

GUTACHTEN ZUR PRÜFUNG MÖGLICHER UMWELTAUSWIRKUNGEN DES EINSATZES VON ABFALL- UND RESTSTOFFEN ZUR BRUCH-HOHLRAUMVERFÜLLUNG IN STEINKOHLENBERGWERKEN IN NORDRHEIN-WESTFALEN, TEIL 1

Detailbericht 2:

Bruchhohlraumverfüllung im Bergwerk Haus Aden/Monopol
– Dokumentation der nachversetzten Bereiche und Ablauf
des bergrechtlichen Zulassungsverfahrens

**IFM Lehrstuhl und Institut für Markscheidewesen, Bergschadenkunde und
Geophysik im Bergbau, RWTH Aachen University**

Prof. Dr. [REDACTED]

Dr. [REDACTED]

April 2017

Dieser Bericht ist Teil des Gutachtens:

Gutachten zur Prüfung möglicher Umweltauswirkungen des Einsatzes von Abfall- und Reststoffen zur Bruch-Hohlraumverfüllung in Steinkohlenbergwerken in Nordrhein-Westfalen, Teil 1

Auftraggeber:

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

Auftragnehmer:

ahu AG Wasser · Boden · Geomatik, Aachen (Dr. ██████████)

in Zusammenarbeit mit:

Prof. Dr. ██████████ (TU Clausthal, Abtlg. Hydrogeologie)

delta h Ingenieurgesellschaft mbH, Witten (Prof. ██████████)

LEK Lehrstuhl für Geologie, Geochemie und Lagerstätten des Erdöls und der Kohle,
RWTH Aachen University (Prof. Dr. ██████████)

LFH Lehr- und Forschungsgebiet Hydrogeologie, RWTH Aachen University (Prof. Dr. ██████████)

IFM Lehrstuhl und Institut für Markscheidewesen, Bergschadenkunde und Geophysik im Bergbau,
RWTH Aachen University (Prof. Dr. ██████████)

Auftragsdatum:

16.07.2015

INHALT

0	Vorbemerkung	1
0.1	Aufbau des Gutachtens und der Detailberichte	1
0.2	Untersuchungsraum	2
1	Einleitung	4
2	Das Bergwerk Haus Aden/Monopol	7
3	Versatz im deutschen Steinkohlenbergbau	10
4	Möglichkeiten der umweltverträglichen Verbringung von Abfällen in untertägige Grubenbaue des Steinkohlenbergbaus	15
4.1	Abfallbegriffe im Zeitraum der Bruchhohlraumverfüllung	15
4.2	Grundprinzipien der umweltverträglichen Verbringung von Abfällen im Steinkohlenbergbau	16
4.2.1	Immissionsneutrale Untertageverbringung	17
4.2.2	Untertageverbringung nach dem Prinzip des vollständigen Einschusses	18
4.3	Rechtliche Einordnung der Bruchhohlraumverfüllung mit bergbaufremden Abfällen	23
5	Untertägige Verbringung besonders überwachungsbedürftiger Abfälle im Bergwerk Haus Aden/Monopol nach dem Prinzip des vollständigen Einschusses	26
5.1	Entwicklung des Verfahrens der Bruchhohlraumverfüllung	26
5.2	Technischer Ablauf der Bruchhohlraumverfüllung im Bergwerk Haus Aden/Monopol und Dokumentation der Versatzbereiche	27
5.3	Eignung der eingebrachten Abfallstoffe als Versatz, Qualitätssicherungsprogramm, Einfluss der Unterbauung	32
6	Bergrechtliches Zulassungsverfahren für die Verwertung bergbaufremder Abfälle als Versatz im Bergwerk Haus Aden/Monopol	37
6.1	Genehmigungsgrundlagen	37
6.2	Begleitende Prüfung durch den Arbeitskreis „Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen“	39
6.3	Ablauf der bergrechtlichen Zulassung des Nachversatzes zur Bruchhohlraumverfüllung mit bergbaufremden, besonders überwachungsbedürftigen Abfällen zur Verwertung	41

