

Herausgeber: Schutzgemeinschaft Bergbaubetroffener  
(SGB) Rheinberg e.V.

**Der ergänzende Bericht  
zum  
Umweltbericht 2003  
der Deutschen Steinkohle AG (DSK)**

Zahlen, Daten, Fakten und weitergehende Auswertungen  
unter besonderer Berücksichtigung des *Bergwerk West*

„Lassen Sie uns alles daransetzen, dass wir der nächsten Generation, den Kindern von heute, eine Welt hinterlassen, die ihnen nicht nur den nötigen Lebensraum bietet, sondern auch die Umwelt, die das Leben erlaubt und lebenswert macht.“

Richard von Weizsäcker

(zitiert aus der Umwelterklärung der LINEG 2002 – LINEG: Verantwortung für die Umwelt)

## Inhalt

	<b>Seite</b>
Zusammenfassung .....	3
1. Einleitung .....	5
2. Steinkohlenbergbaubetriebe 2003 und Subventionen .....	5
3. Zahlen, Daten, Fakten, weitergehende Auswertungen .....	8
3.1. Produktion .....	8
3.1.1. Kohle, Grubenwasser und Bergematerial .....	8
3.1.2. Grubenwässer und Bergematerial (bezogen auf die Steinkohlenförderung) .....	9
3.1.2.1. Grubenwässer – Chloridfracht und Klassifizierung .....	10
3.1.2.2. Bergematerial .....	11
3.1.2.2.1. Einfluss der Bergehalden auf das Grundwasser .....	11
3.1.2.2.2. Verwertung von Bergematerial .....	12
3.1.3. Methan .....	14
3.1.4. Wasserbezug und Energieeinsatz .....	15
3.1.5. Abfälle .....	16
3.1.6. Umweltschutzkosten .....	17
4. Was die DSK vergessen hat .....	18
4.1. Radionuklide .....	19
4.2. Schwermetalle .....	21
4.3. Polychlorierte Biphenyle (PCBs) .....	21
4.4. Gewässergüte .....	22
4.5. Erdbeben .....	22
4.6. Blasversatz .....	22
5. Weitere Ergänzungen .....	22
5.1. Linksniederrheinische Wasserwirtschaft .....	23
5.2. Kläranlagenbetrieb der LINEG für die DSK .....	24
5.3. Deichbruch und Hochwassergefahr .....	25
5.4. Rechtsrheinische Wasserwirtschaft .....	25
6. Zusammenfassung der Auswirkungen des Steinkohlenabbaus auf Mensch und Umwelt .....	26
7. Umweltschutzkosten, die sich die DSK spart .....	26
8. Quellen .....	27
8.1. Veröffentlichungen der DSK, RAG, LINEG und Bezirksregierung Arnsberg .....	27
8.2. Sonstige Veröffentlichungen .....	28

## Zusammenfassung

Es gibt kaum einen Industriezweig in Deutschland, der die Umwelt so intensiv beansprucht, belastet und beeinträchtigt wie die Steinkohlenförderung. Neben dem Menschen sind alle Umweltkompartimente – Wasser, Boden und Luft – betroffen. Die Deutsche Steinkohle AG (DSK) beansprucht für sich in diesem Zusammenhang verantwortliches Handeln in jeder Hinsicht. Eine weitergehende Auswertung der Daten und Informationen aus dem Umweltbericht 2003 der DSK ergänzt um Daten der LINEG, der Bezirksregierung Arnsberg und anderer Quellen vermittelt allerdings einen ganz anderen Eindruck:

- Die Subventionen pro DSK-Mitarbeiter betragen heute etwa 80.000 € pro Jahr.
- Seit Kriegsende sind an die heimische Steinkohle 300 Milliarden € Subventionen (Steuergelder) geflossen. Arbeitsplätze in der Steinkohlenförderung waren und sind damit über Jahrzehnte gegenüber anderen zukunftsträchtigen Tätigkeiten privilegiert.
- Trotz stetig sinkender Steinkohlenförderung ist die eingeleitete Grubenwassermenge und der Anfall an Bergematerial (Nebengestein der Kohle) pro Tonne geförderter Kohle deutlich angestiegen. Insgesamt fallen pro Tonne geförderter Steinkohle mindestens 5,5 Tonnen Abprodukte an.
- Die Steinkohlenbergwerke am Niederrhein und hierzu gehört auch das *Bergwerk West* der DSK sind überdurchschnittlich am Chlorideintrag in kleine Vorfluter beteiligt. Die Gewässergüte dieser Vorfluter, wie z.B. Fossa Eugenia und Rheinberger Altrhein, ist seit Jahren vergleichsweise schlecht. Verursacher: *Bergwerk West*.
- Grubenwasser gilt anders als in Polen oder der Türkei in Deutschland nicht als Abwasser.
- Die Einleitgenehmigung für die Grubenwässer des *Bergwerks West* wurde erst auf Betreiben der Schutzgemeinschaft Bergbaubetroffener (SGB) Rheinberg e.V. um das Prüfmerkmal Radioaktivität von der zuständigen Behörde ergänzt. Grenzwerte fehlen bis heute.
- Das *Bergwerk West* der DSK hat über Jahrzehnte ein min. 25.000 m<sup>2</sup> großes Gebiet am Rheinberger Altrhein – teilweise Naturschutzgebiet – radioaktiv kontaminiert. In Polen weiß man seit Jahren, wie so etwas zu vermeiden ist.
- Radioaktive Schlämme aus der Grubenwasseraufbereitung in Rossenray (*Bergwerk West*) werden über die zu verkaufende Kohle entsorgt.
- Mit den Grubenwässern werden auch Schwermetalle und polychlorierte Biphenyle (PCBs) in die Vorfluter, wie z.B. Fossa Eugenia, eingeleitet.
- Etwa 75 % des anfallenden Bergematerials wird auf Halden abgekippt. Diese Art der Entsorgung sowie die sog. Verwertung von Bergematerial haben neben den bekannten Geländeabsenkungen vielfältige Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft:
  - Durch Sumpfungsmaßnahmen wird der Grundwasserhaushalt negativ beeinflusst.
  - Durch Sohlenmassenverluste werden die Grundwasserleiter umstrukturiert, die Tagesoberfläche abgesenkt, die Fließrichtung von Gewässern verändert.
  - Das durch Bergehalden hindurchsickernde Regenwasser beeinflusst das Grund- und Oberflächenwasser nachhaltig über ein Jahrhundert!
  - Das im Grundwasser abgelagerte Bergematerial schädigt es nachhaltig.
  - Da die Tagesoberfläche oft unter den Grundwasserhorizont abgesenkt wird, ist es notwendig, den Flurabstand auf Dauer künstlich durch Pumpen zu halten.
- Das radioaktive Edelgas Radon stellt ein weiteres potentielles Problem für die Bewohner in Bergbauregionen dar. Entsprechende Radon-Konzentrationen erhöhen das Lungenkrebsrisiko.

- Das klimawirksame Gas Methan entweicht unkontrolliert aus stillgelegten Bergwerken und wird aus aktiven Bergwerken abgesaugt, aber nur unvollständig genutzt und somit ebenfalls in die Umwelt abgeleitet. Beides belastet die Umwelt mit entsprechenden Folgen für die Ozonbildung in niedrigen Luftschichten.
- Erdbeben bis zu mehr als der Stärke 2 auf der Richter-Skala erschüttern Rheinberg. Verursacher: **Bergwerk West**. Angst, Depressionen und Bluthochdruck sind die Folgen für die betroffenen Bürger.
- Den auf die Tagesoberfläche positiv einwirkenden Blasversatz hat die DSK vor Jahren aus Kostengründen eingestellt.
- Die laufenden Umweltschutzaufwendungen der DSK pro Tonne geförderter Steinkohle sind in den letzten Jahren kontinuierlich gefallen.
- Die Umweltschutzaufwendungen der DSK bezogen auf die erhaltenen Subventionen sind ebenfalls stetig zurückgefahren worden. Die Kohleförderung ist dagegen bezogen auf die Subventionen etwa gleich geblieben.
- Mit den Rückstellungen der Ruhrkohle AG (RAG) für Schachtverfüllungen, Renaturierungs- und Umweltschutzmaßnahmen geht es bergab.
- Das **Bergwerk West** ist Genosse der Linksniederrheinische Entwässerungsgenossenschaft (LINEG). Die Genossenschaftsbeiträge der DSK an die LINEG sind gleichfalls auf Talfahrt, ohne dass die Anzahl der verursachenden Bergwerke abnahm.
- Am Beispiel des **Bergwerks West** lässt sich abschätzen, dass sich die DSK in diesem Fall auf Kosten von Mensch und Natur Umweltschutzkosten in dreistelliger Millionenhöhe erspart. Die jährlichen Subventionen pro Bergwerk betragen im Mittel 367 Mio. €(2003), liegen also in gleicher Größenordnung.
- Im Fall eines Deichbruchs am Rhein – Teile des Deichs sind bereits beschädigt – können große Teile des linken Niederrheins von Krefeld bis Xanten überflutet werden. Ein natürlicher Abfluss für die Wassermassen fehlt. Eine schnelle Evakuierung der Bevölkerung gilt unter Fachleuten als unmöglich. Ursache sind die vom **Bergwerk West** geschaffenen Polder. Die Kosten einer derartigen Überflutungskatastrophe sind gigantisch. Menschenleben lassen sich allerdings nicht in Geld bewerten.

Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) kommt zu dem Schluss, dass etwa 35 % der Subventionen in Deutschland als umweltschädlich eingestuft werden können. Einen großen Anteil daran haben die Subventionen für den Steinkohlebergbau. Es wird empfohlen, die in Gang befindliche allmähliche Abschaffung der Kohlesubventionierung zu beschleunigen. Die Internationale Energie-Agentur vertritt den Standpunkt, dass die heutigen Kohlemärkte eine angemessene Versorgungssicherheit bieten. Die Bundesregierung sollte die Kohlesubventionen mit dem Ziel ihrer völligen Abschaffung weiter reduzieren und eine klare Frist für die endgültige Abschaffung der Subventionen setzen. Der Verlust der Beihilfen und der daraus resultierende Niedergang der Kohleindustrie sollte durch Umstrukturierungsprogramme kompensiert werden, die den sozialen Auswirkungen Rechnung tragen.

Die Einstellung des Steinkohlebergbaus, besonders unter besiedelten Gebieten, muss nicht zwingend mit dem Verlust von Arbeitsplätzen verbunden sein. Wissenschaftliche Untersuchungen und Beispiele aus der Praxis haben gezeigt, dass Subventionsabbau sogar Arbeitsplätze schaffen kann. Die durch den Steinkohlenbergbau verursachten Schäden an Mensch und Natur ließen sich damit gleichzeitig einschränken bzw. teilweise ganz vermeiden.

## 1. Einleitung

Seit einigen Jahren präsentiert die DSK, wie andere Industrieunternehmen, einen Umweltbericht. So auch für das Jahr 2003. Einige Zitate aus dem Bericht [2]:

„Es gibt nur wenige Industriezweige, die so eng mit der Natur verbunden sind wie der Steinkohlenbergbau. Bei der Gewinnung der Ressource Steinkohle unter Tage nimmt der Bergbau Einfluss auf die Umwelt. Verantwortungsvolles Handeln in jeder Hinsicht steht dabei jedoch im Vordergrund unserer Aktivitäten und ist ein wesentlicher Bestandteil unserer Unternehmensphilosophie.“ So klingen die einleitenden Worte zum Umweltbericht 2003.

„Nachhaltigkeit ist ein wesentlicher Bestandteil beim aufwendigen Genehmigungsverfahren für den Steinkohlenbergbau. Diese Betrachtungsweise hört aber nicht mit dem Ende des aktiven Bergbaus auf.“

„Der Bergbau arbeitet in der Natur, der Bergbau arbeitet mit der Natur. Diese Tatsache bedarf einer Kompromissbereitschaft auf allen Seiten. Dabei ist der Bergbau darauf angewiesen, seinen gesellschaftlichen Nutzen zu vermitteln, denn dieser bestimmt die Akzeptanz mit. Denn nur wer den Sinn und das Ziel des Bergbaus nachvollzieht, kann seine Notwendigkeit verstehen.“

„Der Schutz der Umwelt gehört für die Deutsche Steinkohle AG zu den zentralen Voraussetzungen für den Unternehmenserfolg. Er ist sowohl Forderung als auch Ausdruck eines verantwortlichen und weitsichtigen Umgangs mit den natürlichen Grundlagen unseres Lebens und Wirtschaftens.“

Der vorliegende ergänzende Umweltbericht beschäftigt sich mit der Substanz hinter den o.g. Zitaten, insbesondere mit den von der DSK angegebenen Zahlen, Daten und Fakten. Es wurden Quellen der RAG/DSK sowie der LINEG und der Bezirksregierung Arnsberg genutzt. Für weiterführende Erläuterungen wurde auf andere Quellen zurückgegriffen. Wo immer sinnvoll und möglich, wird speziell auf das *Bergwerk West* der DSK eingegangen.

