- 296 S., zahlr. Abb; Neustadt a. d. Aisch.

BUSCHENDORF, F., HESEMANN, J., PILGER, A. & RICHTER, M. (1951): Das Blei-Zink-Erzvorkommen des Ruhrgebietes und seiner Umrandung.- Monographien der Deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten 1, Lieferung 1, Beih. Geol. Jb., Heft 3, 184 S., 96 Abb., 7 Tab., 18 Tafeln; Hannover.

BUSCHENDORF, F., RICHTER, M. & WALTER, H. W. (1957): Die Blei-Zink-Erzvorkommen des Ruhrgebietes und seiner Umrandung.- Monographien der Deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten 1, Lieferung 2, Beih. Geol. Jb., Heft 28, 163 S., 85 Abb., 16 Tab., 20 Tafeln; Hannover.

DMT (2010): Optimierung von Grubenwasseraufbereitung durch Kombination technischer und passiver Verfahren. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der RAG

EHRENBERG, H., PILGER, A. & SCHRÖDER, F. (1954): Das Schwefelkies-Zinkblende-Scherspatlager von Meggen (Westfalen).- Monographien der Deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten -7, Beih. Geol. Jb., Heft 12, 352 S., 147 Abb., 27 Tab., 29 Taf.; Hannover.

FENCHEL, W., GIES, H., GLEICHMANN, H.-D., HELLMUND, W., HENTSCHEL, H., HEYL, K. E., HÜTTENHAIN, H., LANGENBACH, U., LIPPERT, H.-J., LUSZNAT, M., MEYER, W., PAHL, A., RAO, M.S., REICHENBACH, R., STADLER, G., VOGLER, H. & WALTHER, H. W. (1985): Die Sideriterzgänge im Siegerland Wied-District.- Sammelwerk Deutsche Eisenerzlagerstätten, I. Eisenerze im Grundgebirge (Varistikum), 1. Lieferung, Geol. Jb. Reihe D, Heft 77, 3 504 S., 128 Abb., 38 Tab., 31 Tafeln; Hannover.

GARD GUIDE: (2009): Global Acid Rock Drainage Guide: http://www.gardguide.com/index.php/Main_Page, Chapter 9: Drainage Treatment

GD NRW (1986): Geochemie und Vererzung im Rheinischen Schiefergebirge.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., Band 34, 508 S., 135 Abb., 77 Tab., 17 Tafeln; Krefeld.

GD NRW : Erläuterungen zu den Geologischen Karten (1 : 25.000) im Untersuchungsgebiet.

GEURTS, G., D., OMMER & STAHL, H. (2004): Das Erbe des Erzes - Band 2 Die Gruben auf den Gangerzlagerstätten im Erzrevier Bensberg.- 336 S., 164 Abb.; Köln.

GEURTS, G., HILDEN, H. D., OMMER, H. & STAHL, H. (2006): Das Erbe des Erzes - Band 3 Die Gruben in der Paffrather Kalkmulde.- Schriftenreihe des Bergischen Geschichtsvereins Rhein-Berg e.V., Band 49, 176 S., 65 Abb.; Bergisch Gladbach.

GEURTS, G., HILDEN, H. D., OMMER, H., RAIMANN, S. & STAHL, H. (2008): Das Erbe des Erzes Band 4 Der Lüderich - Schriftenreihe des Bergischen Geschichtsvereins Rhein-Berg e.V., Band 52, 218 S., zahlr. Abb.; Bergisch Gladbach.

HABEL, B. (1999): Der Bergbau im unteren Sieggebiet bei Blankenberg, Merten und Eitdorf vom 18. bis zum 20. Jahrhundert.- 153 S., 34 Abb., 1 Anh.; Siegburg.

HORSTIG, G. V., KRÖMMELBEIN, K., MARTIN, G., RÉE, C., SIMON, P., STADTLER, G., TAUPITZ, K.-C., TEUSCHER, E. O. & NOWAK, H. (1979): Eisenerze in NE-Bayern, im Schwarzwald, Harz, linksrheinischen Schiefergebirge, Saar-Nahe und Ruhr-Gebiet.- Sammelwerk Deutsche Eisenerzlagerstätten, I. Eisenerze im Grundgebirge (Varistikum), 3. Lieferung, Geol. Jb., Reihe D, Heft 31 -, 183 S., 32 Abb., 7 Tab., 5 Tafeln; Hannover.

LUDWIG, J. (2010): Blei, Zink und Schwefelkies: Erzbergbau im Sauerland 1740 – 1907.- Veröffentl. aus dem Deutschen Bergbaumuseum Bochum, Nr. 174, 464 S., 64 Abb., 42 Tab., 1 Anh; Bochum.

LÜTSCH, R.-U. (1980): Der Velberter Bergbau und das Bergrevier Werden.- 246 S., 50 Abb., 5 Tab., 20 Kart.; Neustadt a. d. Aisch.

PILGER, A. (1961): Die Blei-Zink-Erzvorkommen des Ruhrgebietes und seiner Umrandung.- Monographien der Deutschen Blei-Zink-Erzlagerstätten 1, Lieferung 3, Beih. Geol. Jb., Heft 40, 385 S., 162 Abb., 4 Tab., 20 Tafeln; Hannover.

SCHALICH, J., SCHNEIDER, F.K. & STADLER, G. (1986): Die Bleierzlagerstätte Mechernich - Grundlage des Wohlstandes, Belastung für den Boden.- Sonderdruck aus Fortschr. Geol. Rheinld. U. Westf., 34., 89 S., 25 Abb., 5 Tab., 2 Tafeln; Krefeld.

SLOTTA, R. (1983): Der Metallerzbergbau, Teil I.- Veröffentl. aus dem Deutschen Bergbaumuseum Bochum, Nr. 26, Band 4/1, 852 S., zahlr. Abb. und Tab.; Bochum.

SLOTTA, R. (1986): Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland – Der Eisenerzbergbau, Teil I.- Veröffentl. aus dem Deutschen Bergbaumuseum Bochum, Nr. 38, Band 5/1., 1114 S., zahlr. Abb. und Tab.; Bochum.

4 LITERATUR WASSERWIRTSCHAFT UND GEWÄSSERÖKOLOGIE

AFRI-MEHENNAOUI, F.-Z., SAHLI, L. & MEHENNAOUI, S. (2004): Assessment of sediment trace metal level and biological quality of Rhumel river by using multivariate analysis. Environmetrics, 15, 435-446.

ARCHAIMBAULT, V., USSEGLIO-POLATERA, P., GARRIC, J., WASSON, J.-G. & BABUT, M. (2009): Assessing pollution of toxic sediment in streams using bio-ecological traits of benthic macroinvertebrates. Freshwater Biology, 55, 1430-1446.

BARTZKE, M., DELOV, V. STRAHLSCHMIDT-ALLNER, P., ALLNER, B., OEHLMANN, J. (2010): Integrating the fish embryo toxicity test as triad element for sediment toxicity assessment based on the Water Framework Directive approach. J Soils Sediments 10:389–399.

BASS JAB, BLUST R. (2008): Environmental quality standards for trace metals in the aquatic environment. Technical report. Environment Agency, Bristol.

BAUMANN, P. (2002): Projekt Netzwerk Fischrückgang Schweiz - Die Entwicklung des Fischnährtier-Bestandes in schweizerischen Fließgewässern zwischen 1980 und 2000.

BEASLEY, G. & KNEALE, P. (2002): Reviewing the impact of metals and PAHs on macroinvertebrates in urban watercourses. Progress in Physical Geography, 26, 236-270.

BEKETOV, M.A. & LIESS, M. (2008): Potential of 11 pesticides to initiate downstream drift of stream macroinvertebrates. Archives of environmental contamination and toxicology, 55, 247-53.

BROOKS, B.W., STANLEY, J.K., WHITE, J.C., TURNER, P.K., WU, K.B. & POINT, T.W. LA. (2004): Laboratory and field responses to cadmium: an experimental study in effluent-dominated stream mesocosms. Environmental toxicology and chemistry / SETAC, 23, 1057-64.

BROWN, A. F., PASCOE, D. (1988): Studies on the acute toxicity of pollutants to freshwater macroinvertebrates. Arch. Hydrobiol. 114, 311-319.

BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (2008): Umweltaspekte des Einsatzes von industriell hergestellten Wasserbausteinen in Bundeswasserstraßen, 17. Chemisches Kolloquium am 11./12. Juni 2008 Koblenz.

BURY, NR., GROSELL, MG. (2003): Waterborne iron acquisition by a freshwater teleost fish, zebrafish Danio rerio. J Exp Biol 206:3529–3535.

CALMANO, W., HONG, J., FÖRSTER, U. (1992): Einfluss von pH-Wert und Redoxpotential auf die Bindung und Mobilisierung von Schwermetallen in kontaminierten Sedimenten, Vom Wasser 78, 245 – 257.

CAMARGO, J.A. (1990): Performance of a new ecotoxicological index to assess environmental impacts on freshwater communities. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 44, 529-534.

CAO, Y., BARK, A.W. & WILLIAMS, W.P. (1996): Measuring the responses of macroinvertebrate communities to water pollution: a comparison of multivariate approaches, biotic and diversity indices. Hydrobiologia, 341, 1-19.

CARLISLE, D.M. & CLEMENTS, W.H. (2005): Leaf litter breakdown, microbial respiration and shredder production in metal-polluted streams. Freshwater Biology, 50, 380-390.

CHESSMAN, B.C., MCEVOY, P.K., TECHNOLOGIES, A.W., BOX, P.O. & W, W.R.N.S. (1998): Towards diagnostic biotic indices for river macroinvertebrates. Quality, 169-182.

CLEMENTS, W.H. (2011): Small-Scale Experiments Support Causal Relationships between Metal Contamination and Macroinvertebrate Community Responses. Ecological Applications, 14, 954-967.

CLEMENTS, W.H., VIEIRA, N.K.M. & CHURCH, S.E. (2010): Quantifying restoration success and recovery in a metal-polluted stream: a 17-year assessment of physicochemical and biological responses. Journal of Applied Ecology, 47, 899-910.

COOPER, M.J., REDISKE, R.R., UZARSKI, D.G. & BURTON, T.M. (2001): Sediment contamination and faunal communities in two subwatersheds of Mona Lake, Michigan. Journal of environmental quality, 38, 1255-65.

COSTELLO, D.M., BURTON, G.A., HAMMERSCHMIDT, C.R., ROGEVICH, E.C. & SCHLEKAT, C.E. (2011): Nickel phase partitioning and toxicity in field-deployed sediments. Environmental science & technology, 45, 5798-805.

CRANE, M., KWOK, K.W.H., WELLS, C., WHITEHOUSE, P. & LUI, G.C.S. (2007): Use of field data to support European Water Framework Directive quality standards for dissolved metals. Environmental science & technology, 41, 5014-21.

DALLINGER, R.,PROSI, F., SEGNER, H., BACK, H. (1987): Contaminated food and uptake of heavy metals by fish: a review and a proposal for further research. Oecologia (Berlin): 73:91-98 Oecologia.

DIAMANT, A. (2008): Diplomarbeit: Schwermetallgehalte in ausgewählten Makrozoobenthosgruppen des Nationalparks Donauauen (Wien).

DITTMAN, E.K. & BUCHWALTER, D.B. (2010): Manganese bioconcentration in aquatic insects: Mn oxide coatings, molting loss, and Mn(II) thiol scavenging. Environmental science & technology, 44, 9182-8.

DOLÉDEC, S. & STATZNER, B. (2008): Invertebrate traits for the biomonitoring of large European rivers: an assessment of specific types of human impact. Freshwater Biology, 53, 617-634.

DSA, J.V., JOHNSON, K.S., LOPEZ, D., KANUCKEL, C. & TUMLINSON, J. (2008): Residual Toxicity of Acid Mine Drainage-Contaminated Sediment to Stream Macroinvertebrates: Relative Contribution of Acidity vs. Metals. Water, Air, and Soil Pollution, 194, 185-197.

EFFENBERGER, M., SAILER, G., TOWNSEND, C.R. & MATTHAEI, C.D. (2006): Local disturbance history and habitat parameters influence the microdistribution of stream invertebrates. Freshwater Biology, 51, 312-332.

FARAG, A.M., NIMICK, D. A, KIMBALL, B. A, CHURCH, S.E., HARPER, D.D. & BRUMBAUGH, W.G. (2007): Concentrations of metals in water, sediment, biofilm, benthic macroinvertebrates, and fish in the Boulder River watershed, Montana, and the role of colloids in metal uptake. Archives of environmental contamination and toxicology, 52, 397-409.

FRAYSSE, B., MONS, R., GARRIC, J. (2006): Development of a zebrafish 4-day embryo–larval bioassay to assess toxicity of chemicals. Ecotoxicol Environ Saf 63:253–267.

FRIBERG, N. (2010): Pressure-response relationships in stream ecology: introduction and synthesis. Freshwater Biology, 55, 1367-1381.

GERHARDT, A., ORENDT C., DETTINGER-KLEMM, A., JANSSENS DE BISTHOVEN, L., MICHIELS, S., OTTO, C.-J., VOGT, C. (2006): Chironomiden: Potential und Einsatzmöglichkeiten im Biomonitoring von Gewässern – ein Überblick. DGL-AK Chironomiden als Bioindikatoren (DGL-Mitteilungen I / 2006: 49-57 (Berlin).

GOSSELIN, A. & HARE, L. (2004): Effect of sedimentary cadmium on the behavior of a burrowing mayfly (Ephemeroptera, Hexagenia limbata). Environmental toxicology and chemistry / SETAC, 23, 383-7.

GÜVEN, K, ÖZBAY, C., ÜNLÜ, E., SATAR, A. (1999): Acute lethal toxicity and accumulation of copper in Gammarus pulex (L.): (Amphipoda). Tr. J. of Biology 23, 513-521.

HALLARE, AV., KOSMEHL, T., SCHULZE, T., HOLLERT, H., KÖHLER, HR., TRIEBSKORN, R. (2005): Assessing contamination levels of Laguna Lake sediments (Phillippines) using a contact assay with zebrafish (Danio rerio) embryos. Sci Total Environ 347:254–271.

HARE, L., TESSIER, A. & WARREN, L. (2001): Cadmium accumulation by invertebrates living at the sediment-water interface. Environmental toxicology and chemistry / SETAC, 20, 880-9.

HERNANDEZ, PP., MORENO, V., OLIVARI, FA., ALLENDE, ML. (2006): Sub-lethal concentrations of waterborne copper are toxic to lateral line neuromasts in zebrafish (Danio rerio). Hearing Res 213:1–10.

HERRMANN, J. (2001): Aluminum is Harmful to Benthic Invertebrates in Acidified Waters, but at What Threshold(s)? Water, Air, and Soil Pollution, 130, 837-842.

HICHAM, K. & LOTFI, A. (2007): The Dynamics of Macroinvertebrate Assemblages in Response to Environmental Change in Four Basins of the Etueffont Landfill Leachate (Belfort, France). Water, Air, and Soil Pollution, 185, 63-77.

HICKEY, C.W. & GOLDING, L.A. (2002): Response of macroinvertebrates to copper and zinc in a stream mesocosm. Environmental toxicology and chemistry / SETAC, 21, 1854-63.

HOWELL, R. (1985): Effect of zinc and cadmium toxicity to the amphipod *Gammarus pulex*. Hydrobiologia 123, 245-249.

HOWELL, R. (1985): Effect of zinc and cadmium toxicity to the amphipod Gammarus pulex. Hydrobiologia 123, 245-249.

http://www.laves.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=20105&article_id=73500&_psmand=23#TM2

http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/fluesse-und-seen/fluesse/zustand/schwermetalle.htm

http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/fluesse-und-seen/fluesse/bewertung/chemische-gewaesserklassifikation.htm

http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/fluesse-und-seen/fluesse/zustand/chemische_gewaesserguteklassifikation.htm#3

http://www.zoologie-skript.de/gruvo03/elektro1/channels.htm

http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/fluesse-und-seen/fluesse/bewertung/biologische_qualitaetskomponenten.htm

HUBMANN, M. (1993): Qualitative und quantitative Untersuchung des Makrozoobenthos schwermetallkontaminierter Fließgewässer (Gailitz, Gail und Nötschbach; Kärnten 1990) (Klagenfurt).

IWASAKI, Y., KAGAYA, T., MIYAMOTO, K.-I. & MATSUDA, H. (2009): Effects of heavy metals on riverine benthic macroinvertebrate assemblages with reference to potential food availability for drift-feeding fishes. Environmental toxicology and chemistry / SETAC, 28, 354-63.

KARA, M.D.Æ.Y. & OZDEMIR, Æ.G.K.A.Æ.A. (2007): Antimony and Heavy Metals Accumulation in Some Macroinvertebrates in the Yesilirmak River (N Turkey) near the Sb-mining Area. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 78, 395-399.

KARADEDE, H., ÜNLÜ, E. (2000): Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey". Chemosphere 41 1371-1376.

KIFFNEY, P.M. & CLEMENTS, W.H. (1996): Size-dependent response of macroinvertebrates to metals in experimental streams. Environmental Toxicology and Chemistry, 15, 1352-1356.

KIFFNEY, P.M., CLEMENTS, W.H., APPLICATIONS, S.E. & MAY, N. (2011): Effects of Metals on Stream Macroinvertebrate Assemblages from Different Altitudes Reviewed work (s): EFFECTS OF METALS ON STREAM MACROINVERTEBRATE ASSEMBLAGES FROM DIFFERENT ALTITUDES1. America, 6, 472-481.

LANGE, H.J.D., JONGE, J.D., BESTEN, P.J.D., OOSTERBAAN, J., EDWIN, T. & PEETERS, H.M. (2004): Sediment pollution and predation affect structure and production of benthic macroinvertebrate communities in the Rhine – Meuse delta, The Netherlands. Journal of the North American Benthological Society, 23, 557-579.

LEE, B., GRISCOM, S., LEE, J., CHOI, H. KOH, C., LUOMA, S., FISCHER, N. „Influences of Dietary Uptake and Reactive Sulfides on Metal Bioavailability from Aquatic Sediments". SCIENCE (200) www.sciencemag.org.

LINDE, A. R., SANCHEZ-GALAN, S., KLEIN, D., GARCIA-VAZQUEZ, E., SUMMER, K. H. (1999): Metallothionein and Heavy Metals in Brown Trout (Salmo trutta) and European Eel (Anguilla anguilla): A Comparative Study. Ecotoxicology and Environmental Safety 44, 168}173 Environmental Research, Section B Article ID eesa.1999.1819.

LOAYZA-MURO, R.A., ELÍAS-LETTS, R., MARTICORENA-RUÍZ, J.K., PALOMINO, E.J., DUIVENVOORDEN, J.F., KRAAK, M.H.S. & ADMIRAAL, W. (2010): Metal-induced shifts in benthic macroinvertebrate community composition in Andean high altitude streams. Environmental toxicology and chemistry / SETAC, 29, 2761-8.

MANCE, G., BROWN, V.M. AND YATES, J. (1984): Proposed environmental quality standards for list II substances in water – copper. Water Resource Centre, UK: Water Research Centre Technical Report.

MASSON, S., DESROSIERS, M., PINEL-ALLOUL, B. & MARTEL, L. (2009): Relating macroinvertebrate community structure to environmental characteristics and sediment contamination at the scale of the St. Lawrence River. Hydrobiologia, 647, 35-50.

MAZET, A., KECK, G., BERNY P. (2005): Concentrations of PCBs, organochlorine pesticides and heavy metals (lead, cadmium, and copper) in fish from the Drome river: Potential effects on otters (Lutra lutra). Elsevier Chemosphere 61 810–816.

MEBANE, C.A. (2001): Testing bioassessment metrics: macroinvertebrate, sculpin, and salmonid responses to stream habitat, sediment, and metals. Environmental monitoring and assessment, 67, 293-322.

MILANI, D., REYNOLDSON, T.B., BORGMANN, U. & KOLASA, J. (2003): The relative sensitivity of four benthic invertebrates to metals in spiked-sediment exposures and application to contaminated field sediment. Environmental Toxicology and Chemistry, 22, 845-854.

MINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MKULNV) (2010a): Bewirtschaftungsplan für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems und Maas 2010 – 2015, Düsseldorf.

MINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MKULNV) (2010b): Maßnahmenprogramm für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems und Maas 2010 – 2015, Düsseldorf.

MKULNV: Steckbriefe für die Planungseinheiten in Nordrhein-Westfalen

MORI, C., ORSINI, A. & MIGON, C. (1999): Impact of arsenic and antimony contamination on benthic invertebrates in a minor Corsican river. Water, 73-80.

MUSCATELLO, J.R. & LIBER, K. (2009): Accumulation and chronic toxicity of uranium over different life stages of the aquatic invertebrate Chironomus tentans. Archives of environmental contamination and toxicology, 57, 531-9.

MUSTAFA, D.K. ABO-RADY (1979): Gehalt an Schwermetallen (Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) in Bachforellen im Leine-Raum Göttingen. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 168, 259 263.

MUSTAFA, D.K. ABO-RADY (1983): Anreicherung von Schwermetallen in Bachforellen im Vergleich zu Waserpflanzen und Sedimenten. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 177:39-344.

NEHRING, R. B. (1976): Aquatic insects as biological monitors of heavy metal pollution. Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology 15, 147-154.

NELSON, S.M. & ROLINE, R.A. (1996): Recovery of a stream macroinvertebrate community from mine drainage disturbance. Hydrobiologia, 339, 73-84.