6.3.1	Nachversatz mit bergbaufremden, besonders überwachungsbedürftigen Abfällen im Baufeld Monopol E2	41
6.3.2	Nachversatz mit bergbaufremden, besonders überwachungsbedürftigen Abfällen in den Baufeldern Monopol E1 und E3	50
7	Zusammenfassung	52
8	Quellennachweis	56

ABBILDUNGEN:

Abb. 1:	Aufbau und Inhalt des Gutachtens	1
Abb. 2:	Überblick über den Untersuchungsraum, die wichtigsten Lokalitäten und Lage des Profils in Detailbericht 1	3
Abb. 3:	Zeitliche Entwicklung der Bruchhohlraumverfüllung mit bergbaufremden Abfällen im Steinkohlenbergbau an der Ruhr	5
Abb. 4:	Feldesgrenzen des 2010 stillgelegten Verbundbergwerks Ost; Baufelder Monopol E1, E2, E3 und Standorte ausgewählter, bis auf Haus Aden 2 und Grimberg 2 bereits wieder verfüllter Schächte	8
Abb. 5:	Schematische grundrissliche Darstellung des Strebbaus	10
Abb. 6:	Bruchbildung bei festen (links) und bei gebrächen Dachschichten	11
Abb. 7:	Versatzverdichtung	12
Abb. 8:	Bruchhohlraumverfüllung – Einbringen pastöser Massen mit Schlepprohren	14
Abb. 9:	Schematischer Schichtenschnitt durch die Essener Schichten	20
Abb. 10:	Teufenabfolge der Phasen der Senkungsbewegung im klastischen Gebirge	22
Abb. 11:	Verwertung und Beseitigung bergbaufremder Abfälle in Bergwerken	24
Abb. 12:	Bruchhohlraumverfüllung mit bergbaulichen Abfällen im Zuge des Abbaus der Bauhöhe Gb6, Anschluss an die seigere Rohrleitung im Schacht Grillo 4 und Anordnung der Schlepprohre	27
Abb. 13:	Nachversatz durch Bruchhohlraumverfüllung in Teilbereichen des Abbaus im Flöz Grimberg 2/3, Baufelder E1, E2 und E3 des BW Haus Aden/Monopol	29
Abb. 14:	Die BHV-Versuchsanlage am Schacht Grillo 4	30

Abb. 15: Nachversatz aus dem Strebraum mit Schlepprohren	31
Abb. 16: Prinzipschnitt Bruchhohlraumverfüllung und Stadien der Kompaktierung	31
Abb. 17: Bergwerk Walsum, Untersuchungsstrecke im nachversetzten Bruchfeld	33
Abb. 18: Ortsbrust (oben) und Streckenstoß (Mitte) einer Untersuchungsstrecke im nachversetzten Bruchhaufwerk im Bergwerk Walsum	34

TABELLEN:

Tab. 1: Inhaltliche Schwerpunkte der Bearbeitung durch das Konsortium in den Detailberichten	2
Tab. 2: Arten des Einbringens von Versatz in untertägige bergmännische Hohlräume	11
Tab. 3: Abfallrechtliche Begriffe, unterschieden nach Entsorgungsziel (Beseitigung/Verwertung) und Überwachungserfordernis, im Zeitraum der Bruchhohlraumverfüllung in Bergwerken der RAG von 1989 bis 2004	16
Tab. 4: Stratigraphische Gliederung des Steinkohlengebirges im Oberkarbon mit Angabe der Grenzhorizonte	20
Tab. 5: F+E-Projekte zur anlagen- und materialtechnischen Entwicklung des Verfahrens der Bruchhohlraumverfüllung im Steinkohlenbergbau	26
Tab. 6: Arbeitskreis „Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen“	40
Tab. 7: Zeitlicher Ablauf der Zulassung der ersten Nachversatzmaßnahmen im Bergwerk Haus Aden/Monopol	43
Tab. 8: Nachversatz mit bergbaufremden, besonders überwachungsbedürftigen Abfällen im Baufeld Monopol E2, Flöz Grimberg 2/3	49
Tab. 9: Nachversatz mit bergbaufremden, besonders überwachungsbedürftigen Abfällen in den Baufeldern Monopol E1 und E3, Flöz Grimberg 2/3	51

0 Vorbemerkung

0.1 Aufbau des Gutachtens und der Detailberichte

Die Bearbeitung des „Gutachtens zur Prüfung möglicher Umweltauswirkungen des Einsatzes von Abfall- und Reststoffen zur Bruch-Hohlraumverfüllung in Steinkohlenbergwerken in Nordrhein-Westfalen, Teil 1“ erfolgt durch sechs Projektpartner, deren fachliche Schwerpunkte in der Abb. 1 dargestellt sind. Die Federführung hat die ahu AG.