## 2. Steinkohlenbergbaubetriebe 2003 und Subventionen

Im Jahr 2003 wurden 9 Bergwerke in Deutschland betrieben [3].

**Tabelle 1: Aktive Steinkohlenbergwerke in Deutschland. Stand 2003 [3].**

Bergwerk	Standort	Jahresförderung (Mio. t)	Jahresförderung (%)	größte Teufe (m)	Grubenfeld (km <sup>2</sup> )	Gruben- feld (%)
West	Kamp-Lintfort	3,36	13,0	1237	188,5	12,7
Walsum	Duisburg	2,24	8,7	1127	99	6,7
Lohberg/Osterfeld	Dinslaken	2,06	8,0	1270	149	10,0
AugusteVictoria/ Blumenthal	Marl	3,31	12,8	1348	227,4	15,3
DSK Anthrazit	Ibbenbüren	1,8	7,0	1545	55	3,7
Lippe	Gelsenkirchen	2	7,7	1565	148	10,0
Ost	Hamm	2,41	9,3	1565	285	19,2
Prosper-Haniel	Bottrop	3,73	14,5	1090	165	11,1
Saar	Ensdorf	4,91	19,0	1750	166	11,2
<b>Summe</b>		<b>25,82</b>	<b>100</b>		<b>1.482,9</b>	<b>100</b>

Das *Bergwerk West* ist mit fast 13 % überdurchschnittlich am Flächenverbrauch aller Steinkohlenbergwerke in Deutschland beteiligt. Es ist hierbei zu unterstreichen, dass das *Bergwerk West* im Bereich der Niederterrassen des Rheins liegt, also in einer hochwassergefährdeten Region [30]. Die regionalen Flussdeiche – teilweise aus Bergematerial errichtet, auf das später noch eingegangen wird – sind die höchsten in ganz Europa. Die Sicherheit der Deiche ist mehr als fragwürdig, wie ein durchgehender Riss im Bereich Kuicksgrind (Rheinberg) belegt [32, 33, 34]. Die Folgen eines Deichbruchs bei Rheinhochwasser wären katastrophal – Wasserstandshöhen über Dachfirsthöhe sind vorhergesagt worden [45] – zumal auch wichtige Fluchtwege, wie die A 57 tiefer gelegt worden sind und werden und bis zu einigen Metern überflutet werden können [33]. Für den Ernstfall verfügt der Kreis Wesel nur über ca. 30 Boote zur Rettung von einigen hunderttausend Menschen [44]. 350.000 Menschen am Niederrhein können bei einer Hochwasserkatastrophe betroffen sein [45].

Abbildung 1 verdeutlicht, dass die Subventionen pro Mitarbeiter und Jahr – berücksichtigt wurden alle DSK-Mitarbeiter – im Laufe der Jahre bis auf mehr als 80.000 €/a pro DSK-Mitarbeiter erheblich angestiegen sind. Die Zahlen sprechen für sich. In den 9 Bergwerken der DSK waren Ende 2003 nur noch 32.411 Mitarbeiter beschäftigt [3]. Insgesamt beschäftigte die DSK Ende 2003 ca. 40.000 Mitarbeiter [4]. Daraus folgt, dass fast 19 % der DSK-Mitarbeiter in administrativen Funktionen tätig waren. Hinzu kommen die Mitarbeiter der Verwaltungen der 9 Bergwerke.

Das renommierte Institut für Weltwirtschaft in Kiel stellt fest [20]: „Die Subventionierung des Kohlebergbaus hat viele schädliche Folgen. Die Steuerzahler, die privaten Haushalte und insbesondere die energieintensiven Unternehmen werden belastet, der in den Kohlerevieren erforderliche Strukturwandel wird behindert, Kapital und hochqualifizierte Arbeitskräfte werden fehlgeleitet, und die internationale Arbeitsteilung wird verzerrt. Eine Kohleförderung aus versorgungspolitischen Gründen ist nicht erforderlich.“

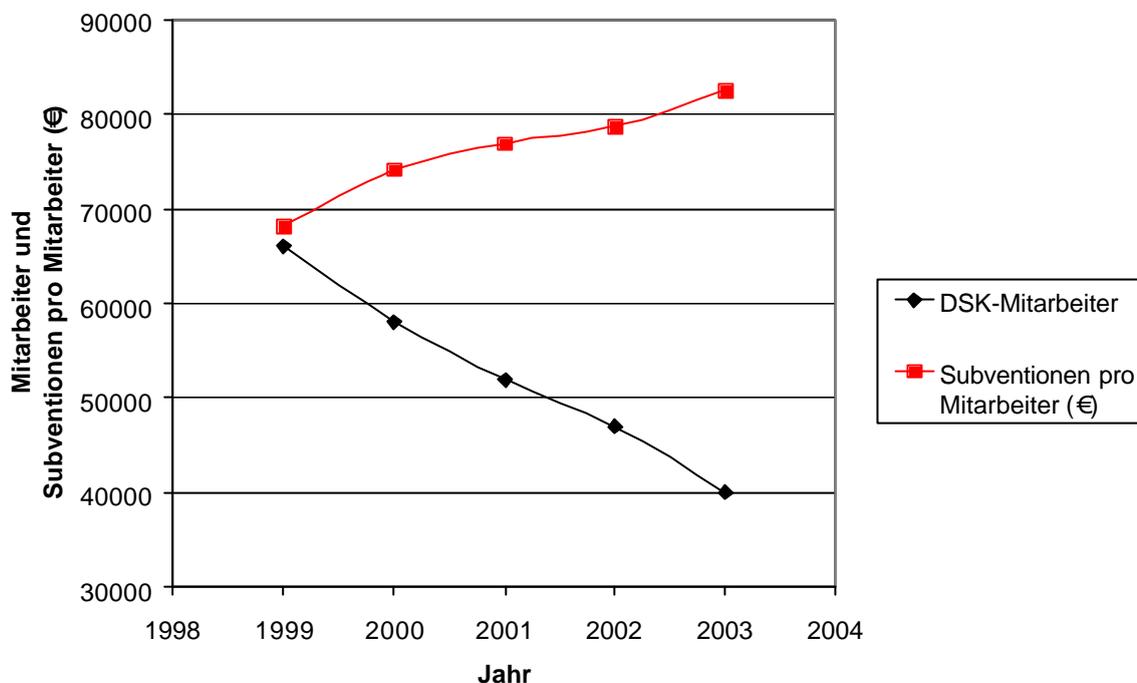
Brunowsky schreibt [21]: „, Verantwortungslos handeln jene Landespolitiker und Funktionäre, die den Menschen vorgaukeln, man könne den Steinkohlebergbau auf Dauer erhalten. Solange diese Hoffnung geschürt wird, werden sich die hochqualifizierten Kumpel nicht nach neuer Arbeit umsehen, wird sich kein Konzern im Ruhrgebiet ansiedeln, um das dortige Facharbeiterpersonal zu nutzen. Die Kumpel können unter den heutigen Umständen warten. Sie wissen, dass in jedem Fall „sozialverträgliche“ Ausgleichszahlungen winken, von denen Mitarbeiter mittelständischer Betriebe nur träumen können. Dauersubventionen zu zahlen ist in Wirklichkeit sozialschädlich, weil gut gehenden Betrieben, die neue Arbeitsplätze schaffen oder schaffen könnten, zusätzliche Lasten aufgebürdet werden. Subventionen kosten Arbeitsplätze. Wir bemerken kaum, dass jeder Untertage-Kumpel, jeder Angestellte im Bergbau selbst zwar genauso viel Sozialversicherungsbeitrag zahlt wie alle – aber dafür erhält er mehr und früher Rente. Das auch daraus resultierende Defizit muß der Rest der Gemeinschaft zahlen. Das erhöht die Lohnnebenkosten – und kostet Arbeitsplätze.“

Das Thema ist keineswegs neu. Bereits 1987 wurde die Verschlechterung der Wirtschafts- und Beschäftigungsbedingungen durch die Subventionierung des Steinkohlenbergbaus thematisiert. Die Zweischneidigkeit der Kohlesubventionen unter beschäftigungs- und regionalpolitischen Gesichtspunkten wurde offengelegt [39].

Seit Kriegsende sind an die heimische Steinkohle 300 Milliarden € Subventionen geflossen [22], davon allein in den wirtschaftlich schwierigen Zeiten zwischen 1999 und 2003 fast 20 Milliarden € (Steuergelder) an die DSK [4]. Diese Steuergelder fehlen für die Bezahlung von zusätzlichen Polizeibeamten, Lehrern, Ärzten und Pflegepersonal in Krankenhäusern, sie

fehlen an Fachhochschulen und Universitäten, beim Straßenbau, in der ausländischen Kultur- und Bildungsarbeit (Goethe-Institute) usw. Mit der Subventionierung der DSK werden Arbeitsplätze im Steinkohlenbergbau privilegiert, auf Kosten anderer notwendiger und zukunftsweisender Tätigkeiten.

**Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung der DSK-Mitarbeiterzahl und der jährlichen Subventionen pro Mitarbeiter [4]**



Das Umweltbundesamt (UBA) stellt in seinem Jahresbericht 2003 fest [51, 52, 53]:

„Rund 30 % aller Subventionen des Bundes für die gewerbliche Wirtschaft in Deutschland erhält die deutsche Steinkohle. Obwohl seit 1980 rund 100 Milliarden Euro Steuergelder in die deutsche Steinkohlenförderung flossen, ist die Bilanz aus wirtschaftlicher und beschäftigungspolitischer Sicht ernüchternd: Von 1980 bis 2001 sank die in Deutschland geförderte Kohlemenge von 87 auf 27 Mio. Tonnen, die Zahl der Beschäftigten ging in diesem Zeitraum um 72 % auf rund 53.000 zurück. Dies zeigt, dass die Steinkohlesubventionen ein sehr ineffektives und ineffizientes Förderinstrument darstellen.“

Ein weiteres Argument für den zügigen Abbau der Steinkohlesubventionen sind die Bergbauschäden. Deren Ausmaß ist so beträchtlich, dass sich in der Bevölkerung zunehmend Protest gegen die Erschließung neuer Abbaufelder regt. Insbesondere die Absenkungen bei Gruben unterhalb des Rheins können zu sehr bedrohlichen Situationen führen, sollten hier aufgrund eines Rheinhochwassers die mittlerweile tiefer liegenden Rheinebenen flächenhaft überflutet werden, ohne dass die Wassermassen eine Ablaufmöglichkeit hätten. Hinzu kommen die erheblichen Umweltbelastungen durch die Kohle. Im Vergleich zu anderen Energieträgern (wie etwa Erdgas) wird beim Verbrennen der Kohle wesentlich mehr CO<sub>2</sub> frei. Daher steht die starke Förderung dieses Energieträgers im Widerspruch zu einer nachhaltigen, also dauerhaft umweltgerechten Energiepolitik. Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) sowie die internationale Energieagentur (IEA) fordern aus diesen Gründen seit längerem die Abschaffung der Kohlesubventionen in Deutschland.

Dies würde die Versorgungssicherheit nicht gefährden, denn die Kohlevorkommen sind reichhaltig und geographisch über die ganze Welt verteilt. Auch die Exportchancen deutscher Kraftwerkstechnologie würden nicht sinken, weil diese von der Kohlenutzung in Kraftwerken, nicht aber vom Abbau heimischer Steinkohle abhängen. Um soziale Härten durch den Ausstieg aus der Steinkohleförderung zu vermeiden, sollte ein Teil der eingesparten Gelder für Anpassungshilfen in den Steinkohlerevieren eingesetzt werden.

Aktuelle, im Auftrag des UBA erstellte Modellrechnungen der Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung, Osnabrück, zeigen, dass es erhebliche ökonomische und ökologische Vorteile brächte, die Steinkohlesubventionen alsbald auslaufen zu lassen und die frei werdenden Gelder zugunsten einer nachhaltigen Energiepolitik einzusetzen. So entstünden durch eine Umschichtung der Steinkohlesubventionen zugunsten einer Förderung der Solarwärme und der Biomassenutzung bis 2010 unter dem Strich 9.000 zusätzliche Arbeitsplätze; der klimaschädliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß würde sich im selben Zeitraum um fast 50 Mio. Jahrestonnen verringern. Eine Förderung der energetischen Sanierung der Gebäude brächte bis 2010 sogar ein Plus von 30.000 Arbeitsplätzen – sechs Mio. Jahrestonnen CO<sub>2</sub> würden weniger ausgestoßen. Zugleich ließen sich negative ökologische wie finanzielle Folgen des Bergbaus, wie etwa Bergsenkungen, vermeiden.“

Frankreich hat es uns vorgemacht. Im April dieses Jahres wurde die letzte französische Kohlegrube in Lothringen geschlossen [16]. Gleichwohl sind die Bergarbeiter gut versorgt. Die Stadt Cardiff, Hauptstadt von Wales, einst größter Kohleexporthafen der Welt, lebte früher ausschließlich von Kohle, vom Schiffbau, von der Stahlproduktion. Heute sind alle Zechen, alle Werften, alle Stahlhütten stillgelegt. Mit umfangreichen Infrastrukturhilfen, der Sanierung aller Gewerbeflächen und einer geschickten Industrieansiedlungspolitik hat Cardiff die Arbeitslosigkeit vom Höchstwert 15,2 % (1982) auf einen Satz von unter 10 % senken können, weniger als viele Ruhrgebietsstädte heute ausweisen [21].