NELSON, S.M. & ROLINE, R.A. (1999): Relationships between metals and hyporheic invertebrate community structure in a river recovering from metals contamination. Ecological Research, 211-226.

OEHLMANN, J., DUFT, M., TILLMANN, M. (2003): Ökotoxikologische Sedimentkartierung der großen Flüsse Deutschlands, Forschungsbericht 299 24 275 i.A. des Umweltbundesamtes.

ORDONEZ, C., LOUGHEED, V.L., GARDEA-TORRESDEY, J.L. & BAIN, L.J. (2011): Impact of metals on macroinvertebrate assemblages in the Forgotten Stretch of the Rio Grande. Archives of environmental contamination and toxicology, 60, 426-36.

PARIS-PALACIOS S, BIAGIANTI-RISBOURG S, VERNET G. (2000): Biochemical and (ultra)structural hepatic perturbations of Brachydanio rerio (Teleostei, Cyprinidae) exposed to two sublethal concentrations of copper sulfate. Aquatic Toxicol 50:109–124.

PHIPPS, G.L., MATTSON, V.R. & ANKLEY, G.T. (1995): Relative sensitivity of three freshwater benthic macroinvertebrates to ten contaminants. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 28, 281-286.

POULTON, B.C., MONDA, D.P., WOODWARD, D.F., WILDHABER, M.L. & BRUMBAUGH, W.G. (1995): Relations between Benthic Community Structure and Metals Concentrations in Aquatic Macroinvertebrates: Clark Fork River, Montana. Journal of Freshwater Ecology, 10, 277-293.

REYNOLDSON, T.B. & METCALFE-SMITH, J.L. (1992): An overview of the assessment of aquatic ecosystem health using benthic invertebrates. Journal of Aquatic Ecosystem Health, 1, 295-308.

RHEA, D.T., HARPER, D.D., FARAG, A.M. & BRUMBAUGH, W.G. (2006): Biomonitoring in the Boulder River Watershed, Montana, USA: metal concentrations in biofilm and macroinvertebrates, and relations with macroinvertebrate assemblage. Environmental monitoring and assessment, 115, 381-93.

ROGERS, C.E., BRABANDER, D.J., BARBOUR, M.T. & HEMOND, H.F. (2002): Use of physical, chemical, and biological indices to assess impacts of contaminants and physical habitat alteration in urban streams. Environmental toxicology and chemistry / SETAC, 21, 1156-67.

SALANKI, J., V.-BALOGH, K., BERTA, E. (1982): Heavy Metals in animals of Lake Balaton. Water Res. Vol. 16. pp. 1147 to 1152.

SANTORO, A., BLO, G., MASTROLITTI, S. & FAGIOLI, F. (2008): Bioaccumulation of Heavy Metals by Aquatic Macroinvertebrates Along the Basento River in the South of Italy. Water, Air, and Soil Pollution, 201, 19-31.

SAOUTER, E., MENN, R., BOUDOU, A., RIBEYRE, F. (1991): Structural and ultrastructural Analysis of Gills and Gut of *Hexagenia Rigida* Nymphs (Ephemeroptera) in Relation to contamination Mechanisms. Tissue and Cell 1991 23 (6) 929-938.

SCHADE, U. (2006): Monitoring von Fließgewässern zur Erfolgskontrolle von Revitalisierungsmaßnahmen im Biosphärenreservat Rhön.

SCHÄFER, R.B., CAQUET, T., SIIMES, K., MUELLER, R., LAGADIC, L. & LIESS, M. (2007): Effects of pesticides on community structure and ecosystem functions in agricultural streams of three biogeographical regions in Europe. The Science of the total environment, 382, 272-85.

SCHALLER, J., BRACKHAGE, C. & DUDEL, E.G. (2010): Invertebrates Minimize Accumulation of Metals and Metalloids in Contaminated Environments. Water, Air, & Soil Pollution, 218, 227-233.

SCHEIL, V, KÖHLER H-R. (2009): Influence of nickel chloride, chlorpyrifos, and imidacloprid in combination with different temperatures on the embryogenesis of the zebrafish Danio rerio. Arch Environ Contam Toxicol 56:238–243.

SCHEIL, V. (2008): Effekte von in der Umwelt auftretenden Schadstoffen (Pestiziden, Pharmazeutika, Schwermetallen) auf den Zebrabärbling (Danio rerio) und weitere Süßwasserfische. Eberhard Karls Universität Tübingen (Dissertation).

SCHMIDT, T.S., SOUCEK, D.J. & CHERRY, D.S. (2002): Integrative assessment of benthic macroinvertebrate community impairment from metal-contaminated waters in tributaries of the Upper Powell River, Virginia, USA. Environmental toxicology and chemistry / SETAC, 21, 2233-41.

SIMIC, V., SIMIC, S. (2002): Structure of the makrozoobenthos as an indicator of different types of pollution in running waters, Arch. Biol. Sci., Belgrade, 54 (3-4), 79-86.

STOKES, P. (1988): Nickel in aquatic systems, In Sigel, H., editor, Metal ions in biological system. New York: Marcel Dekker Inc., 31–46.

WATANABE, N.C., HARADA, S. & KOMAI, Y. (2000): Long-term recovery from mine drainage disturbance of a macroinvertebrate community in the Ichi-kawa River, Japan. Sites The Journal Of 20Th Century Contemporary French Studies, 171-180.

WOODCOCK, T.S. & HURYN, A.D. (2007): The response of macroinvertebrate production to a pollution gradient in a headwater stream. Freshwater Biology, 52, 177-196.

WRIGHT, I.A. & BURGIN, S. (2009): Comparison of Sewage and Coal-Mine Wastes on Stream Macroinvertebrates Within an Otherwise Clean Upland Catchment, Southeastern Australia. Water, Air, and Soil Pollution, 204, 227-241.

ZUMBROICH (2009): Erzgänge und Relikte des Metallbergbaus im Gebiet des Wupperverbandes. – Gutachten im Auftrag des Wupperverbandes (unveröffentlicht).

5 LITERATUR MAßNAHMEN

BAYLAR, A., AYDIN, M.C., UNSAL, M., OZKAN, F. (2003): Numerical Modeling of Venturi Flows for Determining Air Injections Rates Using Fluent V6.2. Mathematical and Computational Applications, Vol.14/2, pp. 97-108, (Association for Scientific Research).

BROWN, B.; BARLEY, B., WOOD, H. (2002): Mine Water Treatment – Technology, Application and Policy. 453 S.; London (IWA Publishing).

CRAVOTTA, C.A. (2003): Ecosystem Restoration - Size and Performance of Anoxic Limestone Drains to Neutralize Acid Mine Drainage. Journal of Environmental Quality, Vol. 32: 1277–1289, July–August.

DMT (2010): Optimierung von Grubenwasseraufbereitung durch Kombination technischer und passiver Verfahren. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der DSK.

GARD GUIDE: The International Network for Acid Prevention (INAP). An organization of international mining companies dedicated to reducing liabilities associated with sulphide mine materials. www.gardguide.com.

HEDIN R.S., NAIRN, R.W., KLEINMANN, R.L.P. (1994): Passive Treatment of Coal Mine Drainage. Information Circular 9389, 35 S., (United States; Bureau of Mines).

ILLGUTH, S. (2011): Auswahlkriterien für Behandlungsverfahren zur Schwermetall- und Sulfatentfernung aus Minenwässern von Erzaltbergbaustandorten. Masterarbeit an der RWTH Aachen (unveröffentlicht).

ITRC (Interstate Technology & Regulatory Council) (2010): *Anoxic Limestone Drains.* Washington, D.C.: Interstate Technology & Regulatory Council, Mining Waste Team. www.itrcweb.org; Stand: 30.11.11.

ITRC (Interstate Technology & Regulatory Council) (2010): *Biochemical Reactors*. Washington, D.C.: Interstate Technology & Regulatory Council, Mining Waste Team, www.itrcweb.org; Stand: 17.11.11.

ITRC (Interstate Technology & Regulatory Council) (2010): *Chemical Precipitation.* Washington, D.C.: Interstate Technology & Regulatory Council, Mining Waste Team. www.itrcweb.org; Stand: 16.11.11.

ITRC (Interstate Technology & Regulatory Council): (2010): *Aeration Treatment Systems.* Washington, D.C.: Interstate Technology & Regulatory Council, Mining Waste Team, www.itrcweb.org; Stand: 25.11.11.

JURGENS, B.C., MCMAHON, P.B., CHAPELLE, F.H., EBERTS, S.M. (2009): An Excel Workbook for Identifying Redox Processes in Ground Water. U.S. Geological Survey Open-File Report 2009-1004.

LUA (2005): Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz. Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung 2004/2005.

LOTTERMOSER, B. (2007): Mine Wastes – Characterization, Treatment and Environmental Impacts. 304 S.; Berlin Heidelberg (Springer-Verlag).

MEND MANUAL (2000): Volume 5 – Treatment Active And Passive.

NAIRN, R.W., HEDIN, R. S., WATZLAF, G. R. (1991): A preliminary review of the use of anoxic limestone drains in the passive treatment of acid mine drainage. In: Proceedings, Twelfth West Virginia Surface Mine Drainage Task Force Symposium, Morgantown, West Virginia, April 3-4.

PIRAMID (Passive In-situ Remediation of Acidic Mine / Industrial Drainage) (2003):
Engineering Guidelines for the passive remediation of acidic and/or metalliferous mine drainage and similar wastewaters. Version 1.0 Sept. 2003, University of Newcastle Upon Tyne.

REISMAN, D., RUTKOWSKI, T., SMART, P., GUSEK, J., SIECZKOWSKI, M. (2009): Passive Treatment and Monitoring at the Standard Mine Superfund Site, Crested Butte, Colorado. In: Proceedings, 26th Annual American Society of Mining and Reclamation Conference, R. I. Barnhisel, ed. Lexington, Ky.: American Society of Mining and Reclamation.

SKOUSEN, J.G. & ZIEMKIEWICZ, P.F. (2005): Performance of 116 passive treatment systemsfor acid mine Drainage. National Meeting of the American Society of Mining and Reclamation, Breckenridge, Colorado, June, 19-23 2005.

SKOUSEN, J.G. (1998): Overview of passive systems for treating AMD. In: Reclamation of Drastically Disturbed Lands. American Society of Agronomy and American Society for Surface Mining and Reclamation, Agronomy No. 41, 178 S.

SKOUSEN, J.G., ROSE, A., GEIDEL, G., FOREMAN, J., EVANS, R., HELLIER, W. (1998): Handbook Of Technologies For Avoidance And Remediation Of Acid Mine Drainage. The National Mine Land Reclamation Center, West Virginia University, Morgantown, West Virginia, 123 S.

SKOUSEN, J.G., SEXSTONE, A., ZIEMKIEWICZ, P.F. (2000): ACID MINE DRAINAGE CONTROL AND TREATMENT. In: Reclamation of Drastically Disturbed Lands. American Society of Agronomy and American Society for Surface Mining and Reclamation, Agronomy No. 41, Chapter 6, 42 S.

STADT AACHEN: Altlastenkataster der Städteregion Aachen (2011), Kataster Nr. 5203/0356.

STUHLBERGER, C., PECK, P., TREMBLAY, G., DAVÉ, N. (2007): Innovative Techniques and Technologies for Contaminated Mine Waters Assessment, Management and Remediation. Technical Workshop Report, March 26 – 29, 2007; Brestovacka Spa, Bor, Serbia.

U.S. Department of the Interior - Bureau of Land Management (2003): The Passive Treatment of Acid Mine Drainage. Technical Note 409, 13 S.

WANG, Y. & REARDON, E.J. (2001): A siderite/limestone reactor to remove arsenic and cadmium from wastewaters. Applied Geochemistry, 16, S. 1241-1249.

WATERS, J.C., SANTOMARTINO, S., CRAMER, M., MURPHY, N., TAYLOR, J. R. (2003): Acid Rock Drainage Treatment Technologies – Identifying Appropiate Solutions. In: Sixth International Conference ACID ROCK DRAINAGE “Application and Sustainability of Technologies”; 14 - 17 July 2003, Cairns, Queensland, Australia.

WATZLAF, G., SCHRODER, K., KAIRIES, C. (2000): Long-term performance of anoxic limestone drains. Mine Water and Environment 19:98-110.

WATZLAF, G., SCHROEDER, K.T., KLEINMANN, R.L.P., KAIRIES, C.L., NAIRN, R.W. (2004): The Passive Treatment of Coal Mine Drainage. DOE/NETL-2004/1202.

WOLKERSDORFER, C. & YOUNGER, P. L. (2002): Passive Grubenwassereinigung als Alternative zu aktiven Systemen. Grundwasser 7; S. 67 - 77.

YOUNGER, P.L., BANWART, S.A., HEDIN, R.S. (2002): Mine Water – Hydrology, Pollution, Remediation. 464 S.; Dordrecht, Boston, London (Kluwer).

YOUNGER, P.L. (2000b): The adoption and adaptation of passive treatment technologies for mine waters in the United Kingdom. Mine Water and the Environment 19: 84–97

ZIEMKIEWICZ, P.F., SKOUSEN, J.G., SIMMONS, J.S. (2003): Long-Term Performance and Cost Benefit Analysis of Passive Acid Mine drainage treatment Systems Installed in the Appalachian Coal region of the Eastern United States. In: Sixth International Conference ACID ROCK DRAINAGE “Application and Sustainability of Technologies”; 14 - 17 July 2003, Cairns, Queensland, Australia.

6 PROJEKTUNTELRAGEN

ahu AG (2007): Gutachten (Erläuterungsbericht) für das WSG Mariaschacht-Nachtigällchen im Auftrag der enwor GmbH. In: Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Bewilligung, 156 S.

HTP-INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR AUFBEREITUNGSTECHNIK UND UMWELTVERFAHRENSTECHNIK & ahu AG (1997): Gutachten zur Gefährdungsabschätzung für den Klärteich Grünewald der Altenberg Zink AG, Essen.- Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Altenberg Zink AG; Aachen.

INGENIEURBÜRO HEITEFLD-SCHETELIG GMBH (31.07.2002/15.11.2002): Altbergbau am Mechernicher Bleiberg - Bearbeitungsblock 1 – Stellungnahme zu den bergbaulich-geotechnischen Verhältnissen und zur Standsicherheit der Geländeoberfläche.- Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg, 80 S., 14 Abb., 4 Anh., 9 Anl.; Aachen.

INGENIEURBÜRO HEITEFLD-SCHETELIG GMBH (20.08.2004): Altbergbau am Mechernicher Bleiberg - Bearbeitungsblock 2 - Stellungnahme zu den bergbaulich-geotechnischen Verhältnissen und zur Standsicherheit der Geländeoberfläche.- Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg, 90 S., 14 Abb., 4 Anh., 11 Anl.; Aachen.

INGENIEURBÜRO HEITEFLD-SCHETELIG GMBH (09.12.2004): Altbergbau am Mechernicher Bleiberg - Bearbeitungsblock 3 - Stellungnahme zu den bergbaulich-geotechnischen Verhältnissen und zur Standsicherheit der Geländeoberfläche.- Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg, 99 S., 3 Anh., 11 Anl.; Aachen.

INGENIEURBÜRO HEITFELD-SCHETELIG GmbH (31.05.2005): Stellungnahme zu den bergbaulich-geotechnischen Verhältnissen und zur Standsicherheit der Tagesoberfläche im Bereich des Tiefen Magdalena Stollen der ehemaligen Eisenerzgrube Magdalena in Morsbach.- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg, 72 S., 3 Abb., 2 Anh., 5 Anl.; Aachen.

INGENIEURBÜRO HEITFELD-SCHETELIG GMBH (22.11.2007/05.08.2008): Bestandsaufnahme zu den Hinterlassenschaften des Erz- und Steinkohlenbergbaus im Inde-Revier – Teil 3 – Stellungnahme zu den bergbaulich-geotechnischen Verhältnissen und zur Standsicherheit der Geländeoberfläche im Bereich der Inde-Mulde und angrenzenden Gebieten außerhalb der zentralen Steinkohlenmulde (Obere Stolberger Schichten).- Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW, 163 S., 2 Abb., 4 Anh., 7 Anl.; Aachen.

	Kreis / Stadt	Erste Verdachts-punkte	Mitteilungs-art	Datum	Ansprech-partner	Hinweise	Anmerkung
1	Stadt Aachen	-	Brief	15.09.2011	Steinmetz		keine Belastungen aus Erzbergbau bekannt, lokal geogene Schwermetallbelastungen
2	StädteRegion Aachen	1	Mail	14.10.2011	Illguth		Zusammenstellung Stollenmundlöcher, Hinweis auf Padtkohlgraben (Steinkohle, Maxhüttengelände)
3	Ennepe-Ruhr-Kreis	-					
4	Euskirchen	3	Brief	26.08.2011	Hanke		Burgfeyer Stollen: Maßnahme PQ_OW_K61, Baltesbendener Weiher: keine Belastungen bekannt, Angaben der UWB zu belasteten Gewässern
5	Hagen	-					
6	Hochsauerlandkreis	7	Brief	30.09.2011	Menne		umfangeiche Unterlagen zu bergbaulichen Wasserrechten und Analysen übermittelt (z.B. Grube Pluto, Niedermarsberg)
7	Kreis Düren	2	Mail	07.09.2011	Ziegon		Halde Beythal, Gürzenicher Bach
8	Märkischer Kreis	2	Mail	21.10.2011	Nüsken		keine Belastungen aus Erzbergbau bekannt; lokal geogen bedingt erhöhte Schwermetall-Gehalte im Stadtgebiet Iserlohn (Krug von Nidda) und in Hemer Deilinghofen
9	Mettmann	-	Mail	29.09.2011	Schneeweiß		Hinweise zu auffälligen Wasserkörpern
10	Minden	-	Brief	20.09.2011	Fuhrmann		Hinweis auf Einleitungen der Bergbaubetriebe (gemäß Bestandsaufnahme WRRL nicht relevant !)
11	Oberbergischer Kreis	13	Mail/Vermerk	09.09.2011	Stosiek		Abstimmungsgespräch erfoderlich, Ansprechpartner: Herr Herweg, UWB (02261/886731)
12	Olpe	5	Brief	01.09.2011	Beringhoff		Halden Grube Ernestus im Habbecketal, Austräge aus Schlammhalden Grube Goldberg II im Dornbach/Silberbach, im Olpebach bei Neuenkleusheim Belastungen aus Grube Rhonard, Sachtleben Bergbau Verwaltungs-GmbH: Hacherner Teich, sonstige Einleitungen unter Bergaufsicht
13	Remscheid	-	Brief	20.09.2011	Brinkmann		keine Hinweise
14	Rheinisch-Bergischer Kreis	11		27.10.2011	Preuß		Stellungnahme zu den in der Kreisabfrage von der ARGE Erzbergbau gelieferten Verdachtspunkten
15	Rhein-Sieg-Kreis	10	Mail	16.09.2011	Schubert		keine Informationen vorhanden
16	Siegen-Wittgenstein	2	Brief	16.09.2011	Dorn		Buchheller in Burbach, Peterzeche
17	Soest	-	Mail	29.09.2011	Mihatsch		Möhnezuläufe, Kallenhard-Bleierzstollen
18	Solingen	-	Mail	05.09.2011	Recker		keine Hinweise auf signifikante Punktquellen
19	Steinfurt	-	Brief	15.09.2011	Strege		keine Hinweise auf signifikante Punktquellen
20	Wuppertal	-	Telefon	15.08.2011	Nobis		keine Hinweise auf Punktquellen

Rückmeldung erfolgt

keine Rückmeldung erfolgt

keine Hinweise

Hinweise auf Verdachtsquellen

Prüfwerte für die Auswertung der GÜS-Messstellen

Stoff	Grenzwert		Orientierungswert LANUV	Auffälligkeit *
	proiritäre Stoffe UQN Anl. 7 OGewV	nicht-prioritäre Stoffe UQN Anl. 5 OGewV		
	µg/l	mg/kg	µg/l (gesamt)	
Blei	7,2			>5 µg/l gelöst
Cadmium	0,25			>0,2 µg/l gelöst
Nickel	20			>15 µg/l gelöst
Quecksilber	0,05			>0,04 µg/l gelöst
Arsen		40	50	>40 µg/l gesamt
Chrom		640	10	> 8 µg/l gesamt
Kupfer		160	4	> 3 µg/l gesamt
Zink		800	14	>11 µg/l gesamt
Kobalt			0,9	>0,6 µg/l gesamt
Molybdän			7	>5 µg/l gesamt
Titan			15	>10 µg/l gesamt
Vanadium			2,4	>2 µg/l gesamt
Silber			0,02	
Selen			3	>2 µg/l gesamt
Thallium			0,2	

* Die Auffälligkeiten wurden stoffspezifisch und nicht wissenschaftlich abgeleitet; sie wurden bei ca. 70 bis 80 % des Grenz- bzw. Orientierungswertes angesetzt und dienen lediglich als grobe Anhaltspunkte.