Die einzelnen Projektpartner haben inhaltliche Schwerpunkte, die in der Abbildung 1 im Überblick und in der folgenden Tabelle 1 genauer dargestellt sind, da diese z. T. über die in der Abbildung 1 beschriebenen Inhalte hinausgehen.

Die Beschreibung und Erläuterung dieser Arbeitsergebnisse erfolgt in den sechs Detailberichten. Die für die integrierte System- und Risikoanalyse relevanten Grundlagen und Ergebnisse aus den Detailberichten werden – teilweise auch in verkürzter Form – in das Gutachten aufgenommen.

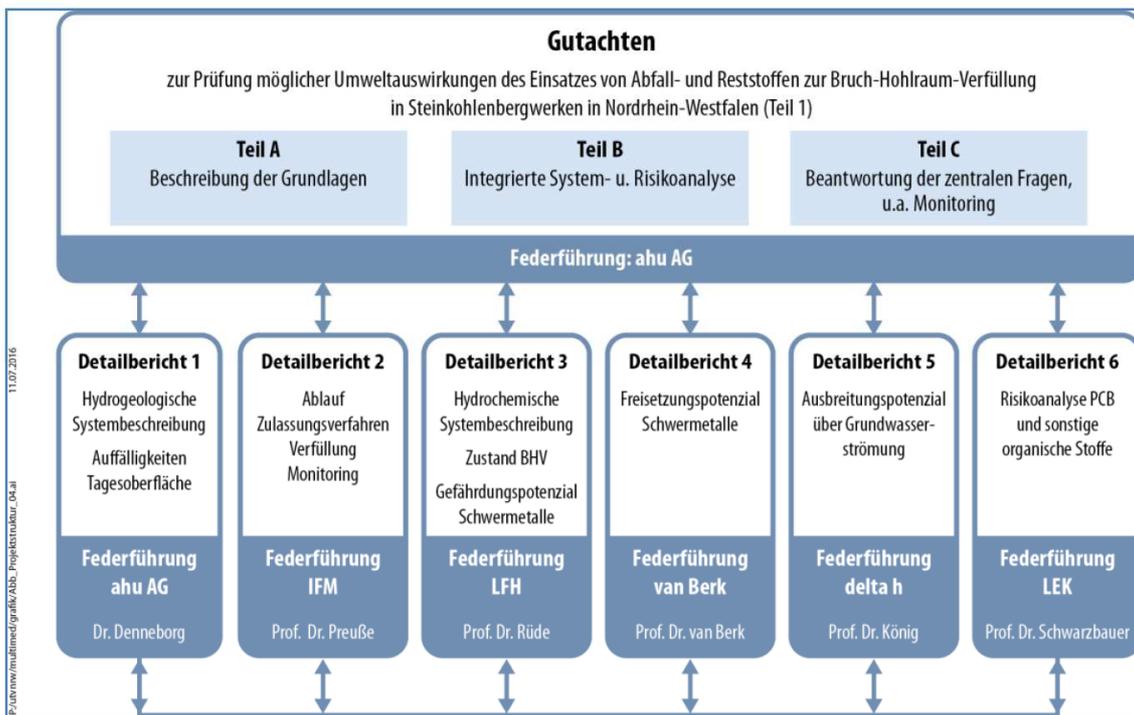


Abb. 1: Aufbau und Inhalt des Gutachtens

Die Detailberichte wurden in enger Abstimmung der Gutachter erstellt, u. a. erfolgten auch Zuarbeiten untereinander.