### **3. Zahlen, Daten, Fakten, weitergehende Auswertungen**

#### **3.1. Produktion**

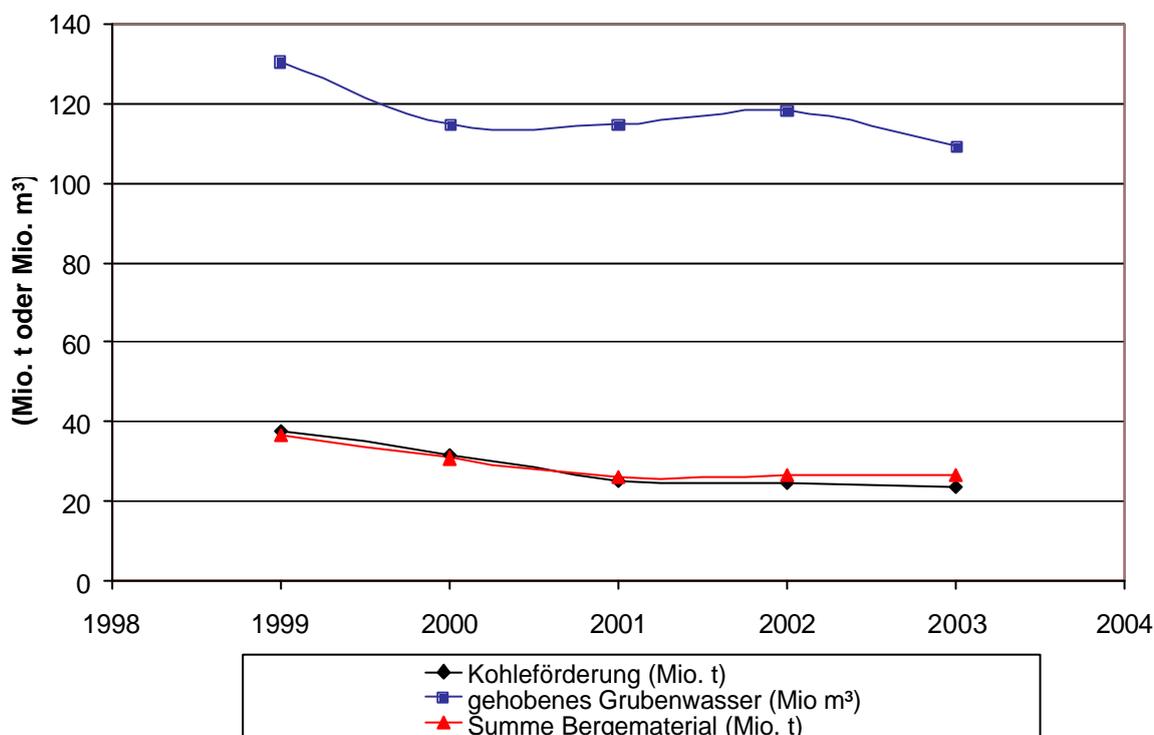
##### **3.1.1. Kohle, Grubenwasser und Bergematerial**

Abbildung 2 zeigt die zwischen 1999 und 2003 geförderte Kohle- und Bergematerialmenge sowie die gehobene und damit auch in Vorfluter eingeleitete Grubenwassermenge [2]. Die DSK spricht in ihren Umweltberichten lediglich von Grubenwasserhebung und verschweigt damit, dass diese Wassermengen von Kooperationspartnern in Vorfluter abgeleitet werden. Es ist bereits hier zu erkennen, dass in den Jahren 2002 und 2003 mehr Bergematerial anfiel als Kohle gefördert wurde. Die Grubenwassermengen sind über die Jahre, trotz Stilllegung von Bergwerken, etwa gleich geblieben, da auch stillgelegte Steinkohlebergwerke weiter entwässert werden müssen [15]. Damit reihen sich die Grubenwässer in die von der DSK geschaffenen Ewigkeitsprobleme ein. Um die Bedeutung der Materialströme (Summe der Jahre 1999 bis 2003) hervorzuheben, hier die Zahlen [2]:

- Kohleförderung: 142,64 Millionen Tonnen
- Bergematerialförderung: 146,22 Millionen Tonnen
- Grubenwasserhebung und -einleitung: 587,21 Millionen Kubikmeter

Insgesamt wurden also in den Jahren 1999 bis 2003 mehr als 288 Millionen Tonnen festes Material und 587 Millionen Kubikmeter Wasser von Untertage nach Über Tage befördert. Eine gigantische Massenverlagerung mit entsprechenden Folgen für Mensch und Umwelt.

**Abbildung 2: Kohle-, Bergematerial- und Grubenwasserförderung zwischen 1999 und 2003 [2]**



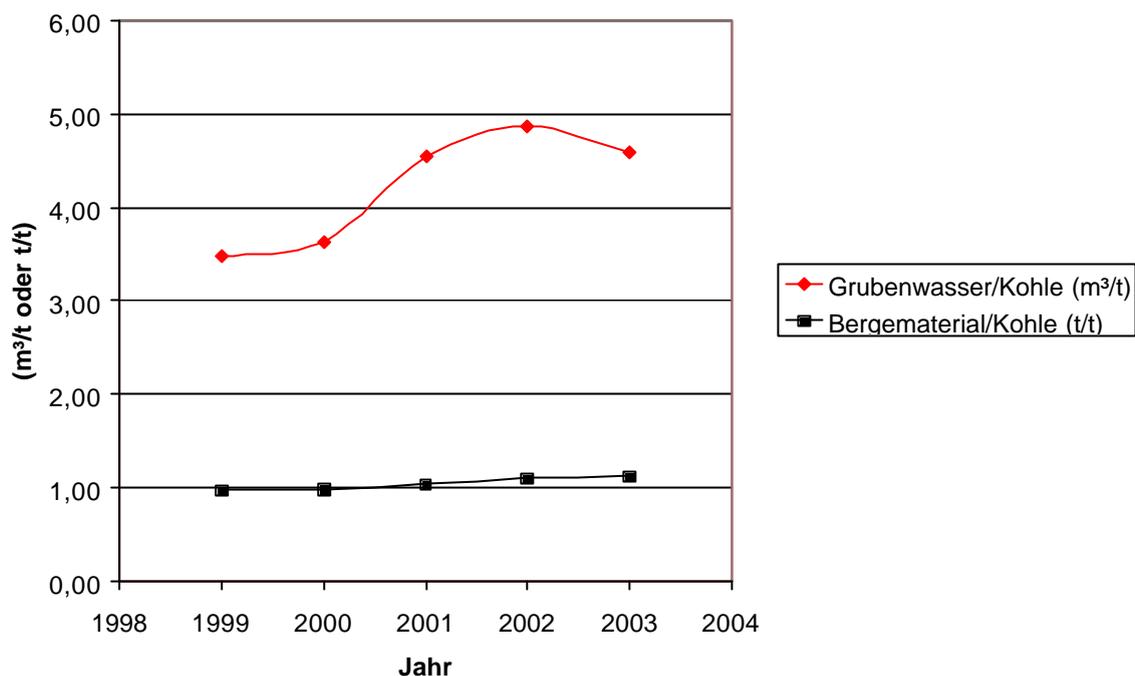
### 3.1.2. Grubenwässer und Bergematerial (bezogen auf die Steinkohlenförderung)

Tabelle 2 gibt die zeitliche Entwicklung des Bergeanfalls über die letzten Jahrzehnte wieder. Damit wird auch der Einfluss der Nordwestwanderung des Steinkohlenbergbaus auf den Bergeanfall dokumentiert. Ursachen sind die Eigenheiten der Lagerstätten [27] und der Übergang zum vollmechanisierten Abbau [38]. Insbesondere die Abbaufelder am linken Niederrhein – und hier ist wieder das *Bergwerk West* beteiligt – verursachen eine erhöhte Tonnage an Bergematerial. Dies belegt einmal mehr die Problematik des linksniederrheinischen Steinkohlenbergbaus.

**Tabelle 2: Bergeanfall [38]**

Jahr	Anteile der Berge an der Rohförderung (%)	spez. Bergeanfall (t Berge / t Kohle)
1940	ca. 18	ca. 0,36
1960	ca. 33	ca. 0,66
1990	ca. 47	ca. 0,94
2000	ca. 50	ca. 1

Abbildung 3: Spezifische Fördermengen für Grubenwässer und Bergematerial [2]



Trotz stetig sinkender Kohleförderung ist zu erkennen, dass in den letzten Jahren die Grubenwassermengen pro Tonne geförderter Kohle deutlich angestiegen sind.

Insgesamt fallen pro Tonne geförderter Steinkohle mindestens 5,5 Tonnen Abprodukte an.

### 3.1.2.1. Grubenwässer – Chloridfracht und Klassifizierung

Tabelle 3: Mengen und Chloridfracht der 2002 im Ruhrrevier gehobenen Grubenwässer [15]

Einzugsgebiete	gehobene Grubenwassermengen 2002 (m³)	Chloridfracht (kg/s)
Emscher	25.580.296	8,860
Lippe	18.206.671	11,392
Ruhr	39.694.166	0,822
Niederrhein	11.899.490	8,359
Rhein, gesamt	95.380.623	29,434

Die Bergbaubetriebe am Niederrhein (u.a. das *Bergwerk West*) sind mit 12,5 % am Grubenwassereintrag in den Rhein beteiligt. Die Chloridfracht der niederrheinischen Bergwerke, und hier ist erneut das *Bergwerk West* beteiligt, liegt überproportional bei 28,4 %. Dies ist umso bedeutender als die Grubenwässer des *Bergwerks West* über die relativ kleinen Vorfluter Fossa Eugenia und Rheinberger Altrhein in den Rhein abgeleitet werden. Seit Jahren beklagt das Landesumweltamt NRW die vergleichsweise schlechte Gewässergüte der genannten Gewässer, ohne dass die zuständigen Behörden bisher eingeschritten wären. Andererseits musste die kommunale Kläranlage Kamp-Lintfort saniert werden, um die Qualität des von ihr in die Fossa Eugenia einzuleitenden Wassers zu verbessern [36]. Dies

ist allerdings so lange sinnlos, wie die Fossa Eugenia durch die bergbaulichen Einleitungen des *Bergwerks West* entscheidend geprägt ist.

Das o.g. Problem ist bereits vor Jahren in einem Lehrbuch der Umweltchemie thematisiert worden. Bliefert [19] schreibt dort: „Einige Flüsse in Deutschland werden durch besonders große Salzmengen belastet, z.B.: - die Lippe durch Chlorid aus den Abwässern des Steinkohlebergbaus.“

Das neue EU-Mitglied Polen ist in o.g. Angelegenheit schon seit Jahren sehr viel weiter als Deutschland. In Polen werden die salzhaltigen Grubenwässer aus den verschiedenen Steinkohlengruben einer Sammelleitung (ca. 100 km lang) zugeführt und in die Oder geleitet. Ziel war es, diese belasteten Grubenwässer von kleineren, empfindlichen Vorflutern, z.B. einer „polnischen Fossa Eugenia“ fernzuhalten [23, 31].

Über Untersuchungen zur Versenkung von salzhaltigen Grubenwässern im Gebirge, um es von Vorflutern fernzuhalten, wurde bereits 1964 berichtet. Ein entsprechender Versuch auf einer Zeche lieferte durchaus brauchbare Ergebnisse. Der Versuch musste jedoch abgebrochen werden, da die technischen und finanziellen Möglichkeiten nicht ausreichend waren [48].

Nach Sikorski [15] ist der Begriff des Grubenwassers im deutschen Umweltrecht nicht definiert. Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes ERMITE (Environmental Regulation of Mine Waters in the European Union) wird deutlich, dass sich die Gesetzgebung zum Thema Grubenwasser in Europa sehr unterscheidet [24, 40]. So wird Grubenwasser in Polen, Großbritannien, Finnland und der Türkei als Abwasser klassifiziert! Für Deutschland gilt das nicht. Dennoch wurde im ERMITE-Projekt festgestellt, dass in Deutschland ein umfangreiches Regelwerk existiert, mit dessen Hilfe Grubenwasser lückenlos regulativ erfasst sei. Es besteht jedoch kein deutsches Grubenwassergesetz, das speziell die Wässer des Bergbaus berücksichtigt. Mit anderen Worten, die bergmännische Wasserwirtschaft unterliegt in Deutschland der allgemeinen Wassergesetzgebung [15].

Grubenwasser ist in Deutschland so lückenlos erfasst, dass die zuständigen Behörden in der Einleitgenehmigung für das *Bergwerk West* in die Fossa Eugenia das Prüfmerkmal Radioaktivität bis vor wenigen Monaten schlicht vernachlässigten. Erst durch die aufklärenden Arbeiten der SGB Rheinberg sah sich die zuständige Behörde gezwungen, eine ergänzende Einleitgenehmigung zu erteilen. Grenzwerte gibt es allerdings nach wie vor für keinen der im Genehmigungsbescheid festgelegten Parameter, selbst für Schwermetalle nicht.