Zuordnung und Bewertung der GÜS-Messstellen

KREIS	ERZ-BEZIRK	VERDACHTSPUNKT	ID	WRRL_ NRW	PE	WKG	OFWK	BETROFFENE GEWÄSSER		GÜS-MESSSTELLEN BZW. PROBENAHMEN DES LANUV		Mittelwerte der Schwermetallbelastung (jüngster Jahresmittelwert) gelöst µg/l *gesamt µg/l **Feststoff mg/kg ***Sediment mg/kg															WASSER-GEWINNUNG	BEMERKUNG
								EINLEITUNG	WRRL	UNTER-STROM	OBER-STROM	Jahr Analyse	Pb	Cd	Ni	Hg	As	Cr	Cu	Zn	Kobalt	Molyb-dän	Selen	Silber	Vana-dium	Thal-lium	Titan		
Städteregion Aachen	außerhalb Erzbezirk	Grube Altwerk, Heinrich-Stollen	AC 1	RUR	PE_RUR_1100	WKG_RUR_1113	DE_NRW_282446_0	N.N.	Hasselbach		116609	2008	0,47	0,13	3,48	0*	0,97*	0,43*	2,63*	34,44*	1,02*	0,27*	0,25*	0,01*	0,61*	0,02*	-		
										AC 1/1 Stollen		2012	<0,1	0,058	3,8	<0,005	<0,2*	<0,5*	0,45*	18*	0,076*	<0,1*	<0,5*	<0,01*	<0,5*	<0,01*	<5*		
										AC 1/2 Hasselbach		2012	0,43	1,3	5,9	<0,005	0,21*	<0,5*	3,4*	110*	4*	<0,1*	<0,5*	<0,01*	<0,5*	0,02*	n.a.		
										116907		2011	0,4	0,56	4,45	-	0,24*	0,25*	1,28*	60*	1,42*	0,05*	0,25*	0*	0,25*	-	-		
	Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk	Grube Breinigerberg, Tiefer Stollen	AC 2	RUR	PE_RUR_1100	WKG_RUR_1113	DE_NRW_28244_3400	Vichtbach	Vichtbach		117183	2008	0,82	0,13	4,06	0,01*	0,63*	0,43*	2,81*	42,84*	0,83*	0,15*	0,25*	0,01*	0,58*	0,02*	-	Ja	
											026256	2005	658***	16,2***	76,3***	-	23,8***	120***	133***	2100***	59.6***	-	-	-	118***	-	4760***		
											117547	1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5*	-		
										117602		2011	0,84	1,29	3,2	-	0,44*	0,25*	2,4*	185*	0,54*	0,2*	1,5*	0*	0,25*	2,1*	-		
		Grube Diepenlinchen, Binsfeldhammerstollen	AC 3	RUR	PE_RUR_1100	WKG_RUR_1113	DE_NRW_28244_3400	Vichtbach	Vichtbach		117183	2008	0,82	0,13	4,06	0,01*	0,63*	0,43*	2,81*	42,84*	0,83*	0,15*	0,25*	0,01*	0,58*	0,02*	-		
										117602		2011	0,84	1,29	3,2	-	0,44*	0,25*	2,4*	185*	0,54*	0,2*	1,5*	0*	0,25*	2,1*	-		
		Grube Georg, Stollen von Georg	AC 4	RUR	PE_RUR_1100	WKG_RUR_1110	DE_NRW_28242_0	Orsbach	Iterbach	113906		2008	0,48	0,05	1,53	0*	0,64*	0,45*	2,16*	38,83*	0,26*	0,4*	0,25*	0,02*	0,66*	0,02*	-	Ja	
Düren	Eifeler Trias Bezirk	Grube Carla-Franziska, Stollen	DN 1	ERF	PE_ERF_1300	WKG_ERF_1303	DE_NRW_27446_11900	Vlattener Bach	Vlattener Bach		143200	2008	0,28	0,02	2,9	0*	0,34*	0,5*	1,73*	9,77*	0,25*	0,05*	0,25*	0,02*	0,81*	-	-		
											143250	2009	0,18	0,02	1,97	0*	0,5*	0,45*	1,6*	6,25*	0,3*	0,09*	0,25*	0,01*	0,95*	0,01*	34,75*		
										143303		2009	0,07	0,01	0,85	0*	0,4*	0,63*	1,3*	6,25*	0,13*	0,12*	0,25*	0,01*	0,88*	0*	15,75*		
										143509		2010	0,12	0,01	0,98	0*	0,54*	0,8*	2,15*	12,9*	0,33*	0,31*	0,05*	0,01*	1,16*	-	-		
		Grube Mausbacher Bleiberg, Halde Beythal	DN 2	RUR	PE_RUR_1200	WKG_RUR_1224	DE_NRW_282372_3520	N.N. 2823722 (Zufluss Birgeler Bach)	Rur		104085	2008	20*	2*	10*	0,15*	-	5*	5*	24,6*	-	-	-	-	-	-	-		
										151701		2008	0,05	0,01	4,31	0*	0,39*	0,65*	2,55*	17,9*	0,31*	0,17*	0,25*	0,01*	0,5*	-	-		
Euskirchen	Eifeler Trias Bezirk	Grube Mechernicher Bleiberg, Baltesbendener Weiher	EU 1	ERF	PE_ERF_1200	WKG_ERF_1203	DE_NRW_27418_7000	N.N.	Veybach	140302		2009	0,1	4,32	591	0,38**	3885**	24,1**	1875**	11900**	200,12*	0,9*	0,25*	0,01*	0,47*	0,1*	10,5*		
		Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen	EU 2	ERF	PE_ERF_1200	WKG_ERF_1203	DE_NRW_27418_7000	Veybach	Veybach		139907	2007	0,1	0	0,16	0*	0,2*	0,4*	0,87*	5*	0,05*	0,06*	0,32*	0,01*	0,32*	0*	-		
										140302		2009	0,1	4,32	591	0,38**	3885**	24,1**	1875**	11900**	200,12*	0,9*	0,25*	0,01*	0,47*	0,1*	10,5*		

Zuordnung und Bewertung der GÜS-Messstellen

KREIS	ERZ-BEZIRK	VERDACHTSPUNKT	ID	WRRL_ NRW	PE	WKG	OFWK	BETROFFENE GEWÄSSER		GÜS-MESSTELLEN BZW. PROBENAHMEN DES LANUV		Mittelwerte der Schwermetallbelastung (jüngster Jahresmittelwert) gelöst µg/l *gesamt µg/l **Feststoff mg/kg ***Sediment mg/kg																WASSER-GEWINNUNG	BEMERKUNG
								EINLEITUNG	WRRL	UNTER-STROM	OBER-STROM	Jahr Analyse	Pb	Cd	Ni	Hg	As	Cr	Cu	Zn	Kobalt	Molyb-dän	Selen	Silber	Vana-dium	Thal-lium	Titan		
Hochsauerland-kreis	Nordbergischer/Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk	Caspari-Zeche (Antimon(Sb)-Abbau), Stollenmundlöcher	HSK 3	RUH	PE_RUH_1600	WKG_RUH_1602	DE_NRW_276_151034	Mühlmecke	Ruhr		401535	2009	0,14	0,06	1,05	-	0,37*	0,78*	2,2*	45*	0,18*	0,25*	0,25*	0,04*	0,56*	-	-		
										401808		2009	0,14	0,03	1,45	-	0,39*	0,38*	3,15*	20*	0,14*	0,34*	0,25*	0,09*	0,48	-	-		
										401602		2001	2,5*	0,1*	10*	0,1*	0,5*	5*	5*	30*	-	-	-	-	-	-	-		
	außerhalb Erzbezirk	Hermannzeche, Carl-Stollen	HSK 7	RUH	PE_RUH_1600	WKG_RUH_1601	DE_NRW_276188_9050	Kröhe	Sorpe		415807	2009	0,33	0,04	0,53	-	0,2*	0,25*	1,5*	5*	0,09*	0,14*	0,25*	0,08*	0,35*	0*	-		
										415900		2007	2,02*	0,03*	1,35*	0,01*	0,1*	0,99*	0,92*	10*	0,09*	0,15*	0,25*	0,01*	17,83*	-	-		
	Ramsbecker Erzbezirk	Grube Vereinigter Bastenberg und Dörenberg, Eickhoff-Stollen	HSK 5	RUH	PE_RUH_1700	WKG_RUH_1702	DE_NRW_27612_0	Valme	Valme		686426	2009	0,51	0,93	0,88	0*	0,15*	0,25*	1,13*	523,33*	0,06*	0,05*	0,25*	0,01*	0,47*	0*	-		
										HSK5		2012	3,1	8,5	30	<0,005	0,86*	<0,5*	0,82*	3100*	0,3*	0,16*	1,1*	<0,01*	<0,5*	0,01*	<5*		
										411607		2007	3,75	-	-	0,01*	-	1*	-	726,67*	-	-	-	-	5*	-	-		
		Grube Alexander, Gustav-Stollen / Halden	HSK 6	RUH	PE_RUH_1700	WKG_RUH_1701	DE_NRW_276134_0	Nier	Nierbach		412168	2007	1,90	1,10	1,30	0,01*	0,51*	0,9*	6,4*	82,5*	0,16*	0,15*	0,25*	0,01*	3,88*	0,01*	-		
										HSK6		2012	9,50	4,30	3,40	<0,005	1*	<0,5*	12*	1300*	0,082*	<0,1	<0,5	0,016*	<0,5	<0,01	<5		
										412211		2003	48*	7*	10*	0,05*	0,5*	5*	10*	2360*	-	-	-	-	-	-	-		
										412200		2007	0,28	0,38	0,63	0,02*	0,41*	1,34*	3,5*	125*	0,34*	0,15*	0,25*	0,02*	0,83*	0,01*	-		
		Sedimentationsbecken St. Andreasberg	HSK 4	RUH	PE_RUH_1700	WKG_RUH_1702	DE_NRW_27612_0	Bilmecke	Valme		686025	2005	19,93*	2,5*	14,03*	0,07*	7,2*	5,27*	5,6*	1488*	-	-	-	-	-	-	-		
										411802		2009	0,65	0,66	2,5	-	0,23*	0,25*	1,25*	446,67*	0,1*	0,09*	0,25*	0,01*	0,44*	0*	-		
		Grube Bastenberg, Halden und Stollenmundlöcher	HSK 8	RUH	PE_RUH_1700	WKG_RUH_1702	DE_NRW_27612_7005	Valme	Valme		411504	2008	0,19	0,03	2,48	0*	0,28*	0,32*	1,13*	13,03*	0,19*	0,05*	0,25*	0,02*	0,16*	0*	-		
										HSK8		2012	0,28	0,21	<1	<0,005	0,38*	<0,5*	1,9*	120*	0,13*	0,1*	<0,5*	<0,01*	<0,5*	<0,01*	n.a.		
										686426		2009	0,51	0,93	0,88	0*	0,15*	0,25*	1,13*	523,33*	0,06*	0,05*	0,25*	0,01*	0,47*	0*	-		
		Grube Bastenberg, Nagelmacker Stollen	HSK 9	RUH	PE_RUH_1700	WKG_RUH_1701	DE_NRW_276122_0	Brabecke	Brabecke		411954	2003	2,5*	0,1*	10*	0,05*	0,5*	5*	5*	5*	-	-	-	-	-	-	-		
										HSK9/1		2012	0,31	0,041	<1	<0,005	0,39*	<0,5*	1,3*	23*	0,12*	<0,1*	<0,5*	<0,01*	<0,5*	<0,01*	n.a.		
										HSK9/2		2012	0,13	0,028	<1	<0,005	0,43*	0,56*	2,5*	24*	0,18*	0,11*	<0,5*	<0,01*	<0,5*	<0,01*	12*		
										412004		2011	0,6	0,69	0,5	-	0,51*	0,25*	0,87*	305*	0,02*	0,05*	0,25*	0*	0,25*	0*	-		
		Grube Willibald, Halden / Stollen	HSK 10	RUH	PE_RUH_1700	WKG_RUH_1702	DE_NRW_27612_7005	Hannebecke	Valme		HSK10		2012	3,1	6,5	8,1	<0,005	0,51*	<0,5*	0,72*	5300*	0,3*	<0,1	0,65*	<0,01	<0,5	0,01	<5		
										686426		2009	0,51	0,93	0,88	0*	0,15*	0,25*	1,13*	523,33*	0,06*	0,05*	0,25*	0,01*	0,47*	0*	-		
		Grube Ries, Bruckmann-Stollen	HSK 11	RUH	PE_RUH_1700	WKG_RUH_1701	DE_NRW_276118_0	Niedere Lehmecke	Elpe		HSK11		2012	0,32	0,27	<1	<0,005	0,63*	<0,5*	1,3*	170*	0,16*	<0,1*	<0,5*	0,011*	<0,5*	<0,01*	11*		
										411103		2003	2,5*	0,1*	10*	0,05*	0,5*	5*	5*	100*	-	-	-	-	-	-	-		
										411309		2009	0,23	0,22	0,34	-	0,57*	0,25*	0,67*	123,33*	0,05*	0,05*	0,25*	0,02*	0,33*	0*	-		
		Grube Gottesgabe, Tiefer Stollen	HSK 12	RUH	PE_RUH_1700	WKG_RUH_1701	DE_NRW_276114_0	Neger	Neger		410305	2007	1,6*	0,03*	3,1*	-	0,45*	2,9*	2,8*	20*	0,59*	0,15*	0,25*	0,01*	2,4*	0,01*	-		Zink-Wert aus 2002
										410408		2009	0,46	0,10	0,82	-	0,28*	0,64*	2,1*	40*	0,12*	0,08*	0,25*	0,1*	0,58*	0*	-		
		Grube Aurora, Halden	HSK14	RUH	PE_RUH_1700	WKG_RUH_1701	DE_NRW_276118_0		Elpe		411309	2009	0,23	0,22	0,34	-	0,57*	0,25*	0,67*	123,33*	0,05*	0,05*	0,25*	0,02*	0,33*	0*	-		
										HSK13/2		2012	1,7	0,63	<1	<0,005	0,44*	<0,5*	1,1*	270*	0,068*	<0,1*	<0,5*	<0,01*	<0,5*	<0,01*	<5*		
										411206		2003	2,5*	0,2*	10*	0,05*	0,5*	5*	5*	110*	-	-	-	-	-	-	-		
		Grube Pluto, Pluto-Stollen	HSK 13	RUH	PE_RUH_1700	WKG_RUH_1701	DE_NRW_276118_0	Elpe	Elpe		411103	2003	2,5*	0,1*	10*	0,05*	0,5*	5*	5*	100*	-	-	-	-	-	-	-		
										HSK13/1		2012	0,49	0,18	<1	<0,005	0,66*	0,58*	2*	120*	0,28*	0,1*	<0,5*	0,017*	0,5*	<0,01*	16*		
										411206		2003	2,5*	0,2*	10*	0,05*	0,5*	5*	5*	110*	-	-	-	-	-	-	-		
										411309		2009	0,23	0,22	0,34	-	0,57*	0,25*	0,67*	123,33*	0,05*	0,05*	0,25*	0,02*	0,33*	0*	-		
	Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk	Grube Mina, Friedrichstollen	HSK 2	DIE	PE_DIE_1000	WKG_DIE_1007	DE_NRW_4432_0	Glinde	Glinde		626405	2010	0,09	0,01	0,5	-	0,3*	0,61*	2,2*	19,25*	0,06*	0,1*	0,62*	0,01*	0,31*		-		
										626600		2007	2,5*	-	-	0*	-	3*	-	35*	-	-	-	-	5*		-		
		Grube Oskar, Killianstollen	HSK 1	DIE	PE_DIE_1000	WKG_DIE_1007	DE_NRW_4432_0	Glinde	Glinde		626405	2010	0,09	0,01	0,5	-	0,3*	0,61*	2,2*	19,25*	0,06*	0,1*	0,62*	0,01*	0,31*	0,01*	-		
										HSK1		2012	<0,1	1,7	220	<0,005	3*	<0,5*	14000*	410*	120*	1,3*	13*	0,14*	<0,5*	1,1*	<5*		
										626600		2007	2,5*	-	-	0*	-	3*	-	35*	-	-	-	-	5*	-	-		

Zuordnung und Bewertung der GÜS-Messstellen

KREIS	ERZ-BEZIRK	VERDACHTSPUNKT	ID	WRRL_ NRW	PE	WKG	OFWK	BETROFFENE GEWÄSSER		GÜS-MESSSTELLEN BZW. PROBENAHMEN DES LANUV		Mittelwerte der Schwermetallbelastung (jüngster Jahresmittelwert) gelöst µg/l *gesamt µg/l **Feststoff mg/kg ***Sediment mg/kg															WASSER-GEWINNUNG	BEMERKUNG
								EINLEITUNG	WRRL	UNTER-STROM	OBER-STROM	Jahr Analyse	Pb	Cd	Ni	Hg	As	Cr	Cu	Zn	Kobalt	Molyb-dän	Selen	Silber	Vana-dium	Thal-lium	Titan		
Kreis Olpe	Meggener Schwefelkiesbezirk	Grube Keller, Stollen III	OE 1	RUH	PE_RUH_1400	WKG_RUH_1401	DE_NRW_276634_0	Habbecke	Elspe	431254		2011	0,05	0,04	0,5	0,01*	0,26*	0,25*	1,2*	**80***	0,08*	0,05*	0,25*	0*	0,25*	-	-		
										431205		2011	0,05	0,02	0,50	0*	0,24*	0,25*	0,93*	-	0,07*	0,18*	0,5*	0,01*	0,25*	0,02*	-		
		Grube Meggen, Carolinenglücker Stollen	OE 2	RUH	PE_RUH_1400	WKG_RUH_1401	DE_NRW_2766_77895	Lenne	Lenne		421110	2011	0,28	0,02	0,5	0*	0,54*	0,25*	1,8*	**24***	0,1*	0,22*	0,25*	0*	0,25*	0,02*	-		
											421121	2011	0,69*	0,03	1,2	0*	-	0,25*	2*	**49***	0,24*	0,2*	0,25*	0*	0,25*	**2,5***	-		Thallium aus 2006
										421157		2008	0,39	0,05	4,03	0*	0,5*	0,25*	2,17*	**61,53***	**1,02***	0,49*	1,15*	0,01*	0,79*	**1,14***			
										421133		2011	0,26	0,02	1,6	0*	0,34*	0,25*	1,9*	**38***	0,31*	0,22*	0,25*	0*	0,25*	0,28*	-		
		Grube Meggen, Hachener Spülteiche	OE 3	RUH	PE_RUH_1400	WKG_RUH_1401	DE_NRW_2766_77895	Hachener Bach	Lenne		421182	2008	0,18	0,04	4,53	-	0,46*	0,43*	2,71*	**61,03***	0,84*	0,54*	0,76*	0,01	0,75*		-		
											431126	2011	0,07	0,01	0,5	-	0,18*	0,25*	0,59*	5*	0,06*	0,07*	0,42*	0*	0,38*	0*	-		
										431151		2011	0,05	0,11	1,7	-	0,1*	0,25*	1*	**277***	0,02*	0,05	0,25*	0*	0,25*	0,25*	-		
										431138		2011	0,05	**0,33**	5,8	-	0,1*	0,25*	1,6*	**660***	0,11*	0,13*	0,5*	0*	0,25*	**0,51***	-		
										421200		2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05*	-		
										421303		2003/2006	2,5*	0,25*	5*	-	-	2,5*	-	**58,2***	-	-	-	-	-		-		
	Müsener Erzbezirk	Grube Alwine, Halden / Stollenmundloch	OE 4	RUH	PE_RUH_1400	WKG_RUH_1401	DE_NRW_2766286_0	N.N.	Silberbach	431140		2011	1,8	**0,46**	5,7	0,02*	0,39*	0,25*	1,6*	**367***	0,26*	0,05*	0,25*	0*	0,25*	**2,5***	-		Thallium aus 2006
										OE4/1		2012	0,83	**1,1**	8,5	0,009	0,52*	<0,5*	1,7*	**1300***	**0,71***	<0,1*	0,63*	**0,037***	<0,5*	<0,01*	<5*		
										OE4/2		2012	0,83	**0,98**	9	0,009	0,46*	<0,5*	1,3*	**1100***	**0,65***	<0,1*	0,65*	<0,01*	<0,5*	<0,01*	<5*		
		Grube Glanzenberg - Goldberg II, Spülteiche / Halden / Stollen	OE 5	RUH	PE_RUH_1400	WKG_RUH_1401	DE_NRW_2766286_0	Dornbach	Silberbach	OE5/1		2012	0,3	0,14	3,7	0,009	0,41*	0,95*	**3,5***	**120***	0,22*	0,11*	0,72*	<0,01*	<0,5*	<0,01*	<5*		
										OE5/2		2012	1	**1,3**	9,7	0,008	0,54*	<0,5*	1,2*	**1800***	**1,1***	<0,1*	0,72*	<0,01*	<0,5*	<0,01*	<5*		
										431140		2011	1,8	**0,46**	5,7	0,02*	0,39*	0,25*	1,6*	**367***	0,26*	0,05*	0,25*	0*	0,25*	0*	-		
	Olpener Erzbezirk	Grube Zänker, Stollen	OE 6	RUH	PE_RUH_1200	WKG_RUH_1201	DE_NRW_276642_0	Olpe	Olpe		432635	2011	0,42	0,03	2,1	-	0,25*	0,25*	1,47*	7,37*	0,15*	0,08*	0,25*	0,01*	0,25*	0*	-		
										432702		2010	0,2	0,01	1,1	-	0,27*	0,74*	**7***	8,02*	0,06*	0,54*	0,25*	0,01*	0,25*	0,01*	-		
		Grube Rhonard	OE 7	RUH	PE_RUH_1200	WKG_RUH_1201	DE_NRW_276642_0	Olpe	Olpe		432635	2011	0,42	0,03	2,1	-	0,25*	0,25*	1,47*	7,37*	0,15*	0,08*	0,25*	0,01*	0,25*	0*	-	Ja	
										432702		2010	0,2	0,01	1,1	-	0,27*	0,74*	**7***	8,02*	0,06*	0,54*	0,25*	0,01*	0,25*	0,01*	-		