Tab. 1: Inhaltliche Schwerpunkte der Bearbeitung durch das Konsortium in den Detailberichten

Nr.	Detailbericht	Verantwortlicher Bearbeiter / Projektleiter	Inhalte
1	Hydrogeologische Systembeschreibung und Auffälligkeiten an der Tagesoberfläche	Dr. [REDACTED] (ahu AG)	1. Hydrogeologische Systembeschreibung 2. Auffälligkeiten an der Tagesoberfläche 3. Datenerfassung und Dokumentation
2	Ablauf des Zulassungsverfahrens, der Bruchhohlraumverfüllung und des Monitorings	Prof. [REDACTED] (IFM)	1. Ablauf des Zulassungsverfahrens und des Monitorings 2. Dokumentation der Bruchhohlraumverfüllung 3. Bewertung
3	Hydrogeochemische Systemanalyse	Prof. [REDACTED] (LFH)	1. Tiefengrundwasser 2. Grubenwasser 3. Inventar des anorganischen Gefährdungspotentials 4. Zustand der Bruchhohlraumverfüllung 5. Nebengesteine
4	Freisetzungspotential	Prof. [REDACTED]	1. Freisetzungspotential 2. Bewertung der damaligen Grundannahmen
5	Ausbreitungspotential	Prof. [REDACTED] (delta h)	1. Ausbreitungspotential (Fernfeldmodell und Nahfeldmodelle) 2. Bewertung der damaligen Grundannahmen
6	Risikoanalyse organische Stoffe	Prof. [REDACTED] (LEK)	1. Risikoanalyse PCB und Substituenten 2. Risikoanalyse andere organische Stoffe

Der vorliegende Bericht ist der Detailbericht 2.

0.2 Untersuchungsraum

Für die Bearbeitung des Gutachtens wurden verschiedene Untersuchungsräume betrachtet, die nicht scharf abgegrenzt werden können. Für die Fragestellungen der hydrogeologischen Systembeschreibung, der Bewertung der Auffälligkeiten an der Tagesoberfläche (private landwirtschaftliche Flächen westlich von Bergkamen) und die Bruchhohlraumverfüllung ist dies der in Abbildung 2 dargestellte Untersuchungsraum.

In den Baufeldern Monopol E1, E2 und E3 erfolgte in einer Tiefe zwischen -800 mNHN und -920 mNHN die BHV.

Der Schacht Grillo 4, an dem die Mischanlage für die BHV stand und über den die aufbereiteten Versatzstoffe nach unter Tage gebracht wurden, wurde mittlerweile verfüllt. Die Schächte Grimberg 2 und der Schacht Haus Aden 2, der Standort der Zentralen Wasserhaltung Haus Aden 2 (ZWH), sowie eine untertägige Verbindungstrecke sind noch zugänglich. Für die Grundwassermodellierungen wurden ein Fernfeldmodell und drei Nahfeldmodelle abgegrenzt (Detailbericht 5).