### **3.1.2.2. Bergematerial**

Das Bergematerial der DSK wird sowohl auf Halden, beispielsweise der Halde Kohlenhuck nahe bei Rheinberg (*Bergwerk West*), entsorgt als auch einer so genannten Verwertung zugeführt. Die Entsorgung und Verwertung bleiben nicht folgenlos.

#### **3.1.2.2.1. Einfluss der Bergehalden auf das Grundwasser**

Etwa 75 % des anfallenden Bergematerials (insgesamt etwa 109 Millionen Tonnen in den Jahren 1999 bis 2003) sind auf Bergehalden abgekippt worden. Der verwertete Anteil ist von 18,9 % (1999) auf 28,9 % (2003) angestiegen [2]. Damit wurde ein immer größerer Anteil des

Bergematerials einer weiten Verbreitung in der Umwelt zugeführt. In früheren Jahren (1971 bis 1989) wurden bereits rund 200 Mio. Tonnen Bergematerial im Straßenbau eingesetzt. Für den Deichbau wurden zwischen 1987 und 1989 etwa 3 Mio. Tonnen Bergematerial verwendet [5].

Die so genannten Berge (Nebengestein der Kohle) des Steinkohlenbergbaus sind keinesfalls inerte Stoffe. Halden aus Bergematerial weisen Eigenschaften auf, die sie zu problematischen Gebilden machen [38]. Neben anhaftender Steinkohle enthält Bergematerial wasserlösliche Inhaltsstoffe und auch Schwermetalle, die durch versickernden Niederschlag und durch Eigenfeuchte heraus gewaschen und in tiefer gelegene Schichten, also auch in das Grundwasser transportiert werden können. Das Sickerwasser belastet das Grundwasser. Bei undurchlässigerem Untergrund kann Sickerwasser auch in die Vorfluter austreten [35].

Beim Durchsickern von Niederschlagswasser in den Halden erhöht sich zunächst die Konzentration der gut wasserlöslichen Stoffe Steinsalz (NaCl), Gips ( $\text{CaSO}_4$ ) und Natriumsulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) im Sicker- und Haftwasser. Wenn z.B. auf eine Bergehalde arbeitstäglich 10.000 Tonnen Bergematerial aufgebracht wird und dies nur 2 % NaCl enthält, so bedeutet das 120 Tonnen Chlorid pro Tag, die potentiell mit dem Niederschlagswasser ausgewaschen werden können [35].

Mit zunehmendem Alter der Bergehalde ist durch Oxidation von Pyrit ( $\text{FeS}_2$ ) mit einer erhöhten Freisetzung von Schwefelsäure zu rechnen. Die Säurebildung erreicht erst nach mehreren Jahrzehnten ihr Maximum. Nach Verbrauch der carbonatisierten Pufferkapazität des Bergematerials wird der Grundwasserleiter entcarbonatisiert. Als Folge des Eintrags von Säure wird der pH-Wert deutlich verringert. Das bewirkt eine erhöhte Mobilisierung von Schwermetallen. In Abhängigkeit vom pH-Wert gehen folgende Schwermetalle in Lösung [35]:

pH-Wert größer 4:	Nickel, Mangan
pH-Wert kleiner 4:	Aluminium, Cadmium, Eisen, Zink
pH-Wert kleiner 2,5:	Arsen, Beryllium, Blei, Kobalt, Kupfer, Selen.

Die Verwitterung von Bergematerial und damit die Anreicherung des Sickerwassers mit verschiedenen Salzen verändert das Grundwasser mindestens über ein Jahrhundert [35]!

Aus diesem Grund ist wohl auch im Bereich der Halde Kohlenhuck bei Rheinberg und der mit Bergematerial wieder verfüllten Auskiesungen, genutzt vom *Bergwerk West*, eine Pumpengalerie zum Sumpfen und Ableiten des belasteten Grundwasserstroms installiert worden [7]. Es ist nicht sicher auszuschließen, dass so auch unbelastetes Grundwasser unnötig beseitigt wird. Angaben, wohin das abgepumpte Wasser entsorgt wird, bleibt die DSK schuldig. Ebenso fehlen Angaben zur Effektivität (wie viel kontaminiertes Wasser entgeht den Pumpen) und zur Effizienz (Verhältnis von erzieltm Ergebnis zum Aufwand, wie z.B. Energieeinsatz und Kosten für das Pumpen). Hierbei ist auch zu bedenken, dass das Trinkwassereinzugsgebiet Binsheimer Feld in unmittelbarer Nähe liegt. Die radioaktive Belastung des Wassers in diesem Bereich ist bisher noch gar nicht untersucht worden.

### 3.1.2.2.2. Verwertung von Bergematerial

Ca. 25 % des anfallenden Bergematerials (etwa 37 Millionen Tonnen in den Jahren 1999 bis 2003) wurden verwertet [2]. Über die Art der Verwertung macht die DSK im Umweltbericht

2003 keine Angaben. Andere Quellen [5, 35] legen offen, dass die DSK für die so genannte Verwertung u.a. folgende Pfade nutzte und nutzt:

1. Deichbau, Straßen- und Schienendambau (bedeutende Mengen seit 1950!)
2. Verklappen von Bergematerial an Rheinufern und zum Aufschütten der vom Bergbau abgesenkten Rheinsohle
3. Verfüllen von Auskiesungen (z.B. Kohlenhuck – *Bergwerk West*).

Untersucht [47] wurden auch zusätzliche „Absatzmöglichkeiten“, wie z.B.

- Absetzen von Bergen im Braunkohlentagebau
- Bergelieferungen zum Auffüllen von Gelände an der Nordseeküste
- Bau von Außenhäfen
- Verfüllen von Kalksteinbrüchen.

Den das Oberflächeneigentum schonenden Blasversatz mit Bergematerial hat die DSK vor Jahren aus Wirtschaftlichkeitsgründen eingestellt [12, 47]. Hierauf wird später noch näher eingegangen.

#### **Bild 1: Verfüllen einer Kiesgrube mit Bergematerial im Bereich Kohlenhuck**



Das Verklappen von Bergematerial in Kiesgruben und in den Rhein hat zur Folge, dass dieses belastete Material direkt mit dem Grundwasser und dem Rheinwasser in Kontakt kommt. Prinzipiell laufen dabei die Wirkungsmechanismen ab, die schon im Zusammenhang mit den Halden aus Bergematerial beschrieben worden sind:

- Auswaschen von Chlorid
- Erhöhung der Sulfatwerte durch Pyritoxidation
- Senkung des pH-Wertes in den sauren Bereich
- Risiko des Auslösens von Schwermetallen
- Möglicher Eintrag von Radionukliden
- Temperaturerhöhung.

Das Auffüllen der Rheinsohle mit Bergematerial ist besonders makaber, denn diese Maßnahme wird erst durch den Steinkohlenabbau unter dem Rhein erforderlich. Blicke die Kohle

und das Bergematerial untertage, so würde sich die Rheinsohleauffüllung mit dem bedenklichen Bergematerial erübrigen.

Kolder stellt in seiner Dissertation abschließend fest [35]: „Bergematerial ist grundsätzlich ein wasserschädlicher Stoff und belastet Wasser auf Jahrhunderte. Es muss daher geordnet und überwacht abgelagert werden. Eine Verteilung dieses Materials über riesige Strecken, z.B. im Straßenbau sollte vermieden werden.“

Für den Bau von Deichen ist Bergematerial ungeeignet und inzwischen in Bergsenkungsgebieten nicht mehr zugelassen.

### **Bild 2: Verfüllen einer Auskiesung in der Nähe des Kraftwerks Voerde**



### **3.1.3. Methan**

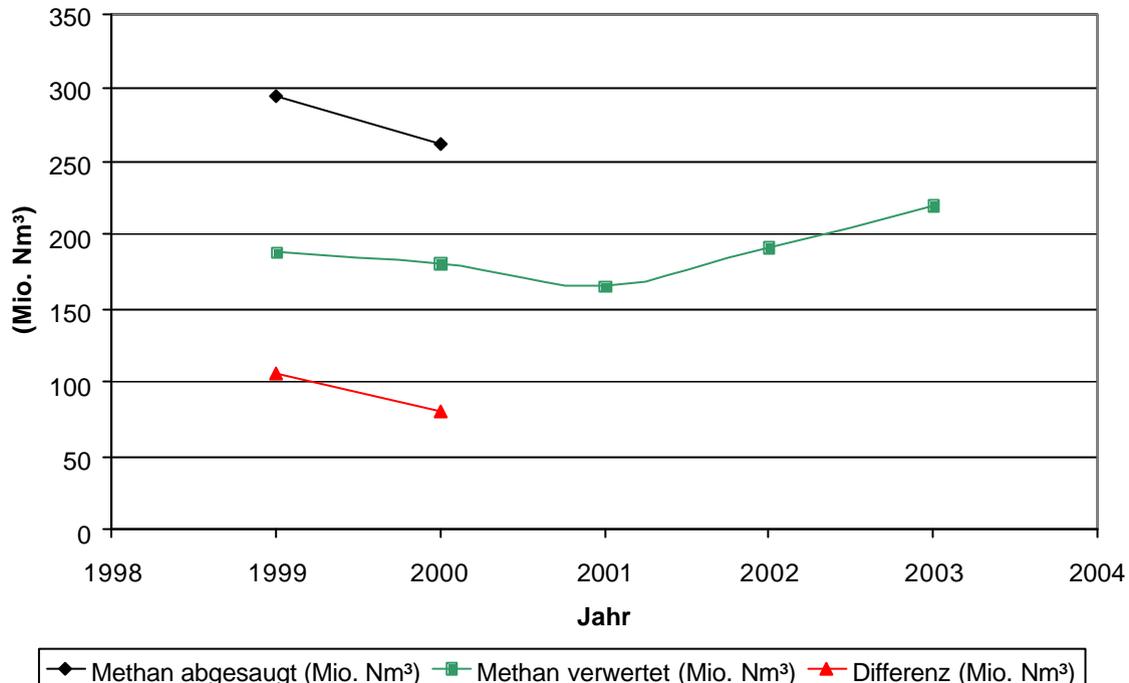
Überall dort, wo Kohle abgebaut wird, dringt Methan in die Umgebungsluft, denn es ist Bestandteil fossiler Lagerstätten. Methan zählt zu den klimaschädlichen Gasen. Seine Konzentration in der Atmosphäre hat sich in den letzten 200 Jahren durch menschliche Tätigkeit mehr als verdoppelt. Im Vergleich zu Kohlendioxid hat Methan pro Molekül etwa die 30-fache Treibhauswirkung.

Die Methankonzentration wächst jedes Jahr um ca. 1 % (oder ca. 50 Mio. Tonnen pro Jahr). Beim Abbau des Methans in der Atmosphäre über den nördlichen Breiten entstehen je zerstörtem Methan-Molekül im Mittel 3,7 Moleküle Ozon. Dies hat zur Folge, dass der Ozonpegel in den unteren Schichten der Atmosphäre ansteigt, was extrem unerwünscht ist [26].

Vor dem Hintergrund der Klimarelevanz des Methans und der von der DSK beanspruchten Technologieführerschaft in Sachen Steinkohlenbergbau wird es der RAG/DSK wenig nützen, wenn man feststellt, dass andere Quellen, wie z.B. Wiederkäuer (Rinder), Insekten (z.B. Termiten) und der Reisanbau, merklich mehr Methan ausdünsten als der Steinkohlenbergbau. Es wird der RAG/DSK auch wenig nützen, dass andere Kontinente, wie Amerika oder Asien, mehr Kohle fördern als Deutschland. Die DSK muss sich fragen lassen, warum ab dem

Umweltbericht 2002 auf die Veröffentlichung der abgesaugten Methan-Mengen verzichtet wird und nur noch die wie auch immer verwerteten Methan-Mengen genannt werden. Eine Begründung bleibt die DSK im Umweltbericht 2003 schuldig [2].