Zuordnung und Bewertung der GÜS-Messstellen

KREIS	ERZ-BEZIRK	VERDACHTSPUNKT	ID	WRRL_ NRW	PE	WKG	OFWK	BETROFFENE GEWÄSSER		GÜS-MESSTELLEN BZW. PROBENAHMEN DES LANUV		Mittelwerte der Schwermetallbelastung (jüngster Jahresmittelwert) gelöst µg/l *gesamt µg/l **Feststoff mg/kg ***Sediment mg/kg																WASSER-GEWINNUNG	BEMERKUNG
								EINLEITUNG	WRRL	UNTER-STROM	OBER-STROM	Jahr Analyse	Pb	Cd	Ni	Hg	As	Cr	Cu	Zn	Kobalt	Molyb-dän	Selen	Silber	Vana-dium	Thal-lium	Titan		
Kreis Siegen-Wittgenstein	Burbach Wilnsdorfer Erzbezirk	Eisensteinzeche Bautenberg, Tiefer Stollen	SI 1	SIE	PE_SIE_1400	WKG_SIE_1402	DE_NRW_27226_0	N.N.	Wildenbach		457802	2001	2,5*	0,25*	5*	-	-	2,5*	2,5*	**50***	-	-	-	-	-	-	-		
										457905		2008/2009*	2,62	0,06*	3,06	-	0,28*	0,4*	2,5*	**92,7***	0,19*	0,12*	0,25*	0,01*	0,4*	0*	-		
		Peterzeche, Halden/Stollen	SI 2	SIE	PE_SIE_1400	WKG_SIE_1401	DE_NRW_27222_0	Matheines Wiese	Buchheller		457607	2010	0,22	0,03	1,83	0	0,25*	1,72*	2,25*	11,7*	0,28*	0,1*	0,25*	**0,02***	1,14**	-	-		
											457632	2001	14*	0,25*	5*	-	-	2,5*	2,5*	**80***	-	-	-	-	-	-	-		
										457670		2010	**7,88**	**1,36**	9,48	0,01	1,02*	0,61*	**3,97***	**914,5***	0,44*	0,05*	0,25*	**0,04***	0,4*	-	-		
		Grube Brüche, Tiefer Stollen	SI 4	SIE	PE_SIE_1400	WKG_SIE_1402	DE_NRW_27214_4630	Lohebach	Ferndorfbach		453109	2002	2,5*	0,25*	5*	-	-	2,5*	2,5*	**25***	-	-	-	-	-	-	-	Ja	
										453201		2002	2,5*	0,25*	5*	-	-	2,5*	**5***	**1990***	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	-		
										´021003		2005	496***	3***	61,8***	-	8,4***	21,2***	146***	858***	21,5***	-	-	-	15***	-	500***		
										453250		2006*/2005***	7,02*	0,25*	5*	1,6***	-	100***	128***	1280***	-	-	-	-	-	-	-		
		Grube Stahlberg, Kronprinz Friedrich-Wilhelm-Stollen	SI 5	SIE	PE_SIE_1400	WKG_SIE_1402	DE_NRW_27214_4630	Ernstdorfbach	Ferndorfbach		453250	2006*/2005***	7,02*	0,25*	5*	1,6***	-	100***	128***	**1280*****	-	-	-	-	-	-	-	Ja	
										453304		2009	3,97*	0,11*	2,92*	0,01*	0,41*	0,75*	**3,03***	**90***	0,21*	0,25*	0,25*	**0,03***	0,51*	0*	-		
										453407		2009	4,05*	0,07*	9,12*	0,01*	0,45*	1,08*	**3,9***	**75***	**0,62***	1,94*	0,25*	**0,02***	0,72*		-		
	Müsener Erzbezirk	Grube Altenberg, Halden/Spülteiche, Stollen	SI 7	SIE	PE_SIE_1400	WKG_SIE_1402	DE_NRW_272146_0	Die Heimkaus	Littfe		SI7	2012	1,1	**0,5**	9,4	0,029	3,6*	<0,5*	**3,3***	**960***	**0,92***	<0,1*	1,3*	**0,024***	<0,5*	<0,01*	<5*		
										453900		2009	6,18*	0,17*	3,3*	-	0,76*	0,47*	**3,85***	**130***	0,19*	0,08*	0,25*	**0,02***	0,42*	0*	-		
										453407		2009	4,05*	0,07*	9,12*	0,01*	0,45*	1,08*	**3,9***	**75***	**0,62***	1,94*	0,25*	**0,02***	0,72*	-	-		
		Müsen, Köln-Müsener-Hütte	SI 8	SIE	PE_SIE_1400	WKG_SIE_1402	DE_NRW_27214_4630	Rothenbach	Ferndorfbach		453109	2002	2,5*	0,25*	5*	-	-	2,5*	2,5*	**25***	-	-	-	-	-	-	-		
										453225		2011	10*	0,3*	4*	-	0,72*	0,25*	**3,9***	**282,5***	0,22*	0,09*	0,25*	**0,02***	0,56*	0*	-		
										453201		2002	2,5*	0,25*	5*	-	-	2,5*	**5***	**1990***	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	-		
										453250		2006*/2005***	7,02*	0,25*	5*	1,6***	-	100***	128***	**1280*****	-	-	-	-	-	-	-		
		Müsen, Rothenbacher Hütte	SI 9	SIE	PE_SIE_1400	WKG_SIE_1402	DE_NRW_27214_4630	Rothenbach	Ferndorfbach		453109	2002	2,5*	0,25*	5*	-	-	2,5*	2,5*	**25***	-	-	-	-	-	-	-		
										453225		2011	10*	0,3*	4*	-	0,72*	0,25*	**3,9***	**282,5***	0,22*	0,09*	0,25*	**0,02***	0,56*	0*	-		
										453201		2002	2,5*	0,25*	5*	-	-	2,5*	**5***	**1990***	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	-		
										453250		2006*/2005***	7,02*	0,25*	5*	1,6***	-	100***	128***	**1280*****	-	-	-	-	-	-	-		
	Olpener Erzbezirk	Grube Haus Oranien, Stollen	SI 3	SIE	PE_SIE_1400	WKG_SIE_1402	DE_NRW_272146_0	N.N.	Breitenbach	453407		2009	4,05*	0,07*	9,12*	0,01*	0,45*	1,08*	**3,9***	**75***	**0,62***	1,94*	0,25*	**0,02***	0,72*	-	-	Ja	
	Siegener Spateisensteinbezirk	Grube Alte Dreisbach, Stollen	SI 6	SIE	PE_SIE_1400	WKG_SIE_1402	DE_NRW_272_124250	Sieg	Sieg	451150		2009	2,49*	0,03*	4,1*	-	0,47*	1,35*	**3,68***	**32,5***	0,47*	**7,65***	0,25*	0,01*	0,62*	0*	-	Ja	
Märkischer Kreis	Nordbergischer/Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk	Grube Nidda (Iserlohn)	MK 1	RUH	PE_RUH_1500	WKG_RUH_1502	DE_NRW_276542_2000	Caller Bach	Caller Bach	418602		2010	0,48	**4,68**	**58,78**	-	16,5**	45,2**	**267****	**2990****	**14,02***	1,56*	**2,4***	**0,4***	0,64*	0,07*	-	Ja	
	außerhalb Erzbezirk	Grube Theodore (Plettenberg)	MK 2	RUH	PE_RUH_1300	WKG_RUH_1301	DE_NRW_2766_56576	Blemke	Lenne	´023450		2003	327***	6,18***	58,7***	0,415***	18,6***	123***	110***	2050***	10***	-	-	-	40***	-	510***	Ja	
										421900		2009	0,26*	0,02*	1,6*	-	0,38*	0,66*	1,9*	**15***	0,1*	0,19*	0,4*	**0,06***	0,6*	0,05*	-		

Zuordnung und Bewertung der GÜS-Messstellen

KREIS	ERZ-BEZIRK	VERDACHTSPUNKT	ID	WRRL_ NRW	PE	WKG	OFWK	BETROFFENE GEWÄSSER		GÜS-MESSSTELLEN BZW. PROBENAHMEN DES LANUV		Mittelwerte der Schwermetallbelastung (jüngster Jahresmittelwert) gelöst µg/l *gesamt µg/l **Feststoff mg/kg ***Sediment mg/kg															WASSER-GEWINNUNG	BEMERKUNG
								EINLEITUNG	WRRL	UNTER-STROM	OBER-STROM	Jahr Analyse	Pb	Cd	Ni	Hg	As	Cr	Cu	Zn	Kobalt	Molyb-dän	Selen	Silber	Vana-dium	Thal-lium	Titan		
Ober-bergischer Kreis	Bensberger Erzbezirk	Grube Castor, Halden / Tiefer Stollen	OBK 3	SIE	PE_SIE_1100	WKG_SIE_1101	DE_NRW_2728_0	Wester Siefen	Agger	204201		2006	0,3	0,04	1,3	-	0,54*	2*	**4,07***	**429,5***	0,15*	3,6*	0,25*	0,01*	0,4*	0*	-		
		Grube Bliesenbach, Halden / Stollen	OBK 4	SIE	PE_SIE_1200	WKG_SIE_1202	DE_NRW_272872_0	Loopebach	Loopebach		OBK5/2	2012	**13**	**0,79**	12	0,03	2*	<0,5*	1,7*	**200***	**0,9***	<0,1*	<0,5*	**0,02***	<0,5*	<0,01*	<5*		
										204171		2009	0,4	**1,18**	8,15	0,01*	**112,4****	29,35**	132**	**5360****	0,25*	0,05*	0,25*	0,01*	0,17*	0*	3,5*		
		Grube Silberkaule, Halden / Stollen	OBK 5	SIE	PE_SIE_1200	WKG_SIE_1202	DE_NRW_272872_0	Heckbach	Loopebach		OBK5/1	2012	1,4	0,024	8,3	<0,005	24*	<0,5*	0,71*	**25***	**2,3***	<0,1*	<0,5*	<0,01*	<0,5*	<0,01*	<5*		
											OBK5/2	2012	**13**	**0,79**	12	0,03	2*	<0,5*	1,7*	**200***	**0,9***	<0,1*	<0,5*	**0,02***	<0,5*	<0,01*	<5*		
										204195		2008	**28,38**	**1,18**	**17,6**	0,02*	**592****	17,3**	**1110****	**4915****	0,48*	0,05*	0,25*	**0,02***	0,05*	0*	4,25*		
										204171		2009	0,4	**1,18**	8,15	0,01*	**112,4****	29,35**	132**	**5360****	0,25*	0,05*	0,25*	0,01*	0,17*	0*	3,5*		
	außerhalb Erzbezirk	Grube Danielszug (Kupfer), Halden / Stollen	OBK 1	WUP	PE_WUP_1100	WKG_WUP_1103	DE_NRW_273614_0	Hönnige	Wupper		283101	2007	0,19	0,15	2,24	0,01*	0,21*	0,41*	1,27*	**12,5***	0,12*	0,05*	0,25*	0,01*	0,68*	-	-		
										283800		2010	0,1	0,03	1,2	0*	0,26*	0,69*	**5,18***	4*	0,1*	0,05*	0,25*	0,01*	0,32*	-	8,48*		
		Carolinagrube, Tiefer Stollen	OBK 2	WUP	PE_WUP_1100	WKG_WUP_1101	DE_NRW_2736_71895	Wiebach	Wupper	301437		2004	0,5*	0,05*	1*	**0,1***	6,1***	120***	100***	260***	**1***	**6***	**3***	**0,05***	-	-	-		
		Grube Neu-Moresnet 4, Stollen	OBK 6	SIE	PE_SIE_1200	WKG_SIE_1202	DE_NRW_27286_0	Leppe	Leppe		208607	2008	0,07	0,02	0,67	0,01*	0,2*	0,88*	0,93*	6,25*	0,06*	1,9*	0,25*	0,01*	0,47*	-	9,75*		
										208700		2008	0,09	0,02	1,34	0,01*	0,23*	1,08*	1,29*	8,75*	0,18*	2,19*	0,25*	0,01*	0,54*	-	**12,75***		
		Grube Alter Stollenberg, Tiefer Stollen	OBK 7	SIE	PE_SIE_1200	WKG_SIE_1203	DE_NRW_27284_0	Molbach	Wiehl		203506	2009	0,16	0,01	1,07	0*	0,3*	0,25*	2,15*	10*	0,08*	1,81*	0,25*	0,01*	0,35*	0*	8,5*		
										203701		2009	0,15	0,01	1,1	-	0,33*	0,39*	2,1*	6,25*	0,12*	0,81*	0,25*	0,01*	0,42*	0*	**10,5***		
		Grube Bliebach - Erzwäsche, Halden	OBK 8	SIE	PE_SIE_1200	WKG_SIE_1203	DE_NRW_272848_0	Alpebach	Alpebach		207500	2007	0,13	0,01	0,9	0*	0,19*	0,25*	1,48*	6,67*	0,05*	0,15*	0,25*	**0,05***	0,37*	-	-		
										207603		2010	0,4	0,03	0,95	0*	0,49*	0,5*	2,02*	**19,7***	0,15*	0,19*	0,25*	0*	0,48*	-	-		
		Grube Bleihardt, Stollen	OBK 9	SIE	PE_SIE_1200	WKG_SIE_1205	DE_NRW_2728_44322	Agger	Agger		201959	2006	0,4	0,02	3,3	-	0,48*	2,25*	**4,28***	6,9*	0,15*	2,5*	0,25*	0,01*	0,5*	-	-		
										203105		2010/2005**	0,13	0,02	0,5	-	9,9**	58**	143**	703**	0,05*	0,47*	0,25*	0*	0,33*	-	-		
		Grube Fahrenberg, Stollen	OBK 10	SIE	PE_SIE_1200	WKG_SIE_1202	DE_NRW_27282_0	Steinagger	Steinagger		201467	2009	0,21	0,03	1,62	0*	0,22*	0,31*	1,65*	7,5*	0,1*	0,09*	0,25*	**0,05***	0,29*	-	**14***		
										201509		2009	0,24	0,02	0,91	0*	0,22*	0,25*	1,8*	5*	0,05*	0,11*	0,25*	0,01*	0,32*	-	**10***		
		Grube Heidberg, Tiefer Stollen	OBK 11	SIE	PE_SIE_1200	WKG_SIE_1204	DE_NRW_27284_25705	Wiehl	Wiehl	206301		2011	0,92	0,04	1,7	0*	0,9*	0,25*	1,5*	**13***	0,1*	0,05*	0,25*	0,01*	0,25*	-	2,5		
										206374		2010	3,56	0,06	3	0*	0,36*	0,25*	2,1*	10,55*	0,11*	0,05*	0,25*	0,01*	0,25*	0*	-		
		Grube Wildberg, Erbstollen	OBK 12	SIE	PE_SIE_1200	WKG_SIE_1204	DE_NRW_27284_25705	Aubach	Wiehl		206374	2010	3,56	0,06	3	0*	0,36*	0,25*	2,1*	10,55*	0,11*	0,05*	0,25*	0,01*	0,25*	0*	-		
										206301		2011	0,92	0,04	1,7	0*	0,9*	0,25*	1,5*	**13***	0,1*	0,05*	0,25*	0,01*	0,25*	-	2,5		
		Grube Wildberg, Friedrich-Schmidt-Stollen	OBK 13	SIE	PE_SIE_1200	WKG_SIE_1204	DE_NRW_27284_25705	Wildberger Bach	Wiehl		206374	2010	3,56	0,06	3	0*	0,36*	0,25*	2,1*	10,55*	0,11*	0,05*	0,25*	0,01*	0,25*	0*	-		
										206301		2011	0,92	0,04	1,7	0*	0,9*	0,25*	1,5*	**13***	0,1*	0,05*	0,25*	0,01*	0,25*	-	2,5		
	Kohlberg-Morsbacher Erzbezirk	Grube Magdalena, Tiefer Magdalena Stollen	OBK 14	SIE	PE_SIE_1000	WKG_SIE_1006	DE_NRW_27238_7255	Rossenbach	Wisserbach		279201	2008	0,27	0,01	0,85	0*	0,22*	0,25*	1,01*	13,7*	0,04*	0,05*	0,25*	**0,04***	0,17*	0*	5,75*	Ja	
										279250		2007	0,79	0,02	1,53	0	0,31*	0,81*	2,16*	6,25*	**1,31***	0,31*	0,44*	**0,14***	0,39*	**1,25***	3,88*		