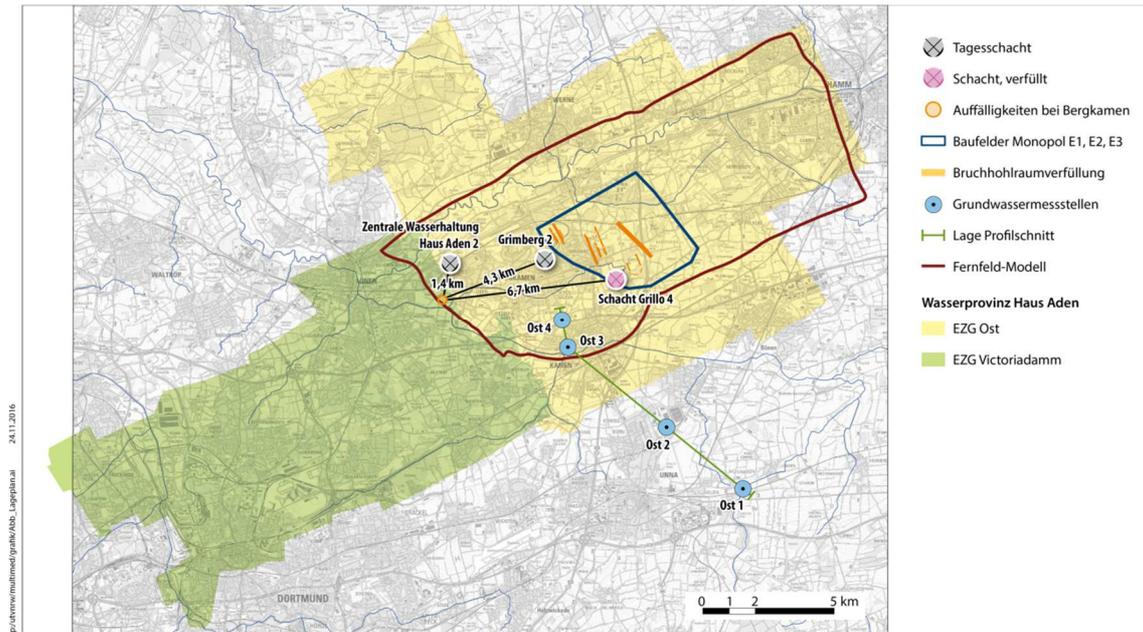


Abb. 2: Überblick über den Untersuchungsraum, die wichtigsten Lokalitäten und Lage des Profils in Detailbericht 1 (ahu AG)

1 Einleitung

In der Einführung zur Kurzfassung der „Studie zur Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen“ (sogenannte *Machbarkeitsstudie*, Jäger et al. 1990) wies der Präsident des damaligen Landesamtes für Wasser und Abfall NRW, Dr. [REDACTED] Irmer, darauf hin, dass die geordnete Ablagerung der Abfälle auf Deponien seinerzeit an ihre Grenzen stieß: „Bei weiter steigendem Abfallaufkommen schwinden die verfügbaren Kapazitäten immer rascher, die Vermeidung und Verwertung der Abfälle müssen deutlich verbessert werden. Besonders die sogenannten Massenabfälle ... binden einen großen Teil der zur Verfügung stehenden oberirdischen Deponiekapazität. Auch für sie müssen die Verwertungsmöglichkeiten ausgeweitet werden, indem neue und umweltverträgliche Entsorgungswege beschritten werden. ...“

Bundesweit existierte zu dieser Zeit bereits ein breites, nach Kelm und Möller (1992) vier Grundtypen aufweisendes Spektrum an Maßnahmen der Verbringung bergbau-fremder Abfälle in untertägigen Bergwerken:

- Entsorgung in untertägiger Vielstoffdeponie
- Entsorgung in untertägiger Monodeponie
- Direkte Verwertung unter Tage
- Indirekte Verwertung unter Tage

In diesem Zusammenhang spielt auch der Aspekt des Erhaltens der Wirtschaftlichkeit eines Bergwerks eine Rolle. Hierzu kann es nach Lange (1984) erforderlich sein, zusätzliche Erlösquellen zu erschließen, beispielsweise in Form der untertägigen Verbringung industrieller Abfallstoffe als Versatzkomponente.

Im Steinkohlenbergbau fällt im Zuge der Aufbereitung der geförderten Rohkohle Abraum („Berge“) unterschiedlicher Korngrößen an, der überwiegend Bergehalden und Ablagerungsteichen zugeführt wird. Insbesondere für die feinkörnigen Flotationsberge wurde nach einer alternativen Verbringungsmöglichkeit gesucht (Siepmann und Sill 1991). Darüber hinaus hatte sich auf dem Kohlenmarkt das Konzept „Ver- und Entsorgung in einer Hand“ etabliert (Czech 1993). Die Kohle für Kraftwerke, Heizwerke und Feuerungsanlagen wurde zum Teil nur noch dann abgenommen, wenn der Kohlelieferant die Entsorgung der Kraftwerksabfälle übernahm.

Ausgehend von dem Bestreben, bestimmte Rückstände aus der Kohlenaufbereitung und aus der Kohlenverbrennung auch untertägig verbringen zu können, wurde im Ruhrbergbau das Verfahren der *Bruchhohlraumverfüllung (BHV)* entwickelt (Hamm 1991). Im Zuge des Abbaus eines Kohleflözes ermöglicht dieses Verfahren den hydraulischen Nachversatz von Hohlräumen im noch lockeren Bruchhaufwerk der in den ausgekohlten Raum hereinbrechenden Dachsichten. Gemäß der Machbarkeitsstudie ist hierfür dickflüssiges, pastöses, selbsterhärtendes Versatzmaterial geeignet.