**Abbildung 4: Abgesaugtes und verwertetes Methan der Bergwerke der DSK [2]**



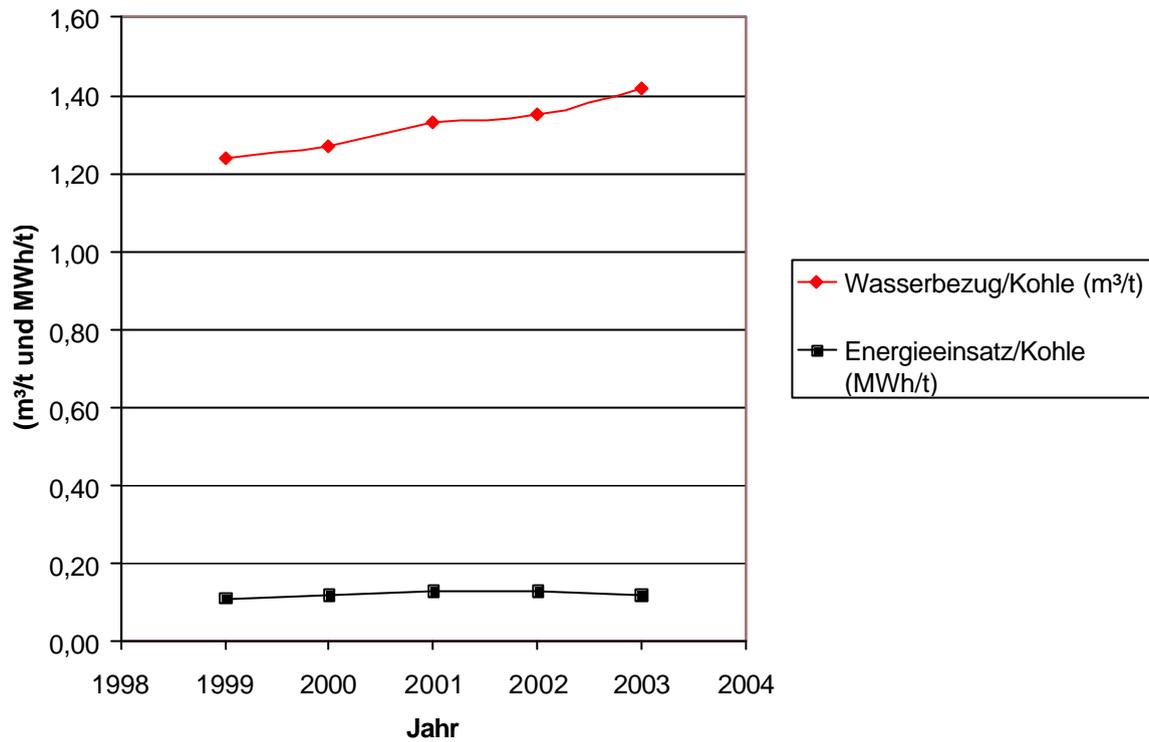
Nach Angaben des Umweltbundesamtes in Berlin lassen sich mit 4,5 Mio. m<sup>3</sup> Methan etwa 15.000 Einfamilienhäuser heizen [26]. Angenommen die DSK lässt etwa 75 Mio m<sup>3</sup> Methan (siehe Abb. 4) pro Jahr ungenutzt in die Atmosphäre entweichen – die genauen Zahlen verschweigt die DSK aus welchen Gründen auch immer – so ließen sich damit 250.000 Wohnungen heizen. Bei 3 Bewohnern pro Wohnung entspricht das einer Stadt mit 750.000 Einwohnern. Zumindes die vom *Bergwerk West* ungenutzt in die Atmosphäre abgegebenen Methan-Mengen könnten den vom Steinkohlenabbau betroffenen Rheinbergern kostenlos zur Verfügung gestellt werden. Damit würde die DSK ihrem Anspruch auf Umweltschutz wenigstens in einem kleinen Bereich nachkommen. Allein beim *Bergwerk West* fallen im Jahr etwa 80 Mio. m<sup>3</sup> Methan an. Im Jahr 2001 wurden 21,8 Mio. m<sup>3</sup> abgesaugt [E. Grün (DSK): Erörterung zum Rahmenbetriebsplan *Bergwerk West*, Kamp-Lintfort 05.12.2002].

Die DSK lässt sich als Projektpartner ein Forschungsvorhaben an der RWTH Aachen zur Grubengasgewinnung aus stillgelegten Bergwerken von der Bezirksregierung Arnsberg fördern [8]. Dieses Forschungsprojekt an stillgelegten Bergwerken fördert allerdings auch zutage, dass es sich bei den Methanausdünstungen um ein weiteres durch die DSK verursachtes Ewigkeitsproblem handelt.

### 3.1.4. Wasserbezug und Energieeinsatz

Der Wasserbezug der DSK bezogen auf die geförderte Kohlemenge ist in den letzten Jahren deutlich angestiegen. Dies könnte darauf hindeuten, dass ein erhöhter Aufwand z.B. für die Abtrennung des vermehrt anfallenden Bergematerials von der Kohle erforderlich ist. Der Energieeinsatz pro Tonne geförderter Kohle ist etwa gleich geblieben. Also auch hier keine Verbesserungen.

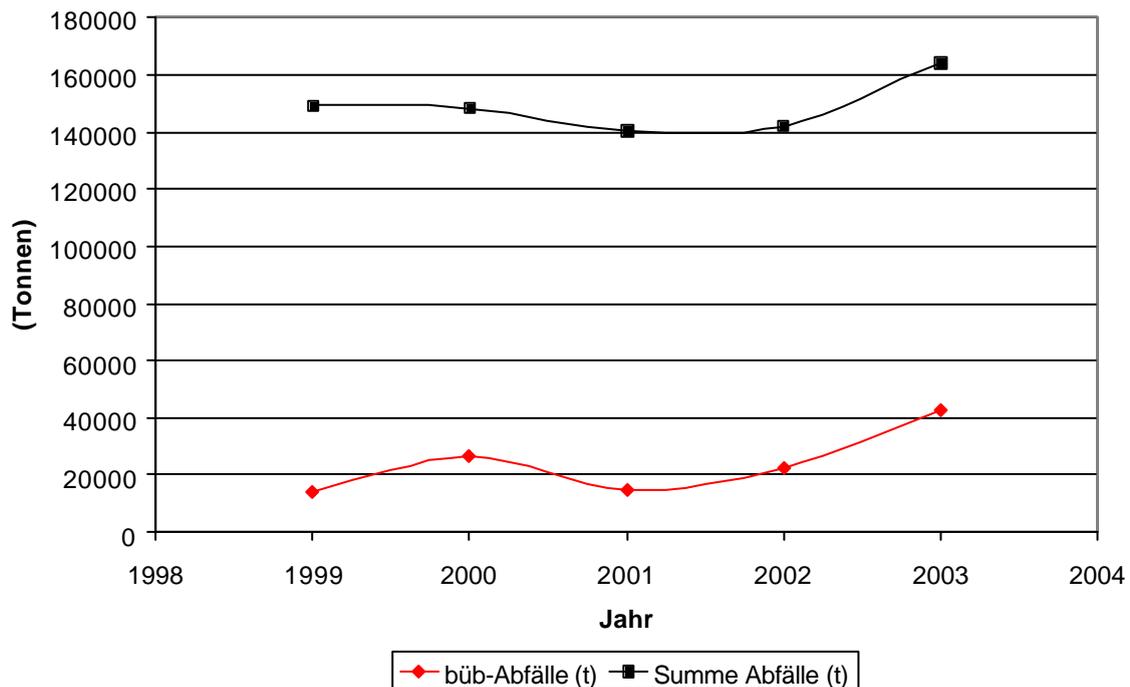
Abbildung 5: Spezifische Werte für Wasserbezug und Energieeinsatz [2]



### 3.1.5. Abfälle

Die Menge der Abfälle sowie der besonders überwachungsbedürftigen (büb) Abfälle, letztere sind von einem behördlich zugelassenen Unternehmen zu entsorgen, sind in den letzten Jahren deutlich angestiegen.

Abbildung 6: Abfälle der DSK [2]



### 3.1.6. Umweltschutzkosten

Die laufenden Umweltschutzaufwendungen der DSK pro Tonne geförderter Kohle sind in den letzten Jahren kontinuierlich geringer geworden. Zusätzlich sind die Umweltschutzinvestitionen auf ein zu vernachlässigendes Maß gefallen (siehe Abb. 7).

Abbildung 7: Spezifische Umweltschutzaufwendungen der DSK [2]

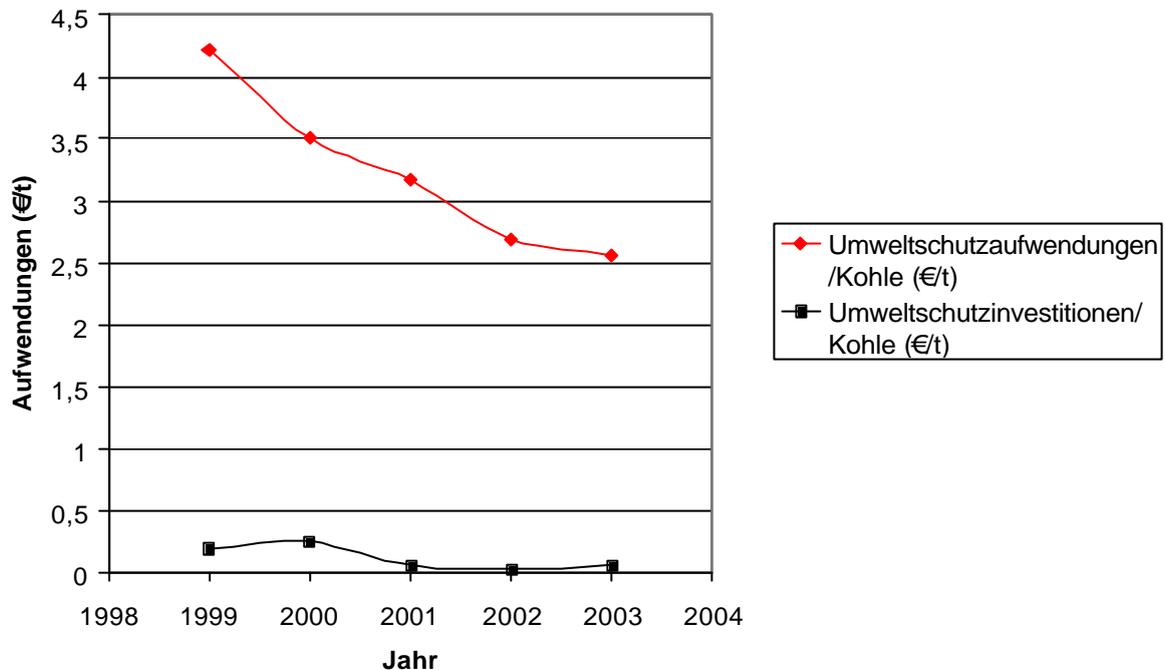
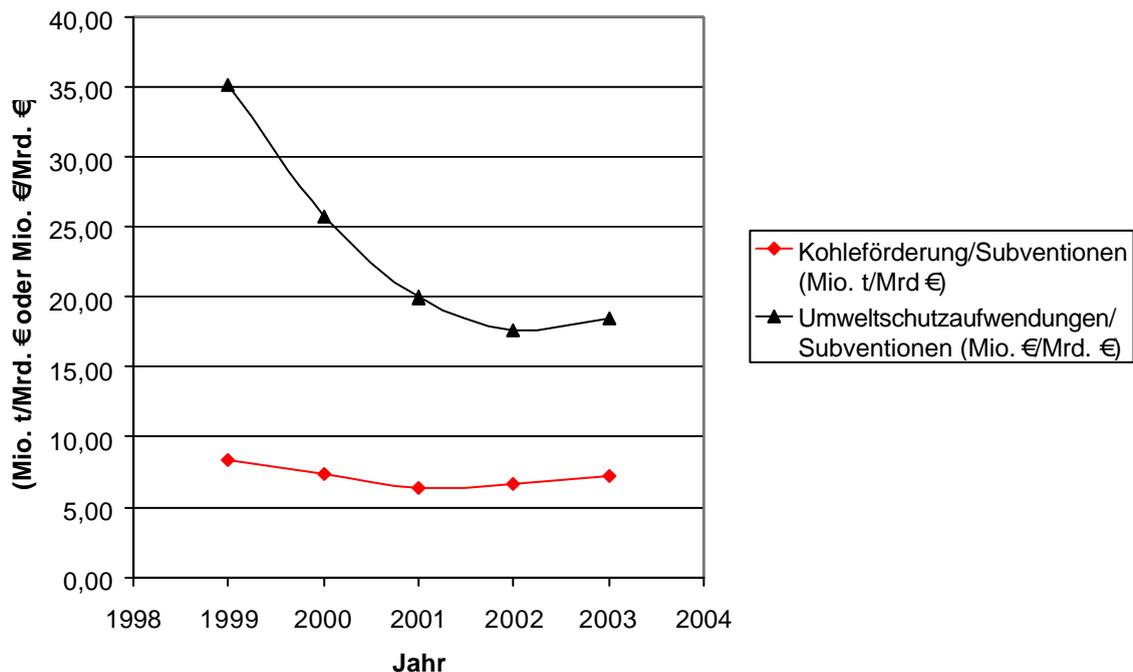
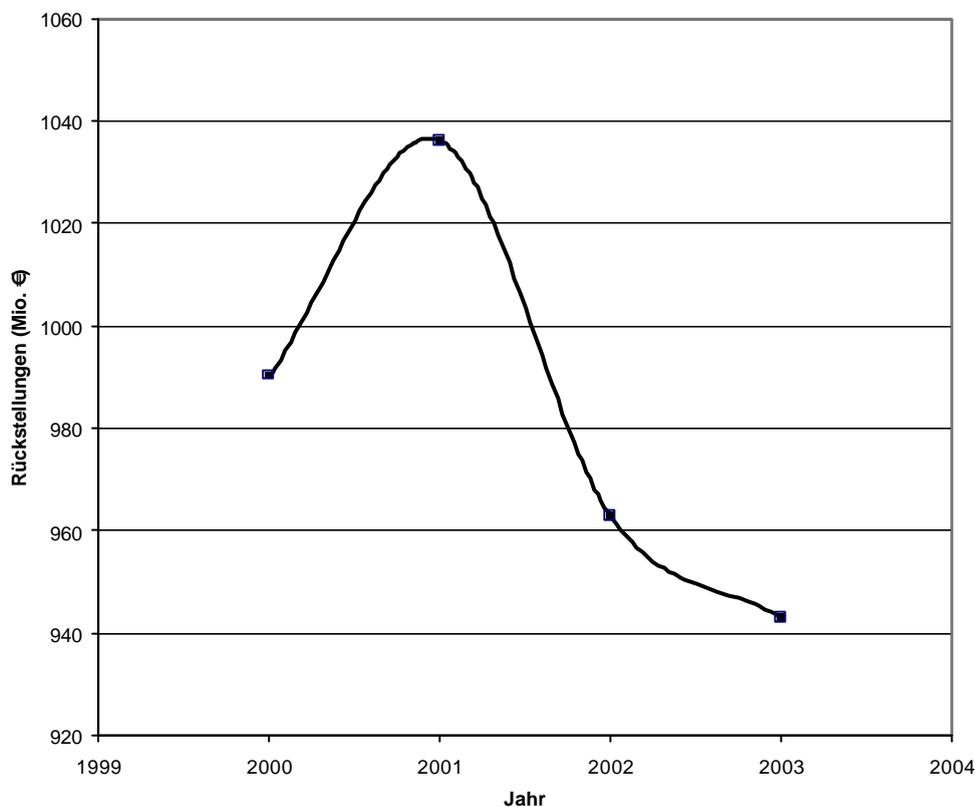