Zuordnung und Bewertung der GÜS-Messstellen

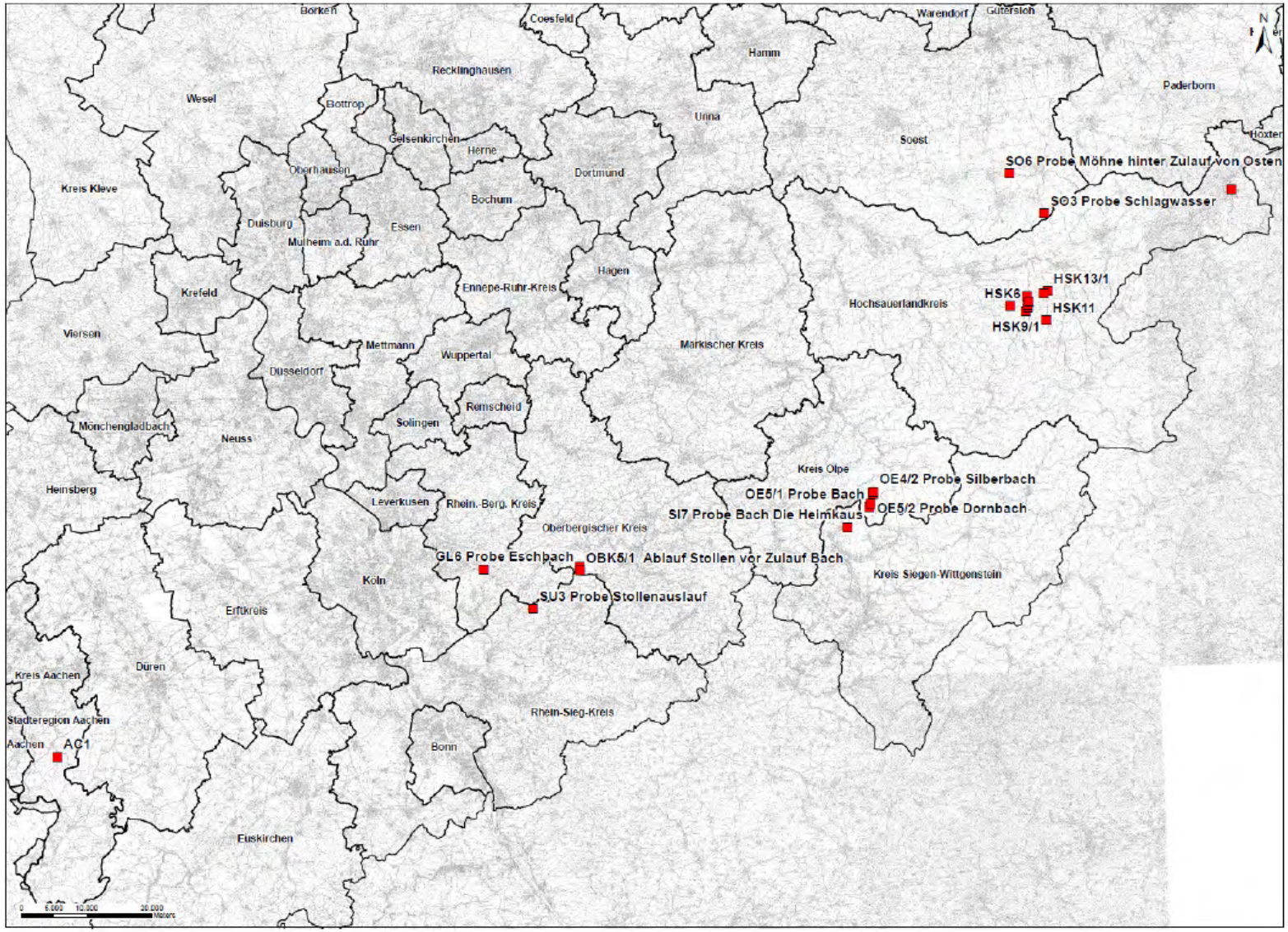
KREIS	ERZ-BEZIRK	VERDACHTSPUNKT	ID	WRRL_ NRW	PE	WKG	OFWK	BETROFFENE GEWÄSSER		GÜS-MESSSTELLEN BZW. PROBENAHMEN DES LANUV		Mittelwerte der Schwermetallbelastung (jüngster Jahresmittelwert) gelöst µg/l *gesamt µg/l **Feststoff mg/kg ***Sediment mg/kg															WASSER-GEWINNUNG	BEMERKUNG
								EINLEITUNG	WRRL	UNTER-STROM	OBER-STROM	Jahr Analyse	Pb	Cd	Ni	Hg	As	Cr	Cu	Zn	Kobalt	Molyb-dän	Selen	Silber	Vana-dium	Thal-lium	Titan		
Rhein.-Berg. Kreis	Bensberger Erzbezirk	Grube Apfel, Tiefer Stollen	GL 9	SIE	PE_SIE_1100	WKG_SIE_1103	DE_NRW_27288_10626	Volbach	Sülz	211606		2010	0,12	0,15	1,23	0,01*	0,4*	0,25*	1,1*	91*	0,14*	0,16*	0,25*	0*	0,57*	0*	-		
		Grube Berzelius, Stollen/Halde	GL 7	SIE	PE_SIE_1100	WKG_SIE_1103	DE_NRW_27288_10626	Volbach	Sülz	211606		2010	0,12	0,15	1,23	0,01*	0,4*	0,25*	1,1*	91*	0,14*	0,16*	0,25*	0*	0,57*	0*	-		
		Grube Ehrenfeld, Tiefer Stollen	GL 8	SIE	PE_SIE_1100	WKG_SIE_1103	DE_NRW_27288_10626	Volbach	Sülz	211606		2010	0,12	0,15	1,23	0,01*	0,4*	0,25*	1,1*	91*	0,14*	0,16*	0,25*	0*	0,57*	0*	-		
		Grube Blücher, Halden/Klärteiche	GL 3	RHE	PE_RHE_1400	WKG_RHE_1402	DE_NRW_273568_7124	Lehbach	Strunde	225708		2008	0,41	0,13	0,83	0,02*	1,34*	0,25*	2,74*	150*	0,18*	0,62*	0,34*	0,01*	0,67*	-	18,5*		
		Grube Blücher, Stollen	GL 4	RHE	PE_RHE_1400	WKG_RHE_1402	DE_NRW_273568_7124	Lehbach	Strunde	225708		2008	0,41	0,13	0,83	0,02*	1,34*	0,25*	2,74*	150*	0,18*	0,62*	0,34*	0,01*	0,67*	-	18,5*		
		Grube Blücher, Blücherstollen	GL 2	RHE	PE_RHE_1400	WKG_RHE_1402	DE_NRW_273568_7124	Lehbach	Strunde	225708		2008	0,41	0,13	0,83	0,02*	1,34*	0,25*	2,74*	150*	0,18*	0,62*	0,34*	0,01*	0,67*	-	18,5*		
		Grube Washington, Tiefer Stollen	GL 1	SIE	PE_SIE_1100	WKG_SIE_1103	DE_NRW_2728854_0	Silberkauler Siefen	Dürschbach		210948	2008	0,93	0,11	1,23	0,02*	1,22*	0,68*	3,18*	73,33*	0,26*	0,35*	0,25*	0,01*	1,17*	0,01*	48*		
										210924		2008	4,4	0,64	3,67	0,1*	3,52*	0,74*	3,86*	453,33*	0,71*	0,35*	0,4*	0,02*	1,14*	0,01*	36,67*		
										210900		2008	0,28	0,05	0,83	0,03*	0,94*	0,72*	2,96*	52,5*	0,31*	0,34*	0,25*	0,02*	1,19*	0,01*	182*		
		Grube Weiß, Sandhalden/Stollen	GL 6	SIE	PE_SIE_1100	WKG_SIE_1103	DE_NRW_27288_10626	Oberaueler Bach / Eschbach	Sülz	211606		2010	0,12	0,15	1,23	0,01*	0,4*	0,25*	1,1*	91*	0,14*	0,16*	0,25*	0*	0,57*	0*	-		
										GL6		2012	<0,1	20	120	0,007	0,49*	<0,5*	1,4*	22000*	34*	0,19*	<0,5*	0,029*	<0,5*	0,046*	n.a.		
		Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen	GL 10	SIE	PE_SIE_1100	WKG_SIE_1103	DE_NRW_27288_10626	Sülz	Sülz	Probe Stollen RBK	211709	2008	0,23	0,11	0,98	0*	0,33*	0,25*	0,95*	114,63*	0,11*	0,12*	0,25*	0,01*	0,63*	0*	9,75*		
												2012	18*	13*	600*	<0,001*	400*	<0,01*	<0,01*	20000*	360*	-	-	<0,01*	<0,01*	-	-		
										211801		2008	0,52	0,33	5,77	0,02*	2,2*	0,48*	1,66*	635*	2,65*	0,15*	0,25*	0,01*	0,57*	0*	37*		
		Grube Lüderich, Auguststollen	GL 13	SIE	PE_SIE_1100	WKG_SIE_1103	DE_NRW_27288_10626	Dresbach	Sülz	211709		2008	0,23	0,11	0,98	0*	0,33*	0,25*	0,95*	114,63*	0,11*	0,12*	0,25*	0,01*	0,63*	0*	9,75*		
		Grube Lüderich, Grünewaldteiche	GL 11	SIE	PE_SIE_1100	WKG_SIE_1103	DE_NRW_27288_10626	Daubenbücheler Siefen	Sülz	211801		2008	0,52	0,33	5,77	0,02*	2,2*	0,48*	1,66*	635*	2,65*	0,15*	0,25*	0,01*	0,57*	0*	37*		
		Grube Grünewald, Tiefer Stollen	GL 14	SIE	PE_SIE_1100	WKG_SIE_1103	DE_NRW_27288_10626	N.N.	Sülz	211801		2008	0,52	0,33	5,77	0,02*	2,2*	0,48*	1,66*	635*	2,65*	0,15*	0,25*	0,01*	0,57*	0*	37*		
		Grube Idria (Quecksilber(HG)-Abbau), Halden, Stollen	GL 12	RHE	PE_RHE_1400	WKG_RHE_1402	DE_NRW_273566_2300	Saaler Mühlenbach	Frankenfortsbach	226300		2008	0,28	0,02	1,81	0,03*	0,93*	0,42*	3,63*	90*	0,26*	0,41*	0,25*	0,02*	0,86*	-	21,33*		
		Grube Jungfrau, Stollen	GL 5	RHE	PE_RHE_1400	WKG_RHE_1402	DE_NRW_273566_2300	Saaler Mühlenbach	Frankenforstbach	226300		2008	0,28	0,02	1,81	0,03*	0,93*	0,42*	3,63*	90*	0,26*	0,41*	0,25*	0,02*	0,86*	-	21,33*		
Rhein-Sieg Kreis	Bensberger Erzbezirk	Grube Aurora, Halden/Stollen	SU 1	SIE	PE_SIE_1300	WKG_SIE_1301	DE_NRW_27274_7448	Dichsbach	Wahnbach	219708		2010	3,6*	0,06*	2,38*	0*	0,46*	0,4*	1,25*	14,92*	0,18*	0,08*	0,25*	0*	0,34*	0*	18,92*		
		Grube Nikolaus-Phönix, Stollenmundloch	SU 2	SIE	PE_SIE_1300	WKG_SIE_1301	DE_NRW_27274_7448	Scheidbach	Wahnbach	219850		2005	13*	0,2*	2,5*	0,05*	2*	2,5*	10*	60*	5*	1*	1*	2*	3*	2,5*	96*		
										219873		2005	5*	0,05*	2,5*	0,05*	0,5*	2,5*	5*	20*	5*	1*	1*	0,5*	1*	2,5*	24*		
		Grube Penny, Tiefer Stollen	SU 3	SIE	PE_SIE_1100	WKG_SIE_1102	DE_NRW_272878_0	N.N.	Naafbach	SU3		2012	<0,1	0,02	5,1	<0,005	5,1*	<0,5*	1,6*	11*	2,2*	<0,1*	<0,5*	<0,01*	<0,5*	<0,01	<5*		
										205400		2010	0,49	0,03	1,95	0*	0,66*	0,54*	2,42*	17,32*	0,2*	0,12*	0,25*	0*	0,6*	0,01*	-		
	Kohlberg-Morsbacher Erzbezirk	Grube Silberhardt, Tiefer Stollen	SU 4	SIE	PE_SIE_1000	WKG_SIE_1001	DE_NRW_272_23633	Rosbach	Sieg	'020308	212428	2007	0,81	0,03	2,14	0	0,57*	1,26*	4,81*	20*	1,35*	2,87	0,44*	0,13*	0,69*	1,25*	-		
												2005	257***	1,9***	78,4***	-	15,6***	185***	99,1***	942***	24,4***	-	-	-	94,7***	-	5200***		
										213408		2007	0,79	0,03	2,06	0	0,6*	1,25*	3,38*	17,5*	1,35*	2,69*	0,44*	0,13*	0,69*	1,25*	-		
	Osteifeler Blei-Zink-Erzbezirk	Grube Emma-Carolina, Stollen	SU 5	ERF	PE_ERF_1400	WKG_ERF_1402	DE_NRW_27424_3500	Zingsbach	Eulenbach	262262		2006	0,93	0,04	2,1	0	0,78*	1,73*	3,3*	4,37*	2,61*	6*	0,5*	0,19*	0,63*	1,67*	-		
										262249		2006	0,96	0,04	2,53	0	0,99*	1,8*	6,52*	9,75*	2,2*	0,93*	0,5*	0,18*	1,12*	-	-		
		Gruben Laura und Phillipine, Betriebsgelände/Halden	SU 6	RHE	PE_RHE_1400	WKG_RHE_1405	DE_NRW_27194_1188	Mehlemer Bach	Mehlemer Bach		250144	2006	2,5	0,05	2,5	0	0,5*	2,5*	5*	13,33*	5*	1*	1*	0,5*	1*	-	-		
										250405		2009	0,09	0,02	1,63	-	0,88*	1,06*	3,45*	27,5*	0,46*	0,27*	0,25*	0,01*	1,08*	-	74*		
		Grube Laura, Stollen	SU 7	RHE	PE_RHE_1400	WKG_RHE_1405	DE_NRW_27194_1188	Goldbach	Mehlemer Bach	250405		2009	0,09	0,02	1,63	-	0,88*	1,06*	3,45*	27,5*	0,46*	0,27*	0,25*	0,01*	1,08*	-	74*		
		Grube Phillipine Stollen	SU 8	RHE	PE_RHE_1400	WKG_RHE_1405	DE_NRW_27194_1188	Mehlemer Bach	Mehlemer Bach		250144	2006	2,5	0,05	2,5	0	0,5*	2,5*	5*	13,33*	5*	1*	1*	0,5*	1*	-	-		
										250405		2009	0,09	0,02	1,63	-	0,88*	1,06*	3,45*	27,5*	0,46*	0,27*	0,25*	0,01*	1,08*	-	74*		
	außerhalb Erzbezirk	Grube Carl-Josef, Arnoldstollen	SU 9	SIE	PE_SIE_1000	WKG_SIE_1001	DE_NRW_272_23633	Dörfer Bach	Sieg		214577	2007	0,81	0,03	2,11	0	0,62*	1,1*	3,68*	17,5*	1,35*	2,51*	0,44*	0,26*	0,65*	1,25*	-		
										214607		2007	0,8	0,02	1,86	0	0,62*	1,17*	3,83*	18,75*	1,38*	1,94*	0,44*	0,13*	0,72*	1,26*	-		
		Grube Ziethen, Weingartsgassenstollen	SU 10	SIE	PE_SIE_1000	WKG_SIE_1001	DE_NRW_272_0	Sieg	Sieg		215200	2007	0,74	0,03	1,8	0	0,51*	1,01*	3,02*	15*	1,34*	2,79*	0,44*	0,13*	0,58*	-	-		
										215405		2005	5*	0,05*	2,5*	0,05*	-	2,5*	10*	20*	-	-	-	-	-	-	-		

Zuordnung und Bewertung der GÜS-Messstellen

KREIS	ERZ-BEZIRK	VERDACHTSPUNKT	ID	WRRL_ NRW	PE	WKG	OFWK	BETROFFENE GEWÄSSER		GÜS-MESSTELLEN BZW. PROBENAHMEN DES LANUV		Mittelwerte der Schwermetallbelastung (jüngster Jahresmittelwert) gelöst µg/l *gesamt µg/l **Feststoff mg/kg ***Sediment mg/kg																WASSER-GEWINNUNG	BEMERKUNG
								EINLEITUNG	WRRL	UNTER-STROM	OBER-STROM	Jahr Analyse	Pb	Cd	Ni	Hg	As	Cr	Cu	Zn	Kobalt	Molyb-dän	Selen	Silber	Vana-dium	Thal-lium	Titan		
Soest	außerhalb Erzbezirk	Bleierzbergwerk am Erzberg bei Rüthen, Halden	SO 1	RUH	PE_RUH_1800	WKG_RUH_1801	DE_NRW_2762_40871	Küttelbecke	Möhne		627604	2009	1,30	0,07	1,80	-	0,72*	0,25*	1,55*	7,5*	0,44*	0,43*	0,25*	0,01*	0,45*	0,01*	-		
											629406	2011	3,62	0,14	4,95	-	2,05*	0,42*	1,7*	16,7*	**0,96***	0,31*	0,56*	**0,02***	0,52*	0,02*	-		
										627811		2009	1,1	**0,21**	3,7	-	1*	0,8*	**3,3***	**30***	**0,94***	0,2*	1*	0,01*	1*	-	-		
		Alaunschiefergrube (S) an der Glenne bei Rüthen	SO 2	RUH	PE_RUH_1800	WKG_RUH_1801	DE_NRW_27622_0	Glenne	Glenne		629145	2008	0,7	0,14	7,02	-	0,9*	0,32*	1,55*	6,57*	0,52*	0,18*	0,37*	0,01*	0,29*	0,01*	-		
											630603	2005	2,5*	0,18*	10*	0,05*	0,75*			**18,75***						-	-		
											630007	2005	3,12*	0,4*	10*	0,05*	2,12*			**22,5***						-	-		
											630100	2004	190***	7,2***	110***	-	78***	39,2***	69,9***	584***	-	-	-	-	-	-	-		
										630111		2009	0,45	**0,2**	3,58	-	1,05*	0,25*	2,45*	**17,5***	0,44*	0,18*	0,72*	0,01*	0,36*	0,02*	-		
		Grube Hubert (Pb), Stollen/Halden/Spülteiche	SO 3	RUH	PE_RUH_1800	WKG_RUH_1803	DE_NRW_276224_0	Langenbergsiepen	Schlagwasser	SO3		2012	0,3	**0,56**	5,9	<0,005	0,52*	<0,5	1,3*	**48***	**0,77***	<0,1*	0,54*	<0,01*	<0,5*	0,012*	<5*		
										630408		2011/2004***	0,46	**0,21**	0,18	-	**82*****	31,5***	70,3***	**763*****	0,38*	0,15*	0,31*	0,01*	0,25*	-	-		
		Bleierzbergwerk bei Waldesruh (nahe Rüthen)	SO 4	RUH	PE_RUH_1800	WKG_RUH_1801	DE_NRW_2762_40871	N.N.	Möhne	627811		2009	1,1	**0,21**	3,7	-	1*	0,8*	**3,3***	**30***	**0,94***	0,2*	1*	0,01*	1*	-	-		
										SO6		2012	0,48	0,1	3,2	0,017	4,2*	1,5*	**10***	**62***	**2,2***	0,65*	1,1*	**0,031***	**2,8***	0,078*	**42***		
										628207		2009/2004***	0,4	**0,28**	4,1	-	**74*****	30,3***	60,5***	**726*****	**0,75***	0,2*	0,8*	0,01	0,5*	-	-		
		Grube Phillip (Fe) (Mönker Berg, bei Rüthen), Halden	SO 5	RUH	PE_RUH_1800	WKG_RUH_1801	DE_NRW_2762_40871	Rißneibach	Möhne		627604	2009	1,30	0,07	1,80	-	0,72*	0,25*	1,55*	7,5*	0,44*	0,43*	0,25*	0,01*	0,45*	0,01*	-		
											629406	2011	3,62	0,14	4,95	-	2,05*	0,42*	1,7*	16,7*	**0,96***	0,31*	0,56*	**0,02***	0,52*	0,02*	-		
										627811		2009	1,1	**0,21**	3,7	-	1*	0,8*	**3,3***	**30***	**0,94***	0,2*	1*	0,01*	1*	-	-		
		Grube Birkhahn (Pb,S) (Rote Kümpen, bei Rüthen), Halden	SO 6	RUH	PE_RUH_1800	WKG_RUH_1801	DE_NRW_2762_22439	N.N.	Möhne	627811		2009	1,1	**0,21**	3,7	-	1*	0,8*	**3,3***	**30***	**0,94***	0,2*	1*	0,01*	1*	-	-		
										SO6		2012	0,48	0,1	3,2	0,017	4,2*	1,5*	**10***	**62***	**2,2***	0,65*	1,1*	**0,031***	**2,8***	0,078*	**42***		
										628207		2009/2004***	0,4	**0,28**	4,1	-	**74*****	30,3***	60,5***	**726*****	**0,75***	0,2*	0,8*	0,01	0,5*	-	-		

ID	VERDACHTSPUNKT	Anzahl Proben	BEZEICHNUNG PROBENAHMEPUNKT	LAGEDATEN PROBENAHMEPUNKT UTM		Beschreibung Probenahmepunkt
				Rechts	Hoch	
AC 1	Grube Altwerk, Stollenmundloch	1	AC1	307159	5620390	Probe unterhalb des Stollenauslaufes im Zulauf zum Hasselbach (vor Einmündung)
GL 6	Grube Weiß, Sandhalden der Flotation	1	GL6	373456	5646647	Probe im Eschbach vor Straße L136
HSK 10	Ramsbeck, Grube Willibald	1	HSK10	458606	5684310	Probe in der Eltmecke unterhalb Haldengelände
HSK 5	Ramsbeck, Besucherbergwerk Eickhoff-Stollen	1	HSK5	458430	5685084	Probe des Stollenauslaufes Eickhoff-Stollen (Besucherbergwerk)
HSK 6	Ramsbeck, Grube Alexander, Gustav-Stollen	1	HSK6	455828	5688014	Probe im Zulauf zum Nierbach unterhalb Haldengelände
HSK 8	Ramsbeck, Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg; Halden/Stollenmundloch, Barbecke	1	HSK8	458457	5683738	Probe in der Valme
HSK 9	Ramsbeck, Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg; Stollenmundloch, Nagelmacker Stollen, Brabecke	2	HSK9/1	458121	5682786	Probe in der Brabecke oberhalb Bastenberg
			HSK9/2	458511	5683408	Probe in der Brabecke vor Mündung in die Valme
HSK 1	Niedermarsberg, Killanstollen	1	HSK1	490397	5700300	Probe des Stollenauslaufs Kilianstollen (Besucherbergwerk)
HSK 11	Ramsbeck, Tiefer Stollen Grube Ries, Niedere Lehmecke-Elpe	1	HSK11	461224	5681373	Probe Nieder Lehmecke vor Einmündung in die Elpe
HSK 13	Ramsbeck, Stollen Grube Pluto, Elpe	2	HSK13/1	461613	5685841	Probe in der Elpe unterhalb Halde und Stollen Pluto
			HSK13/2	460961	5689987	Probe in der Hormecke unterhalb Grube Aurora
OBK 5	Grube Silberkaule, Stollen, Halden	2	OBK5/1	388225	5645836	Das Stollenmundloch wurde durch die Bergbehörde gesichert; der Mundlochbereich ist heute mit einer groben Schotterschüttung überkippt. Aus dem Mundlochbereich treten nur geringe Wassermengen aus; die Hauptwasseraustritte erfolgen aus einem Erdloch, rd. 15 m seitlich des eigentlichen Stollenmundlochs. Beide Gerinne vereinigen sich in einem durch starke Eisenablagerungen gekennzeichneten sumpfigen Bereich Hier - nach der Vereinigung - sollte die Probe entnommen werden.
			OBK5/2	388193	5646401	Probe im Heckbach unterhalb der Halden
OE 4	Grube Alwine, Vaarste (Halden)	2	OE4/1	433618	5655798	Probe im Silberbach vor Zulauf von Osten
			OE4/2	433666	5656100	Probe im Silberbach unterhalb Haldengelände
OE 5	Grube Goldberg, Halden, Stollenmundloch	2	OE5/1	432937	5653790	Probe im Bach, der aus Osten in das Untersuchungsgebiet fließt
			OE5/2	433160	5654324	Probe im Dornbach nördlich des Untersuchungsgebietes
SI 7	Grube Altenberg, Littfeld, Heiminkhaus-Littfe	1	SI7	429469	5650771	Probe im Bach "Die Heimkaus" östlich Ortslage Littfeld
SO 3	bei Jagdhaus Hubertus	1	SO3	461557	5697791	Probe in der Schlagwasser unterhalb des Zulaufs von Südwesten
SO 6	Rote Kümpen (nahe Rüthen)	1	SO6	456455	5704105	Probe in der Möhne nach Zulauf von Osten
SU 3	Grube Penny, Tiefer Stollen (mit Wasseraustritt)	1	SU3	380817	5640269	Probe unmittelbar unterhalb des gemauerten Stollenmundlochs
	Summe	**22**				