Auch bestimmte Abfälle mit hohen Schadstoffgehalten wurden basierend auf den Ergebnissen der Machbarkeitsstudie zur untertägigen Verwertung im Steinkohlenbergbau zugelassen und mithilfe des Verfahrens der Bruchhohlraumverfüllung in Abbauhohlräume eingebracht. Auf Grund der *Verordnung über den Versatz von Abfällen unter*

Tage von 2002 erfolgte dann aber der Ausschluss des Einbringens derartiger Abfälle als Versatz in Bergwerken, „die nicht den dauerhaften Abschluss von der Biosphäre im Salzgestein gewährleisten“.

Dieser Bericht behandelt bergtechnische und bergrechtliche Aspekte der Bruchhohlraumverfüllung im Bergwerk Haus Aden/Monopol. Zu Beginn wird die geschichtliche Entwicklung dieses Bergwerks, das 1998 mit dem damals ebenfalls noch aktiven Bergwerk Heinrich Robert zum Bergwerk Ost konsolidiert wurde, vorgestellt. Anschließend werden verschiedene Versatzverfahren sowie bergtechnische und bergsicherheitliche Gründe für die Einbringung von Versatz in untertägige Steinkohlenbergwerke zunächst allgemein erläutert. Die Bruchhohlraumverfüllung wird hier als ein spezielles Versatzverfahren eingeordnet.

Die Grundprinzipien der gemäß den Ergebnissen der Machbarkeitsstudie zwar grundsätzlich möglichen (Wilke 1991), im Einzelfall jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen und Einschränkungen umweltverträglich durchführbaren Untertageverbringung von Abfällen werden dargestellt und kommentiert. Nach dem Prinzip des vollständigen Einschusses erfolgte in den Jahren 1993 bis 1998 im Bergwerk Haus Aden/Monopol die Bruchhohlraumverfüllung mit gefährlichen (im Sinne der RICHTLINIE DES RATES vom 12. Dezember 1991 über gefährliche Abfälle (91/689/EWG)) Abfällen bergbau-fremder Herkunft zur Verwertung („überwachungsbedürftige Reststoffe“ nach damaliger bundesdeutscher Abfallrechtsnomenklatur). Dem ging ein rund zehnjähriger Entwicklungsprozess dieses Nachversatzverfahrens voraus. Diese Art der Verbringung erfolgte auch auf den Bergwerken Walsum und Hugo/Consolidation (Abb. 3).