Abbildung 8: Subventionen und Umweltschutzkosten [2,4]



Wie Abbildung 8 zeigt, sind die Umweltschutzaufwendungen der DSK, bezogen auf die erhaltenen Subventionen von 1999 bis 2002, ebenfalls stetig gefallen. Die Kohleförderung ist dagegen, bezogen auf die Subventionen, etwa gleich geblieben.

**Abbildung 9: Rückstellungen der RAG für Schachtverfüllungen, Rekultivierungs- und Umweltschutzmaßnahmen [13]**



Mit den Rückstellungen der RAG für Schachtverfüllungen, Rekultivierungs- und Umweltschutzmaßnahmen geht es nach einem Anstieg bis Ende 2001 in den Folgejahren stetig bergab [13].

Auch wenn die RAG/DSK die Subventionen in Höhe von etwa 3 Milliarden € pro Jahr in ihrem Geschäftsbericht als Absatzbeihilfen deklariert, lässt sich nicht verbergen, dass der Umweltschutz gerade in den Jahren 1999 bis 2003 angesichts der wirtschaftlich angespannten Situation der DSK einen immer geringeren Stellenwert bekommen hat.

#### 4. Was die DSK vergessen hat

Die DSK hat sich entschieden, unter anderem zu folgenden Emissionen und Umweltbeeinträchtigungen keine Auskunft zu geben:

#### 4.1. Radionuklide

Radioaktive Elemente, wie z.B. Radium und Radon, sind von besonderer Bedeutung, da das *Bergwerk West* der DSK in der zum Rahmenbetriebsplanverfahren vorgelegten Umweltverträglichkeitsstudie diesen Punkt nicht behandelt hat [1]. Die DSK bleibt bis heute eine Antwort schuldig, warum sie diesen Aspekt verschwiegen hat. Auch die Einleitgenehmigungen für die Grubenwässer des *Bergwerks West* enthielten als Prüfmerkmal keine Radionuklide. Erst die SGB Rheinberg hat dieses Problem mit ihrem Hintergrundpapier [49] zutage gefördert.

Es gehört inzwischen zum Lehrbuchwissen, wie in Polen Radium aus Grubenwässern entfernt wird, bevor es dem Vorfluter zugeführt wird [56].

Die aus den Klärbecken des *Bergwerks West* abgetrennten radioaktiven Schlämme (Radiobaryt + Steinkohle) werden übrigens in die Kohleaufbereitung gegeben und so mit der verkauften Kohle entsorgt [14]. Für die in die Fossa Eugenia gelangenden oder sich dort bildenden radioaktiven Sedimente nutzt das *Bergwerk West* den Rheinberger Altrhein als Endlager. Eine Fläche von mindestens 25.000 m<sup>2</sup> – teilweise Naturschutzgebiet – ist radioaktiv kontaminiert [49]. Inzwischen ist der kontaminierte Bereich ausgemerkelt worden (siehe Bild 3).

**Bild 3: Warnschild mit Hinweis auf erhöhte radioaktive Belastung am Rheinberger Altrhein**



Das radioaktive Edelgas Radon – es entsteht beim Zerfall von Radium - ist erst kürzlich in die Schlagzeilen der Presse geraten. In Bergbaugebieten kann es über Klüfte und Risse im Deckgebirge oder über direkte Verbindungen von Stollen oder Schächten in Gebäude gelangen. Da vom Bergbau belastete Gebiete häufig Bodensenkungen und damit verbundene Gebäudeschäden aufweisen, können zusätzliche Wege für das Radon in die Gebäude eröffnet werden [37, 54].

Radon in der Atemluft ist neben dem Rauchen ein entscheidender Faktor für das Risiko, an Lungenkrebs zu erkranken. Die im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) vom GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit in München durchgeführte Auswertung

von zwei epidemiologischen Studien – Durchführung in Teilen West- und Ostdeutschlands in den Jahren 1990 bis 1997 – zeigt diesen Zusammenhang eindeutig auf. Aus diesem Grund laufen auf Bundesebene z.Z. Vorarbeiten für eine gesetzliche Regelung, die bei Erreichung von bestimmten Werten eine Sanierung der Wohnräume vorsieht [17].

Die beiden epidemiologischen Studien haben den Zusammenhang zwischen der Radonkonzentration in Häusern und dem daraus resultierenden Lungenkrebsrisiko in verschiedenen Regionen Deutschlands untersucht. Es wurden die Radonkonzentrationen in den Wohnungen von knapp 3.000 Lungenkrebspatienten mit denen von mehr als 4.000 Personen verglichen, die nicht erkrankt waren. Zusätzlich wurden in über 9.000 Wohnungen, die von den untersuchten Personen entweder zum Zeitpunkt der Studie oder früher bewohnt worden waren, Radonmessungen durchgeführt. Die mittlere gemessene Radonkonzentration in Wohnungen lag in den alten Bundesländern bei  $50 \text{ Bq/m}^3$  Raumluft, in den neuen bei  $75 \text{ Bq/m}^3$ . Für Wohnungen mit den höchsten festgestellten Radonkonzentrationen (140 bis  $3.000 \text{ Bq/m}^3$ , Mittelwert:  $251 \text{ Bq/m}^3$ ) ergibt sich ein im Vergleich zur Kontrollgruppe (unter  $50 \text{ Bq/m}^3$ , Mittelwert:  $38 \text{ Bq/m}^3$ ) um 40 % erhöhtes Lungenkrebsrisiko für die Bewohner. Aus den Zahlen wird abgeleitet, dass eine Zunahme der Radonkonzentration von  $100 \text{ Bq/m}^3$  Raumluft das Lungenkrebsrisiko um 10 % erhöht. Ab einer Belastung von  $100 \text{ Bq/m}^3$  Raumluft sollten deshalb zeitlich abgestuft und in Abhängigkeit von der Konzentration des Edelgases Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden, empfiehlt der BfS-Präsident Wolfram König [17]. Bild 4 stellt mögliche Eintrittspfade für Radon in ein Wohnhaus dar [50].

**Bild 4: Eintrittspfade für Radon in ein Wohnhaus**

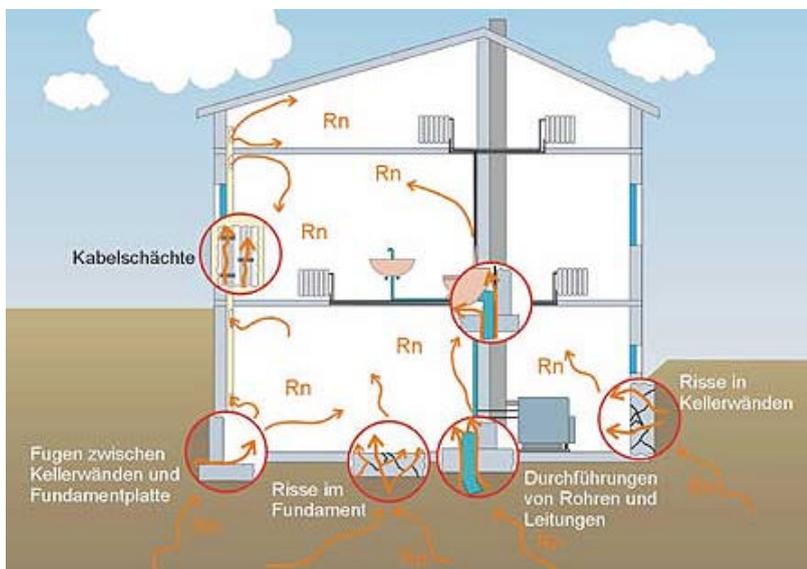
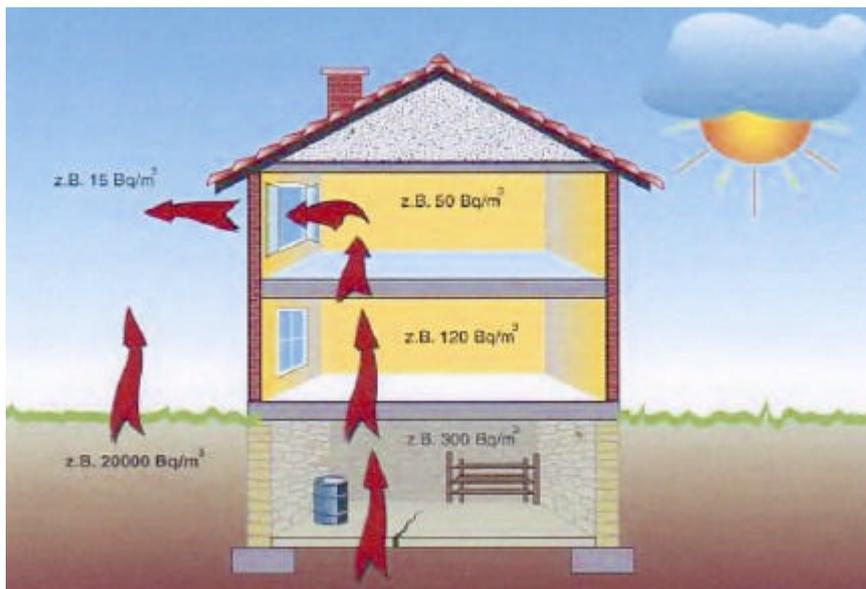


Bild 5 zeigt beispielhaft ein Konzentrationsprofil für Radon in einem Haus, das von radonhaltigen Böden umgeben ist. Der Riss im Kellerboden steht stellvertretend für einen Bergschaden am Haus. Infolge von Bergsenkungen werden Störungszonen geschaffen und natürliche reaktiviert. Neben den Gebäudeschäden, die Eintrittspfade für Radon darstellen, wird die Durchlässigkeit des Untergrundes im Bereich der Störungen erhöht.

**Bild 5: Schematisiertes Konzentrationsprofil von Radon in einem Wohnhaus [18]**



Undurchlässige Bodenversiegelungen, wie z.B. Asphalt oder Betonbodenplatten von Häusern, verhindern den Austritt von Radon. Dadurch wird Radon unter der Versiegelung gestaut und bewegt sich auf die Versiegelungsränder zu. Radon konzentriert sich entlang der Versiegelungsränder. Die Radonkonzentration kann sich dabei deutlich erhöhen. Dies ist besonders für bewohnte Gebiete von Bedeutung [54].

Erschütterungen z.B. durch Straßen- oder Bahnverkehr erhöhen während der Vibration die Radonkonzentration in der Bodenluft [46]. Es ist davon auszugehen, dass dies auch auf die durch den Steinkohlenbergbau ausgelösten künstlichen Erdbeben zutrifft.

Radioaktive Emissionen aus ihren Steinkohlenbergwerken erscheinen der DSK offenbar so unwichtig, dass sie es nicht für nötig hielt, einen Vertreter zur NORM IV Konferenz (International Conference Naturally Occurring Radioactive Materials) zu entsenden, die im Mai 2004 in Szczyrk, Polen, stattgefunden hat. Auf dieser weltweit bedeutenden Konferenz wurde über den neuesten Stand dieses Fachgebietes berichtet [23].