Anh. 4.1: Liste der Probenahmepunkte für die Probenahme durch das LANUV



Anh. 4.2: Übersichtskarte der Probenahmepunkte durch das LANUV

			HSK 10 Ramsbeck, Grube Willibald	HSK 5 Ramsbeck, Besucherberg-werk Eickhoff-Stollen	HSK 6 Ramsbeck, Grube Alexander, Gustav-Stollen	HSK 8 Ramsbeck, Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg; Halden/Stollen-mundloch, Barbecke	HSK9/1 Ramsbeck, Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg; Stollenmund-loch, Nagelmacker Stollen, Brabecke	HSK9/2 Ramsbeck, Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg; Stollenmund-loch, Nagelmacker Stollen, Brabecke
		Dat PN	22.02.2012	22.02.2012	23.02.2012	23.02.2012	23.02.2012	23.02.2012
		PNA-Nr	20126501061	20126501062	20126501063	20126501064	20126501065	20126501066
		Abfluss-schätzung	ca.30l/s	98m³/h	ca.30l/s	ca.2m³/s	ca. 70l/s	ca.120l/s
Trivialname	**Methoden-Nr.**	**Einheit**						
Wassertemperatur	DIN 38404-C4-1	℃	5,1	8,9	6,0	4,7	5,0	5,0
Lufttemperatur	DIN 38404-C4-1	℃	5	4	4	5	5	5
pH-Wert	DIN 38404-C5	-	7,5	8,1	7,6	7,6	7,7	7,5
Elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888	mS/m	31	55	19	20	18	22
Chlorid	nach Laborjournal	mg/l	14,5	11,3	<5,0	16,1	11,7	18,3
Ammonium-Stickstoff	nach Laborjournal	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08
Sulfat	nach Laborjournal	mg/l	62	137	33	18	14	15
Nitrit-Stickstoff	nach Laborjournal	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrat-Stickstoff	nach Laborjournal	mg/l	3,2	2,0	2,9	2,6	2,6	2,6
Quecksilber	DIN EN 13506	ug/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Aluminium	DIN EN ISO 11885	ug/l	24	<20	<20	130	120	180
Bor	DIN EN ISO 11885	ug/l	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Barium	DIN EN ISO 11885	ug/l	33	21	9,5	23	22	25
Calcium	DIN EN ISO 11885	mg/l	37	64	21	25	23	26
Eisen	DIN EN ISO 11885	ug/l	45	34	46	220	210	310
Kalium	DIN EN ISO 11885	mg/l	0,7	1,2	0,5	1,2	1	1,5
Magnesium	DIN EN ISO 11885	mg/l	7,4	26	4,8	3,1	2,8	2,9
Mangan	DIN EN ISO 11885	ug/l	35	20	8,3	14	14	17
Natrium	DIN EN ISO 11885	mg/l	9,7	6,9	3,6	9,1	6,7	10
Titan	DIN EN ISO 11885	ug/l	<5,0	<5,0	<5,0	n.a.	n.a.	**12**
Zink	DIN EN ISO 11885	ug/l	**5300**	**3100**	**1300**	**120**	**23**	**24**
Gesamthärte	DIN 38409-H6	mmol/l	1,2	2,7	0,7	0,8	0,7	0,8
Silber	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,010	<0,010	0,016	<0,010	<0,010	<0,010
Silber, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	n.a.	<0,010	n.a.	0,011	<0,010	<0,010
Arsen	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,51	0,86	1,0	0,38	0,39	0,43
Arsen, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,47	0,93	0,76	0,29	0,32	0,3
Beryllium	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Beryllium, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	6,6	8,3	4,0	0,24	0,051	0,046
Cadmium, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	**6,5**	**8,5**	**4,3**	**0,21**	0,041	0,028
Kobalt	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,30	0,30	0,082	0,13	0,12	0,18
Kobalt, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,28	0,30	0,071	<0,050	<0,050	<0,050
Chrom	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0,56
Chrom, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,72	0,97	**12**	1,9	1,3	2,5
Kupfer, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	n.a.	0,82	10	1,5	n.a.	1,9
Molybdän	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,10	0,16	<0,10	0,10	<0,10	0,11
Molybdän, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,10	0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nickel	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	8,1	30	3,4	<1,0	<1,0	<1,0
Nickel, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	8,1	**30**	3,4	<1,0	<1,0	<1,0
Blei	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	4,2	3,2	19	2,8	3,1	2,7
Blei, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	3,1	3,1	**9,5**	0,28	0,31	0,13
Antimon	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,10	1,0	0,28	0,10	0,083	0,095
Antimon, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,11	1,0	0,25	0,091	0,079	0,08
Selen	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,65	1,1	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Selen, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,61	1,1	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Tellur	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Tellur, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Thallium	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,010	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Thallium, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,010	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Uran	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,036	0,21	<0,020	0,040	0,032	0,046
Uran, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,033	0,21	<0,020	0,032	0,021	0,032
Vanadium	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Vanadium, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Gadolinium	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,006	<0,005	0,005	0,028	0,030	0,035
Gadolinium, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,006	0,005

Anh. 4.3: Analysenergebnisse der zusätzlichen hydrochemischen Analysen durch das LANUV im Februar 2012 (Einfärbung: Überschreitung der Prüfwerte gem. Anh. 3.1)

			HSK 1 Niedermars-berg, Kilianstollen	HSK 11 Ramsbeck, Tiefer Stollen Grube Ries, Niedere Lehmecke-Elpe	HSK13/1 Ramsbeck, Stollen Grube Pluto, Elpe	HSK13/2 Ramsbeck, Stollen Grube Pluto, Elpe
		Dat PN	22.02.2012	23.02.2012	23.02.2012	23.02.2012
		PNA-Nr	20126501067	20126501068	20126501069	20126501070
		Abfluss-schätzung	geschätzt 3 l/s	ca.10l/s	ca.2m³/s	30l/s
Trivialname	**Methoden-Nr.**	**Einheit**				
Wassertemperatur	DIN 38404-C4-1	℃	8,5	3,2	4,9	5,9
Lufttemperatur	DIN 38404-C4-1	℃	4	5	4	4
pH-Wert	DIN 38404-C5	-	6,8	7,6	7,7	7,8
Elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888	mS/m	262	25	21	26
Chlorid	nach Laborjournal	mg/l	167	25,7	15,3	18,6
Ammonium-Stickstoff	nach Laborjournal	mg/l	0,11	<0,05	0,08	<0,05
Sulfat	nach Laborjournal	mg/l	1230	22	18	26
Nitrit-Stickstoff	nach Laborjournal	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrat-Stickstoff	nach Laborjournal	mg/l	2,7	2,2	3,5	2,6
Quecksilber	DIN EN 13506	ug/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Aluminium	DIN EN ISO 11885	ug/l	2000	99	310	44
Bor	DIN EN ISO 11885	ug/l	130	<30	<30	<30
Barium	DIN EN ISO 11885	ug/l	9,7	10	37	19
Calcium	DIN EN ISO 11885	mg/l	470	26	26	30
Eisen	DIN EN ISO 11885	ug/l	34000	190	540	73
Kalium	DIN EN ISO 11885	mg/l	13	0,9	1,2	1
Magnesium	DIN EN ISO 11885	mg/l	85	5	3	4,6
Mangan	DIN EN ISO 11885	ug/l	3600	13	34	6,4
Natrium	DIN EN ISO 11885	mg/l	85	13	8,3	11
Titan	DIN EN ISO 11885	ug/l	<5,0	**11**	**16**	<5,0
Zink	DIN EN ISO 11885	ug/l	**410**	**170**	**120**	**270**
Gesamthärte	DIN 38409-H6	mmol/l	15,2	0,9	0,8	0,9
Silber	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,14	0,011	0,017	<0,010
Silber, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,012	<0,010	<0,010	<0,010
Arsen	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	3,0	0,63	0,66	0,44
Arsen, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,64	0,41	0,34	0,36
Beryllium	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	1,4	<0,030	<0,030	<0,030
Beryllium, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,38	<0,030	<0,030	<0,030
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	2,0	0,31	0,23	0,6
Cadmium, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	**1,7**	**0,27**	0,18	**0,63**
Kobalt	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	**120**	0,16	0,28	0,068
Kobalt, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	110	0,053	<0,050	<0,050
Chrom	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,50	<0,50	0,58	<0,50
Chrom, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	**14000**	1,3	2	1,1
Kupfer, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	550	0,9	1,3	0,82
Molybdän	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	1,3	<0,10	0,1	<0,10
Molybdän, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,79	<0,10	<0,10	<0,10
Nickel	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	230	<1,0	1	1,4
Nickel, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	**220**	<1,0	<1,0	<1,0
Blei	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	2,4	5,4	12	5,8
Blei, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,10	0,32	0,49	1,7
Antimon	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,065	0,11	0,1	0,17
Antimon, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,050	0,097	0,074	0,17
Selen	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	**13**	<0,50	<0,50	<0,50
Selen, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	12	<0,50	<0,50	<0,50
Tellur	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Tellur, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Thallium	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	**1,1**	<0,010	<0,010	<0,010
Thallium, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	1,1	<0,010	<0,010	<0,010
Uran	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	7,2	0,033	0,05	0,068
Uran, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	1,3	0,024	0,029	0,065
Vanadium	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,50	<0,50	0,5	<0,50
Vanadium, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Gadolinium	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	6,8	0,022	0,059	0,011
Gadolinium, filtriert	DIN EN ISO 17294-2	ug/l	0,044	<0,005	<0,005	<0,005

Anh. 4.3: Analysenergebnisse der zusätzlichen hydrochemischen Analysen durch das LANUV im Februar 2012 (Einfärbung: Überschreitung der Prüfwerte gem. Anh. 3.1)

Nr.	Erzrevier	Fläche [km²]	maßgebliches Erz	Nebengestein	"Verdachtspunkte"		Betroffene Kreise
					Wassergewinnungs-anlagen	potenzielle Belastungsquellen	
1	Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk	84	Blei/Zink	Kalkstein	3	-	StädteRegion Aachen
2	Eifeler Trias-Bezirk	190	Blei/Zink	Sandstein	-	4	Düren, Euskirchen
3	Eifeler Roteisenstein-Bezirk	413	Eisen	Kalkstein	-	-	
4	Osteifeler Blei-Zink-Erzbezirk	205	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	-	4	RSK
5	Niederrheinischer Eisensteinbezirk	170	Eisen	Sand	-	-	
6	Nordbergischer/Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk	480	Blei/Zink	Kalkstein	1	1	Märkischer Kreis, HSK
7	Warstein-Suttroper Roteisensteinbezirk	15	Eisen	Kalkstein	-	-	
8	Briloner Massenkalk-Bezirk	90	Blei/Zink	Kalkstein	-	-	
9	Briloner Roteisensteinbezirk	92	Eisen	"Hauptgrünstein"	-		
10	Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk	26	Kupfer	Mergel, Kieselschiefer	-	2	HSK
11	Ramsbecker Erzbezirk	55	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	-	10	HSK
12	Siedlingshauser Eisensteinbezirk	18	Eisen	Sandstein/Tonstein	-	-	
13	Meggener Schwefelkiesbezirk	50	Schwefelkies	Sandstein/Tonstein	-	3	Olpe
14	Eisenerzbezirk Paffrather Kalkmulde	31	Eisen	Kalkstein		-	
15	Bensberger Erzbezirk	285	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	-	20	OBK, RBK, RSK
16	Olpener Erzbezirk	78	Eisen (Blei/Zink)	Sandstein/Tonstein	2	1	Olpe, Siegen-Wittgenstein
17	Müsener Erzbezirk	32	Eisen + Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	2	5	Olpe, Siegen-Wittgenstein
18	Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirk	38	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	1	1	OBK, RSK
19	Siegener Spateisensteinbezirk	115	Eisen	Sandstein/Tonstein	1	-	Siegen-Wittgenstein
20	Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk	98	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	-	2	Siegen-Wittgenstein
21	Schafberger Permbezirk	7	Eisen	Kalkstein	-	-	
22	Nordwestlicher Jurabezirk	30	Eisen	Sandstein/Kalkstein	-	-	
23	Egge-Jura-Kreide-Bezirk	73	Eisen	Kalkstein/Tonstein	-	-	
	außerhalb Erzrevier	-	Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/Tonstein	1	20	Märkischer Kreis, StädteRegion Aachen, HSK, OBK, RSK, Soest
				Summe	11	73	

signifikantes Schwermetallbelastungspotenzial
geringeres Schwermetallbelastungspotenzial

OBK Oberbergischer Kreis
RBK Rheinisch-Bergischer Kreis
HSK Hochsauerlandkreis
RSK Rhein-Sieg-Kreis

Anh. 5: Zusammenstellung der Erzreviere

Betroffene Kreise	Erzrevier	Nr.	maßgebliches Erz	Nebengestein	"Verdachtspunkte"		
					Wassergewinnungs-anlagen	potenzielle Belastungsquellen	Summe
StädteRegion Aachen	außerhalb Erzrevier		Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/Tonstein	-	1	**4**
	Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk	1	Blei/Zink	Kalkstein	3	-	
Kreis Düren	Eifeler Trias-Bezirk	2	Blei/Zink	Sandstein	-	2	**2**
Kreis Euskirchen	Eifeler Trias-Bezirk	2	Blei/Zink	Sandstein	-	2	**2**
Hochsauerlandkreis	Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk	10	Kupfer	Mergel, Kieselschiefer	-	2	**14**
	Ramsbecker Erzbezirk	11	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	-	10	
	außerhalb Erzrevier		Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/Tonstein	-	1	
	Nordbergischer/Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk	6	Blei/Zink	Kalkstein	-	1	
Kreis Olpe	Meggener Schwefelkiesbezirk	13	Schwefelkies	Sandstein/Tonstein	-	3	**7**
	Olpener Erzbezirk	16	Eisen (Blei/Zink)	Sandstein/Tonstein	1	1	
	Müsener Erzbezirk	17	Eisen + Blei/Zink	Sandstein/Tonstein		2	
Kreis Siegen-Wittgenstein	Olpener Erzbezirk	16	Eisen (Blei/Zink)	Sandstein/Tonstein	1	-	**9**
	Müsener Erzbezirk	17	Eisen + Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	2	3	
	Siegener Spateisensteinbezirk	19	Eisen	Sandstein/Tonstein	1	-	
	Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk	20	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	-	2	
Märkischer Kreis	außerhalb Erzrevier		Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/Tonstein	1		**2**
	Nordbergischer/Nordsauerländer Blei-Zink-Erzbezirk	6	Blei/Zink	Kalkstein	1	-	
Oberbergischer Kreis	Bensberger Erzbezirk	15	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	-	3	**14**
	Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirk	18	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	1		
	außerhalb Erzrevier		Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/Tonstein	-	10	
Rheinisch-Bergischer Kreis	Bensberger Erzbezirk	15	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	-	14	**14**
Rhein-Sieg-Kreis	Osteifeler Blei-Zink-Erzbezirk	4	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	-	4	**10**
	Bensberger Erzbezirk	15	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	-	3	
	Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirk	18	Blei/Zink	Sandstein/Tonstein	-	1	
	außerhalb Erzrevier		Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/Tonstein	-	2	
Kreis Soest	außerhalb Erzrevier		Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/Tonstein	0	6	**6**
				Summe	11	73	84

signifikantes Schwermetallbelastungspotenzial
geringeres Schwermetallbelastungspotenzial

Anh. 6.1: Zusammenstellung der Verdachtspunkte - Übersicht

Betroffene Kreise	Erzbezirk				"Verdachtspunkte"								
	Bezeichung	Nr.	maßgebliches Erz	Nebengestein	Summe	ID	Bezeichnung	Hinweis	zugehörige TÖB-Nr.	Rechtwert [m]	Hochwert [m]	Begehung 12.2011 - 02.2012	Probennahme LANUV 02.2012
StädteRegion Aachen	außerhalb Erzrevier		Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/ Tonstein	4	AC1	Grube Altwerk, Heinrich-Stollen	Entwässerungsstollen	2519/5618/001	2519045	5618676	x	x
	Nordeifeler Blei-Zink-Erzbezirk	1	Blei/Zink	Kalkstein		AC2	Grube Breinigerberg, Tiefer Stollen	WG (i.B.), Hauptentwässerungsstollen	2517/5624/010	2517666	5624112	x	
						AC3	Grube Diepenlinchen, Binsfeldhammerstollen	WG, Hauptentwässerungsstollen	2517/5624/009	2517090	5624503		
						AC4	Grube Georg, Stollen von Georg	WG, Hauptentwässerungsstollen	2511/5617/004	2511294	5617864		
Kreis Düren	Eifeler Trias-Bezirk	2	Blei/Zink	Sandstein	2	DN1	Grube Carla-Franziska, Stollen		2538/5612/005	2538502	5612351		
						DN2	Grube Maubacher Bleiberg, Halde Beythal	ehem. Spülteich (Maßnahme Kreis Düren)	-	2531083	5625175		
Kreis Euskirchen	Eifeler Trias-Bezirk	2	Blei/Zink	Sandstein	2	EU1	Grube Mechernicher Bleiberg, Baltesbendener Weiher	ehem. Spülteich	-	2546113	5605032		
						EU2	Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen	Hauptentwässerungsstollen (Maßnahme Erftverband)	2547/5606/001	2547729	5606462	x	
Hochsauerlandkreis	Stadtberge-Niedermarsberg Kupferschiefer-Bezirk	10	Kupfer	Mergel, Kieselschiefer	14	HSK1	Grube Oskar, Kilianstollen	Besucherbergwerk, Entwässerungsstollen	3490/5701/008	2698917	5705700		x
						HSK2	Grube Mina, Friedrichstollen	Entwässerungsstollen (Maßnahme HSK - "Dioxin")	3490/5702/001	2698949	5706020		
	Ramsbecker Erzbezirk	11	Blei/Zink	Sandstein/ Tonstein		HSK4	Sedimentationsbecken St. Andreasberg	Maßnahme GEA	-	2669057	5690647		
						HSK5	Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg, Eickhoff-Stollen	Besucherbergwerk, Hauptentwässerungsstollen	3458/5686/002	2667647	5689480	x	x
						HSK6	Grube Alexander, Gustav-Stollen / Halden	Entwässerungsstollen	3456/5685/002	2665207	5687557	x	x
						HSK8	Grube Bastenberg, Halden und Stollenmundlöcher		3458/5685/013	2667646	5688153		x
						HSK9	Grube Bastenberg, Nagelmacker Stollen	Entwässerungsstollen	3458/5684/001	2667358	5687510	x	x
						HSK10	Grube Vereinigter Bastenberg und Dörnberg, Aufbereitung Willibald		3458/5686/001	2668100	5688599		x
						HSK11	Grube Ries, Bruckmann-Stollen	Wasseraustritt	3461/5683/001	2670302	5685879	x	x
						HSK12	Grube Gottesgabe, Tiefer Stollen	Wasseraustritt	3464/5687/004	2673507	5689862		
						HSK13	Grube Pluto, Pluto-Stollen	Wasseraustritt	3461/5687/007	2670744	5690132	x	x
						HSK14	Grube Aurora, Halden		-	2670094	5689884	x	x
	außerhalb Erzrevier		Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/ Tonstein		HSK7	Hermannszeche, Carl-Stollen	Wasseraustritt	3425/5681/005	2634836	5682650		
	Nordbergischer/Nordsauer-länder Blei-Zink-Erzbezirk	6	Blei/Zink	Kalkstein		HSK3	Caspari-Zeche (Antimon(Sb)-Abbau), Stollenmundlöcher	Wasseraustritte	3436/5697/002	2645276	5698848		
Kreis Olpe	Meggener Schwefelkiesbezirk	13	Schwefelkies	Sandstein/ Tonstein	7	OE1	Grube Keller, Stollen III	Wasseraustritt (Maßnahme AAV)	3437/5667/006	2647220	5669451		
						OE2	Grube Meggen, Carolinenglücker Erbstollen	Hauptentwässerungsstollen mit Wasseraufbereitung	3434/5666/024	2644482	5667790		
						OE3	Grube Meggen, Hachener Spülteich	(Maßnahme GEA)	-	2643563	5668827		
	Müsener Erzbezirk	17	Eisen + Blei/Zink	Sandstein/ Tonstein		OE4	Grube Alwine, Halden / Stollenmundloch		3433/5657/004	2644156	5659226		
						OE5	Grube Glanzenberg - Goldberg II, Spülteiche / Halden / Stollen	(Untersuchungen Kreis Olpe)	3433/5655/007	2643674	5657198	x	x
	Olpener Erzbezirk	16	Eisen (Blei/Zink)	Sandstein/ Tonstein		OE6	Grube Zänker, Stollen	rostrote Wasseraustritte (Untersuchungen Kreis Olpe)	3423/5654/002	2633699	5655651	x	
						OE7	Grube Rhonard	WG	3422/5654/015	2633353	5655778		