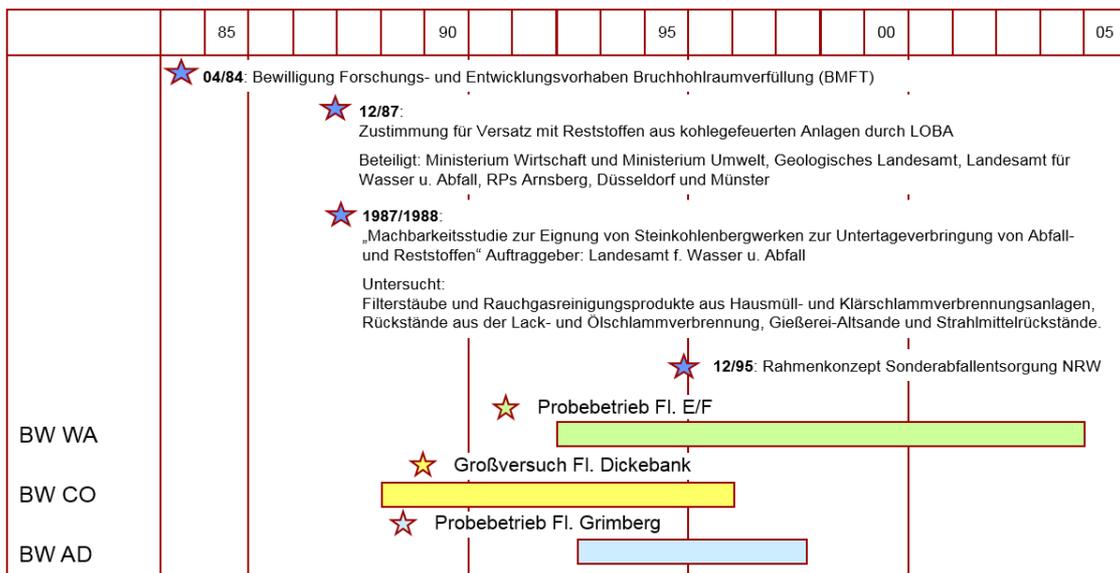


Abb. 3: Zeitliche Entwicklung der Bruchhohlraumverfüllung mit bergbaufremden Abfällen im Steinkohlenbergbau an der Ruhr (RAG Aktiengesellschaft 2013)

Einen weiteren Schwerpunkt dieses Berichtes bildet die Beschreibung der Grundlagen und die Darstellung des Ablaufes der bergrechtlichen Zulassungsverfahren für die Abbaubetriebe mit Nachversatz im Bergwerk Haus Aden/Monopol. In diesem Zusammenhang wird auch die begleitende Prüfung durch den beim damaligen Landesoberbergamt NRW eingerichteten Arbeitskreis behandelt, dessen Aufgabe darin bestand, einerseits vor Beginn der Bruchhohlraumverfüllung anhand des seitens des Bergbauunternehmens vorgelegten Rahmenkonzeptes die Erfüllung der in der Machbarkeitsstudie geforderten Rahmenbedingungen zu prüfen und andererseits die anschließende technische Durchführung zu begleiten.

2 Das Bergwerk Haus Aden/Monopol

Der Steinkohlenbergbau im Ruhrrevier konzentrierte sich in den letzten Jahrzehnten zunehmend auf Großschachtanlagen. Im Zuge des Rückgangs der Steinkohlenförderung wurde zum 1. April 1998 aus den aneinandergrenzenden, damals noch aktiven Bergwerken Haus Aden/Monopol in Bergkamen und Heinrich Robert in Hamm das *Verbundbergwerk Ost* (s. Abb. 4) gebildet (Huske 1998, Bergwerk Ost 2016).

Dieses Verbundbergwerk nutzte auch zwei Schächte des 1990 stillgelegten Bergwerks Radbod in Hamm-Bockum-Hövel, mit dem Heinrich Robert seit 1975 untertägig verbunden war. Der Schacht Radbod 6 befand sich im Grubenfeld Donar eines zeitweise geplanten, jedoch nicht realisierten (Anschluss-)Bergwerks. Nach Einstellung der Förderung in Bergkamen wurden die Kohlen untertägig nach Heinrich Robert transportiert, um dort zu Tage gehoben zu werden. Das Bergwerk Ost wurde am 30. September 2010 stillgelegt. Der Schacht Haus Aden 2 ist zentraler Bestandteil des langfristigen Grubenwasserhaltungskonzeptes für das östliche Ruhrrevier.

Zum Zeitpunkt der Entstehung des Verbundbergwerks Ost war die Bruchhohlraumverfüllung bereits abgeschlossen. Diese erfolgte im Grubenfeld des ehemals eigenständigen Bergwerks Monopol innerhalb der in der Abbildung 4 gekennzeichneten Baufelder E1, E2, E3. In diesen Baufeldern wurden mehrere Flöze abgebaut, und die Bruchhohlraumverfüllung wurde in Teilbereichen des Abbaus im Flöz Grimberg 2/3 durchgeführt.

Das Bergwerk Monopol wurde 1874 gegründet, nachdem die Teufarbeiten für den Schacht Grillo 1 in Kamen im Vorjahr unter dem Zechennamen Akropolis begonnen hatten. Die ersten Kohlen wurden 1877 gefördert. Für das Bergwerk Monopol wurden in der Folge weitere Schächte zum Aufschluss der Lagerstätte abgeteuft, sodass zeitweise drei fördernde Schachtanlagen existierten (Anlagen Monopol I, Monopol II und Monopol III; nicht zu verwechseln mit den verliehenen Grubenfeldern).