## 4.2. Schwermetalle

Aus dem Gewässergütebericht 2001 des Landesumweltamtes (LUA) NRW [36] geht hervor, dass die Schwebstoffe im Rheinberger Altrhein hohe Konzentrationen an Barium (170 – 1800 mg/kg), Strontium (480 – 1400 mg/kg) und Zink (1100 – 2400 mg/kg) aufweisen.

## 4.3. Polychlorierte Biphenyle (PCBs)

Dem Gewässergütebericht 2001 [34] ist zu entnehmen, dass PCBs in den Schwebstoffen des Rheinberger Altrheins in hohen Konzentrationen (340 – 670 µg/kg) nachgewiesen worden sind. PCBs werden im Steinkohlenbergbau eingesetzt.

#### 4.4. Gewässergüte

Insgesamt vermeidet die DSK in ihren Umweltberichten eine Diskussion der vom Landesumweltamt NRW z.B. im Gewässergütebericht 2001 vorgelegten Ergebnisse [36]. Die Fossa Eugenia und ebenso der Rheinberger Altrhein (beide Güteklasse III – IV) werden vom Bergbau entscheidend geprägt und als biologisch verodet klassifiziert. Ursache sind die Einleitungen der kontaminierten Grubenwässer des *Bergwerks West*.

#### 4.5. Erdbeben

Im Umweltbericht der DSK fehlen weiterhin Aussagen zu den durch das *Bergwerk West* unter Rheinberg verursachten abbaubedingten Erschütterungen (Erdbeben) mit einer Stärke von mehr als 2 auf der Richterskala [41]. Gesundheitliche Beeinträchtigungen folgen eher mittelbar den Erschütterungen, da diese als bedrohlich wahrgenommen werden, was ihr überraschendes Eintreten noch verstärkt. Da den Erschütterungen zudem eine schädigende Wirkung zugeschrieben wird – insbesondere bezüglich der Integrität des eigenen Hauses – und den Verursachern der Erschütterungen eine gewisse Willkür angelastet wird, können sich aus diesen Erschütterungen gesundheitliche Beeinträchtigungen wie erhöhter Adrenalin Spiegel, übermäßige Steigerung der Herzaktivität sowie erhöhter Blutdruck ergeben. Weiterhin nehmen bei den betroffenen Bürgern Ängste und Depressionen zu [29, 42].

#### 4.6. Blasversatz

Auf der Schachanlage Friedrich-Heinrich des *Bergwerks West* wurde 1988 ein neuer Blasversatzbetrieb eingerichtet [47], der nur wenige Jahre später wieder eingestellt worden ist [12]. Die DSK drückt sich damit um Umweltschutzkosten von ca. 20 €/pro Tonne Kohle [12, 47, 55]. Bruchbau oder so genannter Selbstversatz ist „wirtschaftlicher“. Das Verfüllen der unter Rheinberg erzeugten Hohlräume mit Bergematerial würde deutlich zur Minderung eingetretener und bevorstehender Schäden am Oberflächeneigentum der Rheinberger Bürger beitragen [6]. Die DSK hat sich allerdings aus Gründen der „Wirtschaftlichkeit“ entschieden den Blasversatz im *Bergwerk West* einzustellen. Auch der übertägige Landschaftsverbrauch sowie Grundwasserbeeinträchtigungen und energieintensive Pumpmaßnahmen ließen sich so reduzieren.

Die Aussage, dass der Blasversatz erst oberhalb von Flözhöhen von 1,9 m technisch machbar sei [6, 12], hätte die DSK vor dem Hintergrund des Anspruchs auf Technologieführerschaft im Steinkohlenbergbau motivieren sollen, Lösungen, auch für schwächere Flöze zu erarbeiten. Stattdessen nimmt sie lieber Schäden am Oberflächeneigentum der betroffenen Bürger, wie z.B. schon heute und zukünftig in Rheinberg, aber auch an der umgebenden Natur (verursacht durch das *Bergwerk West*) billigend in Kauf.

Die Umstellung eines Bergwerks auf Versatzbetrieb erfordert Investitionen von 20 bis 40 Millionen € [47, 55].

### 5. Weitere Ergänzungen

Der jährliche Umweltbericht der DSK gibt die verursachte Umweltsituation nur unvollständig wieder, denn bestimmte durch den Steinkohlenabbau anfallende Tätigkeiten sind auf andere Institutionen übertragen.

## 5.1. Linksniederrheinische Wasserwirtschaft – LINEG

Die DSK spricht z.B. stets nur von gehobenen Grubenwassermengen. Was mit ihnen geschieht, legt sie nicht offen. Für die Einleitung der Grubenwässer des *Bergwerks West* in die Fossa Eugenia ist z.B. die Linksniederrheinische Entwässerungsgenossenschaft (LINEG) zuständig.

Die DSK ist in den Gremien der LINEG teilweise überdurchschnittlich vertreten. Der z.Z. amtierende Vorstand der LINEG ist ein Assessor des Markscheidefachs [9, 10].

Damit der linke Niederrhein nicht absäuft, betreibt die LINEG 188 Grundwasserpumpenanlagen (2003) [9]; 10 Anlagen mehr als im Jahr 2002 [10]. Allein 7 Gewässerpumpenanlagen werden benötigt, um das Wasser der Fossa Eugenia nach Rheinberg zu bringen [28]. Eine Übersicht der von der LINEG betriebenen Pumpenanlagen zeigt Tabelle 4.

**Tabelle 4: Linksniederrheinische Pumpenanlagen der LINEG [9, 10, 11]**

Pumpenanlagen	Anzahl	Anzahl	max. Förderleistung	Geförderte Wassermengen	Antrieb	Stromverbrauch
	2003	2002	2002	2002	2002	2002
Grundwasserpumpenanlagen	188	178 (182) (249 Pumpen)	? 13,9 m <sup>3</sup> /s	141.274.497 m <sup>3</sup> /Jahr	fremdbezogene elektr. Energie. Stromausfall von einigen Stunden führt i.d.R. nicht zu einem bedenklichen Anstieg des Grundwassers.	ca. 17 Mio. kWh
Gewässerpumpenanlagen	82	82 (87) (247 Pumpen)	? 54 m <sup>3</sup> /s	268.998.127 m <sup>3</sup> /Jahr	18 Anlagen (18 m <sup>3</sup> /s = 35%) haben Dieselmotoren, die ohne Nachtanken Betriebszeiten zwischen 10 und 200 Stunden ermöglichen.	ca. 11 Mio. kWh
Hochwasserpumpenanlagen Gewässer und Abwasser	12	12 (41 Pumpen)	? 25,6 m <sup>3</sup> /s	29.197.652 m <sup>3</sup> /Jahr	5 Anlagen: Dieselmotoren, 1 Anlage: Notstromaggregat Dieselmotoren: 9,9 m <sup>3</sup> /s = 39 %. Ohne Nachtanken ist 18 bis 180 Stunden Betrieb möglich.	ca. 1,2 Mio. kWh
Abwasserpumpenanlagen	41	41 (42) (101 Pumpen)	? 10,5 m <sup>3</sup> /s (4,9)	23.673.702 m <sup>3</sup> /Jahr	6 Anlagen: Dieselmotoren 1 Anlage: Notstromaggregat Dieselmotoren: 6,5 m <sup>3</sup> /s = 62 %. Ohne Nachtanken ist 23 bis 144 Stunden Betrieb möglich.	ca. 4,1 Mio. kWh

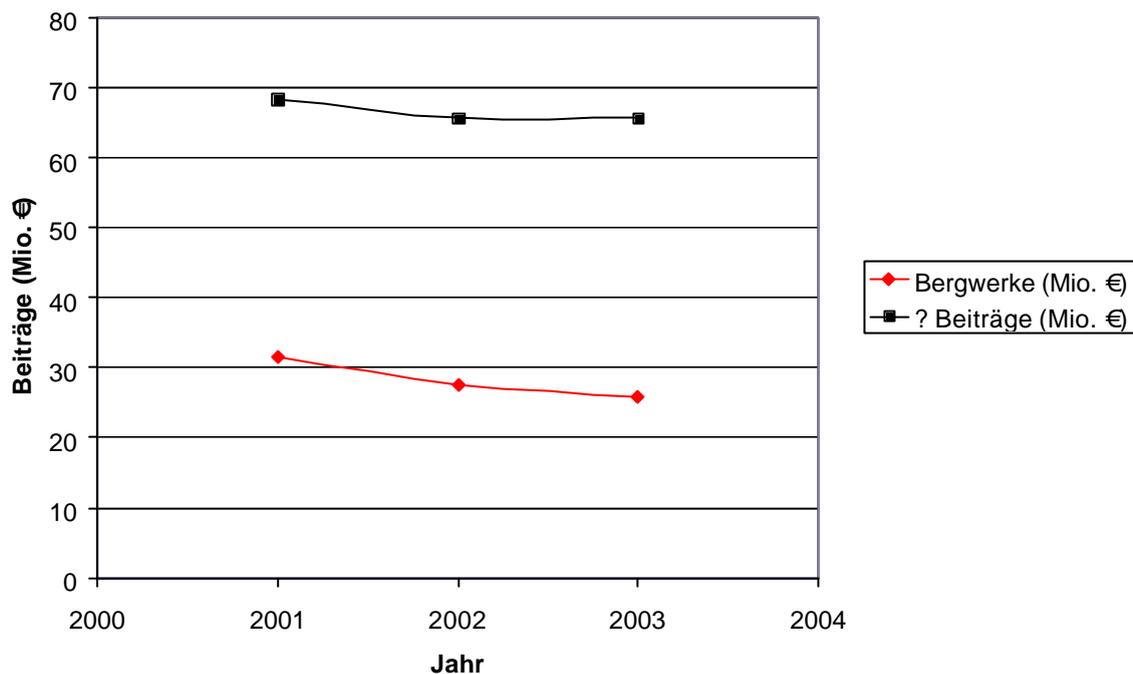
Die gigantischen geförderten Wassermengen und der ebenso gigantische Stromverbrauch [11] für die Pumpen sprechen für sich.

Die Situation wird für das Wasser und die Lebewesen in der Fossa Eugenia demnächst noch „interessanter“, wenn es im Rheinberger Stadtgebiet durch eine noch zu verlegende Rohrleitung wieder ein Stück bergauf gepumpt werden muss [43]. Verursacher: *Bergwerk West*. Der Bau der geplanten Leitung sollte die DSK unmittelbar veranlassen, direkt eine unterirdische, doppelwandige Rohrleitung vom *Bergwerk West* zum Rhein zu bauen. Das würde die kleinen Vorfluter Fossa Eugenia und Rheinberger Altrhein entlasten. Ein erster Schritt der DSK zur Verbesserung der Gewässergüte wäre getan; die längst fällige Sanierung des kontaminierten Rheinberger Altrheins kann dann endlich angegangen werden. Die

Grubenwässer sollten allerdings auch in diesem Fall erst nach entsprechender Reinigung direkt in den Rhein eingeleitet werden.

Von den fast 66 Millionen € Genossenschaftsbeiträgen (2003) der LINEG zahlt der Bergbau rund 26 Mio. € [9]. Die abgeführten Genossenschaftsbeiträge der Bergwerksbetreiber verringern sich von Jahr zu Jahr. Das zeigt Abbildung 10. Fraglich ist, ob auch die vom Bergbau am linken Niederrhein verursachten Kosten sinken? Offen bleibt ferner, wer diese Kosten trägt, wenn der Bergbau eines Tages seinen Betrieb einstellt. Die Pumpen können nicht abgeschaltet werden [38]. Ewigkeitskosten nennt man das.

**Abbildung 10: Genossenschaftsbeiträge der LINEG [9, 10]**



## 5.2. Kläranlagenbetrieb der LINEG für die DSK

In der von der LINEG betriebenen Kläranlage Friedrich Heinrich des *Bergwerks West* kam es in 2003 wieder zu einer Reihe von betrieblichen Besonderheiten und auch Betriebsstörungen, die in den verschiedenen Abwasserteilströmen des Bergwerkes ihre Ursache hatten. Von teilweise dramatischen Betriebszuständen ist die Rede. Bereits im Jahr 2002 führten Feststoffabschwemmungen aus den sog. Rückbekohlungsbereichen (Kohlezwischenlager) des Bergwerkes zu teilweise extrem schwierigen Betriebssituationen. Festzuhalten bleibt, dass insbesondere Perioden mit starken Niederschlägen diese dramatischen Zustände herbeiführen [9, 10].

In der Kläranlage Rossenray des *Bergwerks West* – hier erfolgt eine Teilstrombehandlung des Grubenwassers des *Bergwerks West* – kam es wie in der Kläranlage Friedrich Heinrich zu deutlichen Rotfärbungen des Grubenwassers, die durch Ausfällungen von Eisen- und Manganverbindungen verursacht worden sind. Die untertägige Zusammenführung verschiedener Grubenwasserströme nach Schließung des Bergwerkes Niederberg soll hierfür verantwortlich sein [9].