Betroffene Kreise	Erzbezirk				"Verdachtspunkte"								
	Bezeichung	Nr.	maßgebliches Erz	Nebengestein	Summe	ID	Bezeichnung	Hinweis	zugehörige TÖB-Nr.	Rechtwert [m]	Hochwert [m]	Begehung 12.2011 - 02.2012	Probennahme LANUV 02.2012
Kreis Siegen-Wittgenstein	Burbach-Wilnsdorfer Erzbezirk	20	Blei/Zink	Sandstein/ Tonstein	9	SI1	Eisensteinzeche Bautenberg, Tiefer Stollen		3434/5629/002	2645991	5631198		
						SI2	Peterzeche, Halden/Stollen	Entwässerungsstollen	3433/5621/004	2645443	5623259	x	
	Müsener Erzbezirk	17	Eisen + Blei/Zink	Sandstein/ Tonstein		SI4	Grube Brüche, Tiefer Stollen	WG, Entwässerungsstollen	3432/5649/001	2642785	5651334		
						SI5	Grube Stahlberg, Kronprinz Friedrich-Wilhelm-Stollen	WG, Hauptentwässerungsstollen	3429/5647/001	2640354	5649363		
						SI7	Grube Altenberg, Halden/Spülteiche, Stollen		3430/5652/004	2640668	5654155		x
						SI8	Müsen, Köln-Müsener-Hütte		-	2643865	5651784		
						SI9	Müsen, Rothenbacher Hütte		-	2643061	5653502		
	Olpener Erzbezirk	16	Eisen (Blei/Zink)	Sandstein/ Tonstein		SI3	Grube Haus Oranien, Stollen	WG	3426/5654/007	2636830	5655401		
	Siegener Spateisensteinbezirk	19	Eisen	Sandstein/ Tonstein		SI6	Grube Alte Dreisbach, Stollen	WG	3429/5635/006	2640549	5637415		
Märkischer Kreis	Nordbergischer/Nordsauer-länder Blei-Zink-Erzbezirk	6	Blei/Zink	Kalkstein	2	MK1	Grube Nidda (Iserlohn)	WG (i.B.)	-	2620732	5694891		
	außerhalb Erzrevier		Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/ Tonstein		MK2	Grube Theodore (Plettenberg)	WG (i.B.)	3422/5679/004 bzw. /005	2631828	5680626		
Oberbergischer Kreis	Bensberger Erzbezirk	15	Blei/Zink	Sandstein/ Tonstein	14	OBK3	Grube Castor, Halden / Tiefer Stollen	Entwässerungsstollen	2594/5650/005	2594544	5650348	x	
						OBK4	Grube Bliesenbach, Halden / Stollen	Entwässerungsstollen	2597/5649/010	2597182	5649759	x	
						OBK5	Grube Silberkaule, Halden / Stollen	Entwässerungsstollen	2598/5647/002	2598901	5647714	x	x
	Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirk	18	Blei/Zink	Sandstein/ Tonstein		OKB14	Grube Magdalena, Tiefer Magdalena Stollen	WG, Hauptentwässerungsstollen	3409/5637/001	2620736	5638252		
	außerhalb Erzrevier		Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/ Tonstein		OBK1	Grube Danielszug (Kupfer), Halden / Stollen		2602/5668/003	2602082	5668735		
						OBK2	Carolinagrube, Tiefer Stollen		2593/5672/002	2593231	5672719		
						OBK6	Grube Neu-Moresnet 4, Stollen		2600/5652/005 bzw. /006	2600803	5652826		
						OBK7	Grube Alter Stollenberg, Tiefer Stollen		2603/5650/001	2603566	5650032		
						OBK8	Grube Bliebach - Erzwäsche, Halden		-	2609287	5648427		
						OBK9	Grube Bleihardt, Stollen		3398/5651/001	2609164	5651515		
						OBK10	Grube Fahrenberg, Stollen		3404/5652/001	2614870	5652422		
						OBK11	Grube Heidberg, Tiefer Stollen		3413/5647/001	2623855	5647995		
						OBK12	Grube Wildberg, Erbstollen	rote Wasseraustritte am Haus Wildbergstr. 22	3412/5645/002	2623008	5646255	x	
						OBK13	Grube Wildberg, Friedrich-Schmidt-Stollen	Entässerungsstollen, Krottdorfer Str. 13-15	3412/5645/001	2623605	5645852	x	
Rheinisch-Bergischer Kreis	Bensberger Erzbezirk	15	Blei/Zink	Sandstein/ Tonstein	14	GL1	Grube Washington, Tiefer Stollen		2585/5651/016	2585546	5651749		
						GL2	Grube Blücher, Blücherstollen		2581/5650/002 bzw. /003	2582019	5650147		
						GL3	Grube Blücher, Halden/Klärteiche		2582/5650/012	2582232	5650161		
						GL4	Grube Blücher, Stollen	rostrote Wasseraustritte	2582/5650/005	2582373	5650027		
						GL5	Grube Jungfrau, Stollen		2582/5648/009	2582568	5648866		
						GL6	Grube Weiß, Sandhalden/Stollen		2583/5648/015	2583704	5648235	x	x
						GL7	Grube Berzelius, Stollen/Halde	rostrote Wasseraustritte	2584/5649/002 bzw. /003	2584838	5649290	x	
						GL8	Grube Ehrenfeld, Tiefer Stollen	Entwässerungsstollen	2585/5648/009	2585311	5648672	x	
						GL9	Grube Apfel, Tiefer Stollen		2585/5648/008	2585275	5648750	x	
						GL10	Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen	Hauptentwässerungsstollen	2585/5646/003	2585604	5646223	x	
						GL11	Grube Lüderich, Grünewaldteiche	rostrote Wasseraustritte	2584/5646/003 bzw. /004	2584642	5646151	x	
						GL12	Grube Idria (Quecksilber(HG)-Abbau), Halden, Stollen	Entwässerungsstollen	2581/5649/015	2581770	5649159		
						GL13	Grube Lüderich, Augustusstollen	Entwässerungsstollen	2585/5645/004	2585862	5645157	x	
						GL14	Grube Grünewald, Tiefer Stollen	Entwässerungsstollen	2584/5645/001	2584587	5645789	x	

Betroffene Kreise	Erzbezirk				"Verdachtspunkte"								
	Bezeichung	Nr.	maßgebliches Erz	Nebengestein	Summe	ID	Bezeichnung	Hinweis	zugehörige TÖB-Nr.	Rechtwert [m]	Hochwert [m]	Begehung 12.2011 - 02.2012	Probennahme LANUV 02.2012
Rhein-Sieg-Kreis	Bensberger Erzbezirk	15	Blei/Zink	Sandstein/ Tonstein	10	SU1	Grube Aurora, Halden/Stollen		2601/5644/001	2601092	5644766	x	
						SU2	Grube Nikolaus-Phönix, Stollenmundloch	Wasseraustritt	2596/5640/009	2596135	5640463	x	
						SU3	Grube Penny, Tiefer Stollen	Entwässerungsstollen	2591/5641/002	2591877	5641508	x	x
	Kohlberg-Morsbacher-Erzbezirk	18	Blei/Zink	Sandstein/ Tonstein		SU4	Grube Silberhardt, Tiefer Stollen		3404/5632/005	2615645	5632588		
	Osteifler Blei-Zink-Erzbezirk	4	Blei/Zink	Sandstein/ Tonstein		SU5	Grube Emma-Carolina, Stollen		2565/5605/004	2565097	5605563		
						SU6	Gruben Laura und Phillipine, Betriebsgelände/Halden		-	2581912	5611152	x	
						SU7	Grube Laura, Stollen		2581/5610/004	2581720	5610970	x	
						SU8	Grube Phillipine Stollen		2581/5611/002	2581968	5611012	x	
	außerhalb Erzrevier		Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/ Tonstein		SU9	Grube Carl-Josef, Arnoldstollen		2600/5630/003	2600592	5630397		
						SU10	Grube Ziethen, Weingartsgassenstollen	Ablauf zur Sieg	2590/5629/003	2590257	5629247	x	
Kreis Soest	außerhalb Erzbezirk		Blei/Zink/Kupfer	Sandstein/ Tonstein	6	SO1	Bleierzbergwerk am Erzberg bei Rüthen, Halden		-	2668079	5708243		
						SO2	Alaunschiefergrube (S) an der Glenne bei Rüthen		-	2666048	5707718		
						SO3	Grube Hubert (Pb), Stollen/Halden/Spülteiche		-	2670100	5702182		x
						SO4	Bleierzbergwerk bei Waldesruh (nahe Rüthen)		-	2667187	5708080		
						SO5	Grube Phillip (Fe) (Mönker Berg, bei Rüthen), Halden		-	2670193	5708627		
						SO6	Grube Birkhahn (Pb,S) (Rote Kümpen, bei Rüthen), Halden	Wasserwerk ?	-	2665904	5708439		x
				Summe	84								

signifikantes Schwermetallbelastungspotenzial
geringeres Schwermetallbelastungspotenzial

WG ehemals Wassergewinnung
WG (i.B.) Wassergewinnung noch in Betrieb

VERDACHTS-PUNKT	ID	MZB-Messstellen		Datum	Taxazahl	% Arten				Anzahl Arten				Abundanz				AD	Saprobie	Bemerkungen Ökologie	Einstufung Ökologie	Begründung Ökologie
		UNTER-STROM	OBER-STROM			Ephe	Ple	Tri	Crus	Ephe	Ple	Tri	Crus	Ephe	Ple	Tri	Crus	1 = sehr gut 2 = gut 3 = mäßig 4 = unbefriedigend * nicht gesichert	1 = sehr gut 2 = gut 3 = mäßig 4 = unbefriedigend * nicht gesichert		1 - erkennbare Auswirkungen 2 - wahrscheinliche Auswirkungen 3 - nicht erkennbare Auswirkungen 4 - keine Messstelle/nicht untersucht 5 - zusätzliche Belastung	
Grube Altwerk, Heinrich-Stollen	AC 1		-																		2	keine oberstromige Messstelle vorhanden, direkter Vergleich nicht möglich, AD lässt nicht auf strukturelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Crustacea fallen unterhalb der Belastung vollständig aus, Anteil der Pleco
		116907		20050428	28	8,06	60,75	10,75	0,00	4	6	7	0	15	113	20	0	1	2	-		
Grube Breinigerberg, Tiefer Stollen	AC 2																					
Grube Diepenlinchen,	AC 3																					
Grube Georg, Stollen von Georg	AC 4																					
Grube Carla-Franziska, Stollen	DN 1																					
Grube Mausbacher Bleiberg, Halde Beythal	DN 2		151609	20060627	36	25,24	0,00	0,00	41,75	5	0	0	3	185	0	0	306	4	3		3	AD lässt auf strukturelle Degradation schließen, Saprobie weist auf organische Belastung hin, Überprägung der Zönose wahrscheinlich
		151701		20060627	30	1,52	0,00	1,74	74,86	1	0	4	3	14	0	16	688	4	3			
Grube Mechernicher Bleiberg,	EU 1																					
Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen	EU 2		139907	20070611	40	1,12	0,00	15,17	64,47	6	0	8	2	32	0	244	1840	2	2	-	1	AD lässt nicht auf strukturelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Bewertungsergebnis unterhalb der Belastung ungesichert, deutliche Verringerung der Taxazahl unterhalb der Belastung, Crustacea fallen unterhalb der Belastung vollständig aus
		140302		20070606	24	2,46	3,70	63,04	0,00	3	1	6	0	12	18	307	0	3 *	2*	-		
Caspari-Zeche (Antimon(Sb)-Hermannzeche, Carl-Stollen	HSK 3 HSK 7																					
Grube Vereinigter Bastenberg und Dörenberg, Eickhoff-Stollen	HSK 5		686426	20070405	39	34,72	24,18	14,02	0,00	6	6	13	0	399	210	145	0	1	2	zusätzlich belastet durch HSK8, HSK9 und HSK10	4	keine unterstromige Messstelle vorhanden, kein Vergleich möglich
		-																				
Grube Alexander, Gustav-Stollen / Halden	HSK 6		412168	20070716	16	45,67901235	1,234567901	2,469135802	0	1	2	4	0	74	2	4	0	1 *	1*		3	Bewertungsergebnis oberstrom ungesichert, unterstrom gesichert, AD lässt nicht auf strukturelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Zunahme der Taxazahl unterhalb der Belastung, Zunahme von Plecopteren, Trichopteren und Crustacea unterhalb der Belastung, nur leichte Abnahme der Ephemeropteren
		412200		20070716	25	41,60958904	28,42465753	6,678082192	0,51369863	4	2	5	1	243	166	39	3	2	2			
Sedimentationsbecken St. Andreasberg	HSK 4	411802	-	20070416	42	13,32	16,78	66,22	0	7	5	15	0	241	159	880	0	2	2	zusätzlich belastet durch HSK 5, HSK 8, HSK 9 und HSK 10	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; die Bewertung der AD für die unterstromige Messstelle 411802 lässt nicht auf strukturelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Auswirkungen nicht eindeutig erkennbar, Anteil Trichopteren ist auffällig erhöht, Taxazahl ist vglw.hoch
Grube Bastenberg, Halden und Stollenmundlöcher	HSK 8	686426	-	20070405	39	34,72	24,18	14,02	0,00	6	6	13	0	399	210	145	0	1	2	686426 zusätzlich belastete durch HSK9 und HSK10	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; die Bewertung der AD für die unterstromige Messstelle 686426 lässt nicht auf strukutrelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Auswirkungen nicht eindeutig erkennbar, Anteil Plecopteren ist erhöht und Crustacea fallen aus, aber Anteil Ephemeropteren ist nicht erniedrigt und auch die Taxazahl ist vglw. hoch
Grube Bastenberg, Nagelmacker Stollen	HSK 9	-	411504	20080409	47	18,26	13,28	24,73	6,64	8	9	12	1	225	155	298	80	1	1	-	3	AD lässt nicht auf strukturelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, leichte Zunahme der Taxazahl unterhalb der Belastung, leichte Abnahmen bei den Anteilen der Ephemeropteren und Plecopteren, Abnahme der Crustacea
		412004	-	20060522	50	14,62	7,82	26,08	0,21	9	5	11	1	213	114	452	3	2	2	-		
Grube Willibald, Halden / Stollen	HSK 10	686426	-	20070405	39	34,72	24,18	14,02	0,00	6	6	13	0	399	210	145	0	1	2	zusätzlich belastet durch HSK8 und HSK9	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; die Bewertung der AD für die unterstromige Messstelle 686426 lässt nicht auf strukutrelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Auswirkungen nicht eindeutig erkennbar, Anteil Plecopteren ist erhöht und Crustacea fallen aus, aber Anteil Ephemeropteren ist nicht erniedrigt und auch die Taxazahl ist vglw. hoch
Grube Ries, Bruckmann-Stollen	HSK 11																					
Grube Gottesgabe, Tiefer Stollen	HSK 12																					

VERDACHTS-PUNKT	ID	MZB-Messstellen		Datum	Taxazahl	% Arten				Anzahl Arten				Abundanz				AD	Saprobie	Bemerkungen Ökologie	Einstufung Ökologie	Begründung Ökologie
		UNTER-STROM	OBER-STROM			Ephe	Ple	Tri	Crus	Ephe	Ple	Tri	Crus	Ephe	Ple	Tri	Crus	1 = sehr gut 2 = gut 3 = mäßig 4 = unbefriedigend * nicht gesichert	1 = sehr gut 2 = gut 3 = mäßig 4 = unbefriedigend * nicht gesichert		1 - erkennbare Auswirkungen 2 - wahrscheinliche Auswirkungen 3 - nicht erkennbare Auswirkungen 4 - keine Messstelle/nicht untersucht 5 - zusätzliche Belastung	
Grube Aurora, Halden	HSK 14																					
Grube Pluto, Pluto-Stollen	HSK 13																					
Grube Mina, Friedrichstollen	HSK 2																					
Grube Oskar, Killianstollen	HSK 1	-	626405	20070328	47	7,82	1,83	4,60	71,52	7	4	9	2	183	33	103	1600	3	2	-	4	keine unterstromige Messstelle vorhanden, kein Vergleich möglich
Grube Meggen, Carolinenglücker Stollen	OE 2		421110	20050616	19	87,17632552	0,123304562	7,274969174	0,04110152	4	1	4	1	2121	3	177	1	2 *	2		3	Bewertung der AD ober- und unterhalb ncht gesichert, strukturelle Degradation möglich, beide Messstellen in Ortslage, Saporbie lässt nicht auf organische Belastung schließen
		421157		20050621	21	44,64	0,08	5,12	0	5	1	7	0	575	1	66	0	2 *	2			
Grube Meggen, Hachener Spülteiche	OE 3	-	-																		4	keine Messstellen vorhanden
Grube Reher, Stollen III	OE 1																					
Grube Alwine, Halden /	OE 4																					
Grube Glanzenberg - Goldberg II, Spülteiche / Halden / Stollen	OE 5	431140	-	20070524	29	65,52	17,87	5,96	0,00	7	5	8	0	220	46	19	0	2	1	-	2	keine oberstromige Messstelle vorhanden, direkter Vergleich nicht möglich, AD lässt nicht auf strukturelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Crustacea fallen unterhalb der Belastung vollständig aus, Baetis rhodani häufigstes Taxon
Grube Zänker, Stollen	OE 6																					
Grube Rhonard	OE 7																					
Eisensteinzeche Bautenberg, Tiefer Stollen	Sl 1	-	-																		4	keine Messstellen vorhanden
Peterzeche, Halden/Stollen	Sl 2		-																		2	keine oberstromige Messstelle vorhanden, direkter Vergleich nicht möglich, AD lässt nicht auf strukturelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Crustacea fallen unterhalb der Belastung vollständig aus, Anteil der Plecopteren ist erhöht
		457670		20050525	30	29,08	39,59	4,88	0,00	5	5	5	0	221	145	26	0	1	1	-		
Grube Brüche, Tiefer Stollen	Sl 4																					
Grube Stahlberg, Kronprinz Friedrich-	Sl 5																					
Grube Altenberg, Halden/Spülteiche	Sl 7																					
Müsen, Köln-Müsener-Hütte	Sl 8																					
Müsen, Rothenbacher Hütte	Sl 9																					
Grube Haus Oranien, Stollen	Sl 3																					
Grube Alte Dreisbach, Stollen	Sl 6																					
Grube Nidda (Iserlohn)	MK 1																					
Grube Theodore (Plettenberg)	MK 2																					
Grube Bliesenbach, Halden / Stollen	OBK 4	204171	-	20070315	39	32,76	26,72	13,36	0	6	9	7	0	76	62	31	0	2	2	zusätzlich belastet durch OBK 5	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; die Bewertung der AD der unterstromigen Messstelle 204171 lässt nicht auf strukutrelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Auswirkungen nicht eindeutig erkennbar, Anteil Plecopteren ist erhöht und Crustacea fallen aus, aber Anteil Ephemeropteren ist nicht erniedrigt und auch die Taxazahl ist vglw. hoch
Grube Castor, Halden / Tiefer Stollen	OBK 3	204201	-	20060718	34	5,22	3,48	34,78	8,7	5	1	7	3	12	8	80	20	3 *	2	zusätzlich belastet durch OBK 4 und OBK 5	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; das Bewertungsergebnis der AD für die unterstromige Messstelle 204201 ist nicht gesichert, weist aber auf strukturelle Degradation hin, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Auswirkungen nicht erkennbar, Sondersituation, da die Messstelle im Umlaufgerinne für die Staustufe Ehreshofen I in der Agger liegt

VERDACHTS-PUNKT	ID	MZB-Messstellen		Datum	Taxazahl	% Arten				Anzahl Arten				Abundanz				AD	Saprobie	Bemerkungen Ökologie	Einstufung Ökologie	Begründung Ökologie
		UNTER-STROM	OBER-STROM			Ephe	Ple	Tri	Crus	Ephe	Ple	Tri	Crus	Ephe	Ple	Tri	Crus	1 = sehr gut 2 = gut 3 = mäßig 4 = unbefriedigend * nicht gesichert	1 = sehr gut 2 = gut 3 = mäßig 4 = unbefriedigend * nicht gesichert		1 - erkennbare Auswirkungen 2 - wahrscheinliche Auswirkungen 3 - nicht erkennbare Auswirkungen 4 - keine Messstelle/nicht untersucht 5 - zusätzliche Belastung	
Grube Silberkaule, Halden / Stollen	OBK 5	204171	-	20070315	39	32,76	26,72	13,36	0	6	9	7	0	76	62	31	0	2	2	zusätzlich belastet durch OBK 4	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; die Bewertung der AD der unterstromigen Messstelle 204171 lässt nicht auf strukutrelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Auswirkungen nicht eindeutig erkennbar, Anteil Plecopteren ist erhöht und Crustacea fallen aus, aber Anteil Ephemeropteren ist nicht erniedrigt und auch die Taxazahl ist vglw. hoch
Grube Alter Stollenberg, Tiefer	OBK 7																					
Grube Bleihardt, Stollen	OBK 9																					
Grube Bliebach - Erzwäsche, Halden	OBK 8																					
Grube Fahrenberg, Stollen	OBK 10																					
Grube Heidberg, Tiefer Stollen	OBK 11																					
Grube Neu-Moresnet 4, Stollen	OBK 6																					
Grube Wildberg, Friedrich-Schmidt-Stollen	OBK 13																					
Grube Wildberg, Erbstollen	OBK 12																					
Grube Magdalena, Tiefer Magdalena	OBK 14																					
Carolinagrube, Tiefer Stollen	OBK 2																					
Grube Danielszug (Kupfer), Halden /	OBK 1																					
Grube Apfel, Tiefer Stollen	GL 9	211606	-	20080528	51	42,41	1,34	12,50	8,93	13	2	17	2	195	240	174	64	2	2	zusätzlich belastet durch GL7 und GL8	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; die Bewertung der AD der unterstromigen Messstelle 211606 lässt nicht auf strukturelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, keine Auswirkungen erkennbar, Taxazahl und Anteile der taxonomischen Gruppen zeigen keine Auffälligkeiten
Grube Berzelius, Stollen/Halde	GL 7	211606	-	20080529	51	42,41	1,34	12,50	8,93	13	2	17	2	195	240	174	64	2	2	zusätzlich belastet durch GL8 und GL9	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; die Bewertung der AD der unterstromigen Messstelle 211606 lässt nicht auf strukturelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, keine Auswirkungen erkennbar, Taxazahl und Anteile der taxonomischen Gruppen zeigen keine Auffälligkeiten
Grube Ehrenfeld, Tiefer Stollen	GL 8	211606	-	20080530	51	42,41	1,34	12,50	8,93	13	2	17	2	195	240	174	64	2	2	zusätzlich belastet durch GL7 und GL9	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; die Bewertung der AD der unterstromigen Messstelle 211606 lässt nicht auf strukturelle Degradation schließen, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, keine Auswirkungen erkennbar, Taxazahl und Anteile der taxonomischen Gruppen zeigen keine Auffälligkeiten
Grube Blücher, Halden/Klärteiche	GL 3	225708	-	20080306	27	11,04	0,00	2,25	32,92	2	0	4	2	54	0	11	161	3 *	2	zusätzlich belastet durch GL2 und GL4	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, d**ie Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; das Bewertungsergebnis der AD für die unterstromige Messstelle 225708 ist nicht gesichert, weist aber auf strukturelle Degradation hin, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Messstelle liegt in Siedlungslage, keine Auswirkungen erkennbar
Grube Blücher, Stollen	GL 4	225708	-	20080306	27	11,04	0,00	2,25	32,92	2	0	4	2	54	0	11	161	3 *	2	zusätzlich belastet durch GL2 und GL3	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; das Bewertungsergebnis der AD für die unterstromige Messstelle 225708 ist nicht gesichert, weist aber auf strukturelle Degradation hin, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Messstelle liegt in Siedlungslage, keine Auswirkungen erkennbar