### 5.3. Deichbruch und Hochwassergefahr

Im Zusammenhang mit den Rahmenbetriebsplänen der DSK [1] stellt die LINEG fest: Für den Fall eines Deichbruchs am Rhein werden bei ungünstigen Szenarien große Teile des LINEG-Gebietes überflutet. Es wird als sicher bezeichnet, dass die einfließenden Wassermengen von den Vorflutpumpenanlagen nicht beherrscht werden können, selbst wenn alle Anlagen funktionstüchtig bleiben. LINEG-Anlagen werden bei einem Deichbruch nur in relativ wenigen Fällen örtlich begrenzt wirksame Hilfe leisten können [10]!!!

Bei einer Flutkatastrophe wären in der Region bis zu 350.000 Menschen betroffen [45]; eine schnelle Evakuierung gilt unter Fachleuten als unmöglich.

Dass ein möglicher Deichbruch in der Wahrnehmung der betroffenen Bevölkerung keine theoretische Erscheinung ist, belegt die Erdstufe vor dem Rheindeich im Bereich Kuicksgrind bei Rheinberg (siehe Bild 6).

#### **Bild 6: Erdstufe vor dem Rheindeich im Bereich Kuicksgrind bei Rheinberg**



### 5.4. Rechtsrheinische Wasserwirtschaft

Rechtsrheinisch betreiben die Emschergenossenschaft und der Lippeverband 173 Pumpenanlagen und fördern 608 Mio. Kubikmeter Wasser im Jahr, knapp dreimal so viel, wie in die größte Talsperre Deutschlands passt. Ohne diese Pumpwerke stünde die ganze Stadt Essen unter Wasser; oder Dortmunds Stadtteil Deusen, durch den Bergbau 24 Meter tiefer gelegt. Die Bergwerke der Region zahlen dafür 35 Millionen € an die Emschergenossenschaft und an den Lippeverband [28].

Der DSK Umweltbericht ist also mindestens um Teile der Umweltberichte/Jahresberichte von LINEG, Emschergenossenschaft und Lippeverband zu ergänzen.



Bei ihrer Abbautätigkeit verlässt sich die DSK völlig auf die zuständigen Behörden und Gerichte. Erst, wenn diese Institutionen zu dem Schluss kommen, dass z.B. ein Abbau unter dem Rhein die Sicherheit gefährdet, dann würde die DSK dort keinen Abbau betreiben [28]. Wo bleibt die Eigenverantwortung der DSK für die Umwelt und die betroffenen Bürger?

## 7. Umweltschutzkosten, die sich die DSK spart

Am Beispiel des *Bergwerks West* lässt sich abschätzen, dass sich die DSK Umweltschutzkosten (z.B. Blasversatz, Sanierung Rheinberger Altrhein, Bau einer Rohrleitung vom *Bergwerk West* zum Rhein, Grubenwassereinigung, Abwasserabgabe für die Grubenwässer) in dreistelliger Millionenhöhe auf Kosten von Mensch und Umwelt erspart.

## 8. Quellen

### 8.1. Veröffentlichungen der DSK, RAG, LINEG und Bezirksregierung Arnsberg

- [1] Bezirksregierung Arnsberg, Abt. Bergbau und Energie in NRW. Planfeststellungsbeschluss für den Rahmenbetriebsplan mit Umweltverträglichkeitsprüfung zur Gewinnung von Steinkohle im Bergwerk West für den Zeitraum 2003 bis 2019 für die Deutsche Steinkohle AG (DSK AG) vom 11. April 2003 – 81.05.2-2002-1 –
- [2] <http://www.deutsche-steinkohle.de/umweltbericht2003/index.htm>
- [3] <http://www.deutsche-steinkohle.de/betriebe/index.htm>
- [4] [http://www.deutsche-steinkohle.de/images/zahlen\\_daten\\_fakten/](http://www.deutsche-steinkohle.de/images/zahlen_daten_fakten/)
- [5] C.-J. Giwer (Montalith Bergeveredlung): Entwicklung des Fremddabsatzes. In: H. Wiggering, M. Kerth (Hrsg.): *Bergehalten des Steinkohlenbergbaus, Beanspruchung und Veränderung eines industriellen Ballungsraums*. Braunschweig/Wiesbaden 1991, S. 239 – 242
- [6] G. Hansel (RAG): Zukünftige Entwicklung des Steinkohlenbergbaus und des Anfalls von Bergematerial. In: H. Wiggering, M. Kerth (Hrsg.): *Bergehalten des Steinkohlenbergbaus. Beanspruchung und Veränderung eines industriellen Ballungsraums*. Braunschweig/Wiesbaden 1991, S. 233 - 238
- [7] W. Hofmann, J. Schabronath (GDMB / DSK): Ablagerung von Bergematerial bei der Deutschen Steinkohle. In: W. Frenz, P.N. Martens: **Abfallentsorgung im Bergbau über Tage**. 2. Kolloquium zu Bergbau und Umweltschutz in Aachen. Heft 93 der Schriftenreihe der GDMB Ges. für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik. Clausthal-Zellerfeld 2002, S. 29 – 36
- [8] [http://www.ifm.rwth-aachen.de/cms/front\\_content.php?idcat=27](http://www.ifm.rwth-aachen.de/cms/front_content.php?idcat=27)
- [9] LINEG: LINEG - Verantwortung für die Umwelt. Jahresbericht 2003
- [10] LINEG: Jahresbericht 2002
- [11] LINEG: LINEG – Verantwortung für die Umwelt. Umwelterklärung 2002

[12] A. Preuße, C. Herzog, E. Grün, J. Bock (RWTH Aachen/DSK): The Use of Pneumatic Stowing in Germany Considering Subsidence Aspects. Proceedings 21<sup>st</sup> Int. Conference on Ground Control in Mining, Morgantown, USA, 2002, Aug 6 – 8, S. 357 - 362

[13] <http://www.rag.de/index.htm>

[14] J. Schabronath (RAG/DSK) - Persönliche Mitteilung

[15] A. Sikorski (BezReg. Arnsberg, Abt. Bergbau und Energie in NRW), Wasserwirtschaft im Steinkohlenbergbau NRW – Aktuelle Fragen aus Sicht der Bergbehörde. In: W. Frenz, Bergbau und Gewässerschutz, 4. Kolloquium zu Bergbau und Umweltschutz in Aachen, Heft 99 der Schriftenreihe der GDMB Ges. für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik, Clausthal-Zellerfeld 2004, S. 99 – 111

## **8.2. Sonstige Veröffentlichungen**

[16] M. Beermann: Die letzte Schicht - Frankreich hat einen Schlusstrich unter seine Kohletradition gezogen. Rheinische Post v. 23.04.2004

[17] [www.bfs.de/bfs/presse/pr04/PM14\\_04/printversion](http://www.bfs.de/bfs/presse/pr04/PM14_04/printversion)

[18] [www.bfs.de/ion/radon/radon\\_in\\_haeusern.html/printversion](http://www.bfs.de/ion/radon/radon_in_haeusern.html/printversion)

[19] C. Bliefert: Umweltchemie. Weinheim 1994, S. 261

[20] A. Boss, A. Rosenschon, Institut für Weltwirtschaft Kiel: Subventionen in Deutschland: Quantifizierung und finanzpolitische Bewertung. Kieler Diskussionsbeiträge 392/393, August 2003, S. 35

[21] R.-D. Brunowsky: Der Bergbau kostet Arbeitsplätze. Capital, Heft 4, 1997

[22] A. Brandt, B. Schmid: Bergbau - Nach uns die Sintflut. Der Spiegel 7/2004, S. 82 – 87

[23] S. Chalupnik, Central Mining Institute, PL-Katowice: Persönliche Mitteilungen

[24] <http://www.geo.tu-freiberg.de/c~wolke/publication/pdf/WolkersdorferHascheGoebel.pdf>

[25] [www.gsf.de/Aktuelles/Presse/Radon\\_300604.pdf](http://www.gsf.de/Aktuelles/Presse/Radon_300604.pdf)

[26] H. Graßl, R. Klingholz: Wir Klimamacher – Auswege aus dem globalen Treibhaus. Frankfurt a.M. 1990

[27] C. Hahne, H. Schloms: Das großräumige fazielle Verhalten der bauwürdigen Flöze im Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebiet (Ruhrrevier). Mitteilungen der Westfälischen Berggewerkschaftskasse, Heft 26, Juni 1967

[28] C. Hickmann: Das geschundene Land. Die Zeit Nr. 34, 12.08.2004, S. 26 – 27

[29] R. Kaussen: Knälle machen krank. Rheinische Post, Ausg. XA v. 17.02.2004

[30] R. Kaussen: Nichts mitbekommen – Kommentar. Rheinische Post, Ausg. XA v. 28.04.2004

- [31] R. Kaussen: Radioaktivität. Mit Polen packen. Rheinische Post, Ausg. XA v. 21.06.2004
- [32] R. Kaussen: Riss geht durch Deich. Rheinische Post, Ausg. XA v. 26.08.2004
- [33] R. Kaussen: Sichere Fluchtwege und Risse im Deich. Rheinische Post, Ausg. XA v. 07.09.2004
- [34] R. Kaussen: Zwei-Meter-Riss. Rheinische Post, Ausg. XA v. 05.10.2004
- [35] W. Kolder: Die Bedeutung der Wasserwirtschaft im Bereich des Steinkohlebergbaus am Beispiel des Ruhrbergbaus. Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen, ISSN 0343-1045, Aachen 1989 (Dissertation).
- [36] Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Gewässergütebericht 2001 Nordrhein-Westfalen. <http://www.lua.nrw.de>
- [37] [http://www.med-rz.uni-sb.de/med\\_fak/biophys/ag-kell/radon.html](http://www.med-rz.uni-sb.de/med_fak/biophys/ag-kell/radon.html)
- [38] D.E. Meyer: Geofaktor Mensch - Eingriffe und Folgen durch Geopotenzialnutzung. Essener Unikate 2002, 19, 9 – 25, <http://www.uni-essen.de/unikate/pdf/19-meyer.pdf>
- [39] M. Miegel: Kurswechsel in der Kohlepolitik? Stuttgart 1987
- [40] <http://www.minewater.net/ermite/>
- [41] N.N.: Rheinische Post, Ausg. XA v. 06.12.2003
- [42] M. Opgenorth: Bergbau – Depressionen und Zukunftsängste (Leserbrief). Rheinische Post v. 13.03.2004
- [43] U. Plien: Damit die Fossa nicht überläuft. Lineg baut eine 780 Meter Druckleitung zwischen Alte Landstraße und Fossastraße. Rheinische Post v. 06.05.2004
- [44] H. Schild: Mit dem Schlimmsten rechnen. Rheinische Post v. 31.01.2004
- [45] B. Schmid: Bergbau – Ewige Kosten. Der Steinkohlebergbau unter dem Rhein birgt weit mehr Risiken als bisher bekannt. Bei einer Hochwasserkatastrophe sind 350.000 Menschen in Gefahr. Der Spiegel 47/2003, S. 60 – 62
- [46] S. Schmid, J. Wiegand: Seismic waves in the urban environment triggering radon release from the soil. II. Nuovo Cimento 1999, 22C (3 – 4), 475 – 481
- [47] D. Schulz, H. Wiggering: Die industrielle Entwicklung des Steinkohlenbergbaus und der Anfall von Bergematerial. In: H. Wiggering, M. Kerth (Hrsg.), Bergehalten des Steinkohlenbergbaus. Beanspruchung und Veränderung eines industriellen Ballungsraums. Braunschweig/ Wiesbaden 1991, S. 9 – 20
- [48] W. Semmler: Hydrogeologie in Bergbaugebieten. Z. deutsch. Geol. Ges. 1964, 116(1), 38 – 54
- [49] <http://www.sgb-rheinberg.de>

[50] [http://www.stmugv.bayern.de/de/strahl/radon/rad\\_haus.htm](http://www.stmugv.bayern.de/de/strahl/radon/rad_haus.htm)

[51] Umweltbundesamt. Jahresbericht 2003. Berlin 2004, S. 18 – 20,  
[www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

[52] [www.umweltdaten.de/uba-info-presse/hintergrund/steinkohle.pdf](http://www.umweltdaten.de/uba-info-presse/hintergrund/steinkohle.pdf)

[53] [www.umweltdaten.de/uba-info-presse/hintergrund/steinkohle-anhang.pdf](http://www.umweltdaten.de/uba-info-presse/hintergrund/steinkohle-anhang.pdf)

[54] J. Wiegand: Anthropogene Einflüsse auf das Radonpotential am Beispiel des Ruhrgebietes. In: J. Thein, A. Schäfer (Hrsg.): Geologische Stoffkreisläufe und ihre Veränderung durch den Menschen, Bonn 1996, S. 85 - 86

[55] H. Wiggering: Bergeaufkommen und -entsorgung. In: H. Wiggering (Hrsg.): Steinkohlenbergbau. Steinkohle als Grundstoff, Energieträger und Umweltfaktor, Berlin 1993, S. 148 - 158

[56] P.L. Younger, S.A. Banwart, R.S. Hedin: Mine Water, Hydrology, Pollution, Remediation. Dordrecht, Boston, London 2002, S. 301 – 302