VERDACHTS-PUNKT	ID	MZB-Messstellen		Datum	Taxazahl	% Arten				Anzahl Arten				Abundanz				AD	Saprobie	Bemerkungen Ökologie	Einstufung Ökologie	Begründung Ökologie
		UNTER-STROM	OBER-STROM			Ephe	Ple	Tri	Crus	Ephe	Ple	Tri	Crus	Ephe	Ple	Tri	Crus	1 = sehr gut 2 = gut 3 = mäßig 4 = unbefriedigend * nicht gesichert	1 = sehr gut 2 = gut 3 = mäßig 4 = unbefriedigend * nicht gesichert		1 - erkennbare Auswirkungen 2 - wahrscheinliche Auswirkungen 3 - nicht erkennbare Auswirkungen 4 - keine Messstelle/nicht untersucht 5 - zusätzliche Belastung	
Grube Blücher, Blücherstollen	GL 2	225708	-	20080306	27	11,04	0,00	2,25	32,92	2	0	4	2	54	0	11	161	3 *	2	zusätzlich belastet durch GL3 und GL4	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; das Bewertungsergebnis der AD für die unterstromige Messstelle 225708 ist nicht gesichert, weist aber auf strukturelle Degradation hin, Saprobie weist nicht auf organische Belastung hin, Messstelle liegt in Siedlungslage, keine Auswirkungen erkennbar
Grube Washington, Tiefer Stollen	GL 1																					
Grube Weiß, Sandhalden/Stollen	GL 6		211606	20051017	51	42,41	1,34	12,50	8,93	13	2	17	2	195	240	174	64	2	2	GL7 bis GL9	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; das Bewertungsergebnis der AD für die unterstromige Messstelle 211801 lässt auf strukturelle Degradation schließen, Überprägung der Zönose möglich
		211801		20050912	35	3,79	10,11	17,85	0,00	1	1	8	0	24	64	113	0	3	2	zusätzlich belastet durch GL 7, GL 8, GL 9, GL 10 und GL 11		
Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen	GL 10	-	211709	20050912	55	16,24	11,68	19,42	4,73	8	2	12	3	189	136	226	54	2	2	211709 zusätzlich belastet durch GL7, GL8 und GL9	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; das Bewertungsergebnis der AD für die unterstromige Messstelle 211801 lässt auf strukturelle Degradation schließen, Überprägung der Zönose möglich
		211801	-	20050912	35	3,79	10,11	17,85	0,00	1	1	8	0	24	64	113	0	3	2	zusätzlich belastet durch GL 7, GL 8, GL 9 und GL 11	5	
Grube Lüderich, Auguststollen	GL 13																					
Grube Lüderich, Grünewaldteiche	GL 11	211801	-	20050912	35	3,79	10,11	17,85	0,00	1	1	8	0	24	64	113	0	3	2	zusätzlich belastet durch GL 7, GL 8, GL 9 und GL 10	5	zusätzliche Belastung durch weitere Verdachtspunkte, **die Einstufung eines einzelnen Verdachtspunkts ist somit nicht möglich**; das Bewertungsergebnis der AD für die unterstromige Messstelle 211801 lässt auf strukturelle Degradation schließen, Überprägung der Zönose möglich
Grube Idria (Quecksilber(HG)-Grube Jungfrau, Stollen	GL 12																					
	GL 5																					
Grube Aurora, Halden/Stollen	SU 1																					
Grube Nikolaus-Phönix	SU 2																					
Grube Penny, Tiefer Stollen	SU 3																					
Grube Silberhardt, Tiefer Stollen	SU 4																					
Grube Emma-Carolina, Stollen	SU 5																					
Gruben Laura und Phillipine,	SU 6																					
Grube Laura, Stollen	SU 7																					
Grube Phillipine Stollen	SU 8																					
Grube Carl-Josef, Arnoldstollen	SU 9																					
Grube Ziethen, Weingartsgassenstol	SU 10																					
Bleierzbergwerk am Erzberg bei Rüthen, Halden	SO 1																					
Alaunschiefergrube (S) an der Glenne bei Rüthen	SO 2																					
Grube Hubert (Pb), Stollen/Halden/Spült	SO 3																					
Bleierzbergwerk bei Waldesruh (nahe	SO 4																					
Grube Phillip (Fe) (Mönker Berg, bei Rüthen), Halden	SO 5																					
Grube Birkhahn (Pb,S) (Rote	SO 6																					

ID	VERDACHTSPUNKT	BETROFFENE GEWÄSSER		OFWK	Signifikanz (Erläuterung zur Punktevergabe siehe Tab. 2-8 im Text)							Fracht
		EINLEITUNG	WRRL		Beeinrächtigung chemischer Zustand	Beeinträchtigung Zustand Ökochemie	Fracht	Räumliche Ausdehnung der Belastung	Auswirkungen auf Ökologie	Wassergewinnung	**Summe**	Abschätzung auf Basis vorliegender hydrochemischer Stichproben und Abflussschätzungen
AC 1	Grube Altwerk, Heinrich-Stollen	N.N.	Hasselbach	DE_NRW_282446_0	0	0	0	1	1	-	**2**	0,2 kg Ni 1,1 kg Zn
DN 1	Grube Carla-Franziska, Stollen	Vlattener Bach	Vlattener Bach	DE_NRW_27446_11900	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
DN 2	Grube Mausbacher Bleiberg, Halde Beythal	N.N. 2823722 (Zufluss Birgeler Bach)	Rur	DE_NRW_282372_3520	0	0	4	1	1	-	**6**	0,3 - 0,45 t Ni 0,7 - 1 t Zn 0,2 - 0,4 t Ko 0,02 kg Cd 6 - 9 kg As 3 - 5 kg Pb
EU 1	Grube Mechernicher Bleiberg, Baltesbendener Weiher	N.N.	Veybach	DE_NRW_27418_7000	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
EU 2	**Grube Mechernicher Bleiberg, Burgfeyer Stollen**	Veybach	Veybach	DE_NRW_27418_7000	8	8	6	3	3	-	**28**	13, 5 t Ni 31, 2 t Zn 5, 5 t Ko 85 kg Cd 552 kg As 219 kg Pb
GL 1	Grube Washington, Tiefer Stollen	Silberkauler Siefen	Dürschbach	DE_NRW_2728854_0	0	0	unbekannt	1	-	-	**1**	-
GL 10	**Grube Lüderich, Neuer Lüderichstollen**	Sülz	Sülz	DE_NRW_27288_10626	8	4	6	3	1	-	**22**	0,4 t Ni 13,2 t Zn 0,25 t Ko 222 kg As
GL 11	**Grube Lüderich, Grünewaldteiche**	N.N.	Sülz	DE_NRW_27288_10626	8	4	4	3	1	-	**20**	**Teich:** Zn: ca. 6-9 t/a As: 10 kg/a Ni: 90 kg/a Cd: 6,5 kg/a
GL 12	Grube Idria (Quecksilber(HG)-Abbau), Halden, Stollen	Saaler Mühlenbach	Frankenfortsbach	DE_NRW_273566_2300	0	0	unbekannt	1	-	-	**1**	-
GL 13	Grube Lüderich, Auguststollen			DE_NRW_27288_10626	0	4	2	1	-	-	**7**	<1 t Zn
GL 14	Grube Grünewald, Tiefer Stollen	N.N.	Sülz	DE_NRW_27288_10626	0	0	2	1	1		**4**	Zn: ca. 0,15 t/a As: 6 kg/a Ni: 9 kg/a Cd: 0,04 kg/a
GL 2	Grube Blücher, Blücherstollen	Lehbach	Strunde	DE_NRW_273568_7124	0	0	unbekannt	1	1	-	**2**	-

ID	VERDACHTSPUNKT	BETROFFENE GEWÄSSER		OFWK	Signifikanz (Erläuterung zur Punktevergabe siehe Tab. 2-8 im Text)							Fracht
		EINLEITUNG	WRRL		Beeinrächtigung chemischer Zustand	Beeinträchtigung Zustand Ökochemie	Fracht	Räumliche Ausdehnung der Belastung	Auswirkungen auf Ökologie	Wassergewinnung	**Summe**	Abschätzung auf Basis vorliegender hydrochemischer Stichproben und Abflussschätzungen
GL 3	Grube Blücher, Halden/Klärteiche	Lehbach	Strunde	DE_NRW_273568_7124	0	0	unbekannt	1	1	-	**2**	-
GL 4	Grube Blücher, Stollen	Lehbach	Strunde	DE_NRW_273568_7124	0	0	unbekannt	1	1	-	**2**	-
GL 5	Grube Jungfrau, Stollen	Saaler Mühlenbach	Frankenforstbach	DE_NRW_273566_2300	0	0	unbekannt	1	-	-	**1**	-
GL 6	**Grube Weiß, Sandhalden/Stollen**	Oberaueler Bach / Eschbach	Sülz	DE_NRW_27288_10626	4	4	4	2	1	-	**15**	keine Frachtberechnung möglich, da keine Abflusswerte Eschbach, aufgrund der sehr hohen Konzentrationen wird min. mittlere Fracht angenommen
GL 7	Grube Berzelius, Stollen/Halde	Volbach	Sülz	DE_NRW_27288_10626	0	4	unbekannt	2	1	-	**7**	-
GL 8	Grube Ehrenfeld, Tiefer Stollen	Volbach	Sülz	DE_NRW_27288_10626	0	4	unbekannt	2	1	-	**7**	-
GL 9	Grube Apfel, Tiefer Stollen	Volbach	Sülz	DE_NRW_27288_10626	0	4	unbekannt	2	1	-	**7**	-
HSK 1	Grube Oskar, Killianstollen	Glinde	Glinde	DE_NRW_4432_0	0	0	4	1	1	-	**6**	1,3 t Cu 39 kg Zn 11 kg Ko 0,2 kg Cd 1,2 kg Se
HSK 10	**Grube Willibald, Halden / Stollen**	Hannebecke	Valme	DE_NRW_27612_7005	8	4	4	3	1	-	**20**	7,7 kg Ni 5 t Zn 3 kg Pb 6 kg Cd
HSK 11	Grube Ries, Bruckmann-Stollen	Niedere Lehmecke	Elpe	DE_NRW_276118_0	0	0	0	1	-	-	**1**	42 kg Zn 3 kg Ti
HSK 12	Grube Gottesgabe, Tiefer Stollen	Neger	Neger	DE_NRW_276114_0	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
HSK 13	Grube Pluto, Pluto-Stollen	Elpe	Elpe	DE_NRW_276118_0	0	0	2	1	-	-	**3**	-
HSK 14	Grube Aurora, Halden		Elpe	DE_NRW_276118_0	0	4	2	1	-	-	**7**	255 kg Zn 1,6 kg Pb 0,6 kg Cd
HSK 2	Grube Mina, Friedrichstollen	Glinde	Glinde	DE_NRW_4432_0	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-

ID	VERDACHTSPUNKT	BETROFFENE GEWÄSSER		OFWK	Signifikanz (Erläuterung zur Punktevergabe siehe Tab. 2-8 im Text)							Fracht
		EINLEITUNG	WRRL		Beeinrächtigung chemischer Zustand	Beeinträchtigung Zustand Ökochemie	Fracht	Räumliche Ausdehnung der Belastung	Auswirkungen auf Ökologie	Wassergewinnung	**Summe**	Abschätzung auf Basis vorliegender hydrochemischer Stichproben und Abflussschätzungen
HSK 3	Caspari-Zeche (Antimon(Sb)-Abbau), Stollenmundlöcher	Mühlmecke	Ruhr	DE_NRW_276_151034	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
HSK 4	Sedimentationsbecken St. Andreasberg	Bilmecke	Valme	DE_NRW_27612_0	0	4	2	1	1	-	**8**	Zn Zulauf: 135 kg/a Zn Ablauf: 350 kg/a
HSK 5	**Grube Vereinigter Bastenberg und Dörenberg, Eickhoff-Stollen**	Valme	Valme	DE_NRW_27612_0	8	4	4	3	1	-	**20**	25,5 kg Ni 2,6 - 5,2 t Zn 2,6 kg Pb 7,2 kg Cd
HSK 6	**Grube Alexander, Gustav-Stollen / Halden**	Nier	Nierbach	DE_NRW_276134_0	4	4	2	1	0	-	**11**	5,5 kg Cu 610 kg Zn 5 kg Pb 2,5 kg Cd
HSK 7	Hermannzeche, Carl-Stollen	Kröhe	Sorpe	DE_NRW_276188_9050	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
HSK 8	Grube Bastenberg, Halden und Stollenmundlöcher	Valme	Valme	DE_NRW_27612_7005	0	0	2	2	1	-	**5**	-
HSK 9	Grube Bastenberg, Nagelmacker Stollen	Brabecke	Brabecke	DE_NRW_276122_0	0	0	0	1	0	-	**1**	-
OBK 1	Grube Danielszug (Kupfer), Halden / Stollen	Hönnige	Wupper	DE_NRW_273614_0	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
OBK 10	Grube Fahrenberg, Stollen	Steinagger	Steinagger	DE_NRW_27282_0	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
OBK 11	Grube Heidberg, Tiefer Stollen	Wiehl	Wiehl	DE_NRW_27284_25705	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
OBK 12	Grube Wildberg, Erbstollen	Aubach	Wiehl	DE_NRW_27284_25705	0		unbekannt	0	-	-	**0**	-
OBK 13	Grube Wildberg, Friedrich-Schmidt-Stollen	Wildberger Bach	Wiehl	DE_NRW_27284_25705	0		unbekannt	0	-	-	**0**	-
OBK 2	Carolinagrube, Tiefer Stollen	Wiebach	Wupper	DE_NRW_2736_71895	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
OBK 3	Grube Castor, Halden / Tiefer Stollen	Wester Siefen	Agger	DE_NRW_2728_0	0	4	4	2	1	-	**11**	Frachten abgeschätzt (siehe Text)
OBK 4	**Grube Bliesenbach, Halden / Stollen**	Loopebach	Loopebach	DE_NRW_272872_0	8	4	4	2	1	-	**19**	1 t Zn 2 kg Cd 0,3 kg As 0,6 kg Pb

ID	VERDACHTSPUNKT	BETROFFENE GEWÄSSER		OFWK	Signifikanz (Erläuterung zur Punktevergabe siehe Tab. 2-8 im Text)							Fracht
		EINLEITUNG	WRRL		Beeinrächtigung chemischer Zustand	Beeinträchtigung Zustand Ökochemie	Fracht	Räumliche Ausdehnung der Belastung	Auswirkungen auf Ökologie	Wassergewinnung	**Summe**	Abschätzung auf Basis vorliegender hydrochemischer Stichproben und Abflussschätzungen
OBK 5	**Grube Silberkaule, Halden / Stollen**	Heckbach	Loopebach	DE_NRW_272872_0	4	4	2	2	1	-	**13**	0,15 t Zn 0,5 kg Cd 1,5 kg As 10 kg Pb
OBK 6	Grube Neu-Moresnet 4, Stollen	Leppe	Leppe	DE_NRW_27286_0	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
OBK 7	Grube Alter Stollenberg, Tiefer Stollen	Molbach	Wiehl	DE_NRW_27284_0	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
OBK 8	Grube Bliebach - Erzwäsche, Halden	Alpebach	Alpebach	DE_NRW_272848_0	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
OBK 9	Grube Bleihardt, Stollen	Agger	Agger	DE_NRW_2728_44322	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
OE 1	Grube Keller, Stollen III	Habbecke	Elspe	DE_NRW_276634_0	0	0	2	1	-	-	**3**	Zn: rd. 100 kg/a
OE 2	Grube Meggen, Carolinenglücker Stollen	Lenne	Lenne	DE_NRW_2766_77895	0	4	2	3	0	-	**9**	< 1 t Zn 40 kg Pb 70 kg Ti
OE 3	Grube Meggen, Hachener Spülteiche	Hachener Bach	Lenne	DE_NRW_2766_77895	0	4	2	2	3	-	**11**	max. 600 - 800 kg Zn
OE 4	Grube Alwine, Halden / Stollenmundloch	N.N.	Silberbach	DE_NRW_2766286_0	0	0	2	1	-	-	**3**	nach Auswertung der Analysen im Ober- und Unterstrom gering
OE 5	**Grube Glanzenberg - Goldberg II, Spülteiche / Halden / Stollen**	Dornbach	Silberbach	DE_NRW_2766286_0	8	4	4	3	2	-	**21**	ca. 1 t Zn 0,6 kg Cd 0,6 kg Ko
OE 6	Grube Zänker, Stollen	Olpe	Olpe	DE_NRW_276642_0	0	0	unbekannt	0	-		**0**	-
SI 1	Eisensteinzeche Bautenberg, Tiefer Stollen	N.N.	Wildenbach	DE_NRW_27226_0	0	0	unbekannt	1	1	-	**2**	-
SI 2	**Peterzeche, Halden/Stollen**	Matheines Wiese	Buchheller	DE_NRW_27222_0	8	8	4	3	2	-	**25**	Zn: 0,5t/a über Stollen, 3 t/a über Halde Pb: ca. 100 kg/a über Halde Cd: ca. 5 kg/a über Halde
SI 7	**Grube Altenberg, Halden/Spülteiche, Stollen**	Die Heimkaus	Littfe	DE_NRW_272146_0	4	4	2	2	-	-	**12**	302 kg Zn 0,3 kg Pb 3 kg Ni 1 kg Cu

ID	VERDACHTSPUNKT	BETROFFENE GEWÄSSER		OFWK	Signifikanz (Erläuterung zur Punktevergabe siehe Tab. 2-8 im Text)							Fracht
		EINLEITUNG	WRRL		Beeinrächtigung chemischer Zustand	Beeinträchtigung Zustand Ökochemie	Fracht	Räumliche Ausdehnung der Belastung	Auswirkungen auf Ökologie	Wassergewinnung	**Summe**	Abschätzung auf Basis vorliegender hydrochemischer Stichproben und Abflussschätzungen
SI 8	Müsen, Köln-Müsener-Hütte	Rothenbach	Ferndorfbach	DE_NRW_27214_4630	0	4	unbekannt	2	-	-	**6**	-
SI 9	Müsen, Rothenbacher Hütte	Rothenbach	Ferndorfbach	DE_NRW_27214_4630	0	4	unbekannt	2	-	-	**6**	-
SO 1	Bleierzbergwerk am Erzberg bei Rüthen, Halden	Küttelbecke	Möhne	DE_NRW_2762_40871	0	4	unbekannt	1	-	-	**5**	-
SO 2	Alaunschiefergrube (S) an der Glenne bei Rüthen	Glenne	Glenne	DE_NRW_27622_0	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
SO 3	Grube Hubert (Pb), Stollen/Halden/Spülteiche	Langenbergsiepen	Schlagwasser	DE_NRW_276224_0	4	0	2	1	-	-	**7**	105 kg Zn 1,2 kg Cd 1,7 kg Ko
SO 4	Bleierzbergwerk bei Waldesruh (nahe Rüthen)	N.N.	Möhne	DE_NRW_2762_40871	0	4	unbekannt	1	-	-	**5**	-
SO 5	Grube Phillip (Fe) (Mönker Berg, bei Rüthen), Halden	Rißneibach	Möhne	DE_NRW_2762_40871	0	4	unbekannt	1	-	-	**5**	-
SO 6	Grube Birkhahn (Pb,S) (Rote Kümpen, bei Rüthen), Halden	N.N.	Möhne	DE_NRW_2762_22439	0	4	unbekannt	1	-	-	**5**	-
SU 1	Grube Aurora, Halden/Stollen	Dichsbach	Wahnbach	DE_NRW_27274_7448	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
SU 10	Grube Ziethen, Weingartsgassenstollen	Sieg	Sieg	DE_NRW_272_0	0	0	unbekannt	1	-	-	**1**	-
SU 2	Grube Nikolaus-Phönix, Stollenmundloch	Scheidbach	Wahnbach	DE_NRW_27274_7448	0	0	unbekannt	0	-	-	**0**	-
SU 3	Grube Penny, Tiefer Stollen	N.N.	Naafbach	DE_NRW_272878_0	0	0	0	1	-	-	**1**	1,4 kg Zn 0,6 kg Ni 0,3 kg Ko
SU 4	Grube Silberhardt, Tiefer Stollen	Rosbach	Sieg	DE_NRW_272_23633	0	0	unbekannt	1	-	-	**1**	-
SU 5	Grube Emma-Carolina, Stollen	Zingsbach	Eulenbach	DE_NRW_27424_3500	0	4	unbekannt	1	-	-	**5**	-
SU 6	Gruben Laura und Phillipine, Betriebsgelände/Halden	Mehlemer Bach	Mehlemer Bach	DE_NRW_27194_1188	0	4	unbekannt	1	-	-	**5**	-
SU 7	Grube Laura, Stollen	Goldbach	Mehlemer Bach	DE_NRW_27194_1188	0	4	unbekannt	1	-	-	**5**	-
SU 8	Grube Phillipine Stollen	Mehlemer Bach	Mehlemer Bach	DE_NRW_27194_1188	0	4	unbekannt	1	-	-	**5**	-
SU 9	Grube Carl-Josef, Arnoldstollen	Dörfer Bach	Sieg	DE_NRW_272_23633	0	0	unbekannt	1	-	-	**1**	-