Die in nachfolgender Aufzählung der ehemaligen Schächte des Bergwerks Monopol angegebenen Jahreszahlen markieren jeweils den Beginn der Teufarbeiten (Huske 1998, Monopol in Kamen/Bergkamen 2016):

Schachtanlage Monopol I (Grillo):

- 1873: Schacht Grillo 1 in Kamen
- 1887: Schacht Grillo 2 (neben Schacht Grillo 1)
- 1906: Schacht Grillo 3 in Bergkamen (genannt Kiwitt)
- 1956: Schacht Grillo 4 in Bergkamen-Overberge (genannt Drei Finken, s. Kap. 5.2)

Schachtanlage Monopol II (Grimberg 1/2):

- 1890: Schacht Grimberg 1 in Bergkamen
- 1893: Schacht Grimberg 2 (neben Schacht Grimberg 1)

Schachtanlage Monopol III (Grimberg 3/4):

- 1923: Schacht Grimberg 3 in Bergkamen-Weddinghofen (genannt Kukuck, 1972 umbenannt in Schacht Haus Aden 3)
- 1934: Schacht Grimberg 4 (neben Schacht Grimberg 3; 1972 umbenannt in Schacht Haus Aden 4)

Das Bergwerk Monopol verfügte gegen Ende des 19. Jahrhunderts über das seinerzeit größte Grubenfeld im Ruhrrevier (87 km²) (Huske 1998). Der Schacht Grimberg 2 erreichte im Jahr 1905 eine Teufe von 850 m und war damit der damals tiefste Schacht im Ruhrbergbau (Endteufe im Jahr 1980: 1143 m). Auf Monopol III erfolgte 1942 der erstmalige Einsatz von schreitendem Ausbau im Ruhrrevier.

Ab 1945 kam es zu einer Entflechtung der drei Schachtanlagen. Die Zeche Grimberg 3/4 operierte nun eigenständig, und zwischen 1952 und 1967 waren auch die Zechen Grillo und Grimberg 1/2 betrieblich getrennt.

Am 20. Februar 1946 ereignete sich auf der Zeche Grimberg 3/4 das schwerste Grubenunglück in Deutschland. Durch eine untertägige Kohlenstaub-/Schlagwetterexplosion kamen 405 Menschen ums Leben.

Die Zeche Grimberg 3/4 bildete 1970 eine Werksdirektion mit der Zeche Haus Aden und wurde 1974 vollständig durch Haus Aden übernommen. 1989 erreichte der Schacht Grimberg 3 eine Endteufe von 1635 m und war damit der tiefste Schacht in Europa.

Mitte der 1970er-Jahre begannen im Baufeld Grimberg 1/2 Ausrichtungs- und Aufschlussarbeiten für das Bergwerk Neu-Monopol. Ab 1979 wurde auch der Schacht Werne 3, Bergkamen-Rünthe, des 1975 stillgelegten Bergwerks Werne von Neu-Monopol genutzt. 1982 wurde Neu-Monopol nach Übernahme des Baufeldes und der Belegschaft der Schachtanlage Grillo umbenannt in Monopol.

Aus den Bergwerken Haus Aden und Monopol entstand zum 1. Januar 1993 das *Verbundbergwerk Haus Aden/Monopol*, das in demselben Jahr mit einer Förderung von 4,9 Mio. t und 6731 Beschäftigten das größte Bergwerk im Ruhrrevier war. Ab 1994 wurden die im Baufeld Monopol gewonnenen Kohlen untertägig nach Haus Aden gefördert, um dort zu Tage gehoben zu werden.

Innerhalb der Baufelder E1, E2, E3 (Abb. 4) wurden von April 1993 bis Februar 1998 bergbaufremde, besonders überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung als Nachversatz in Bruchhohlräume des Abbaus im Flöz Grimberg 2/3 eingebracht. Dies fiel somit in den Zeitraum des Bestehens des Verbundbergwerks Haus Aden/Monopol. Die Bruchhohlraumverfüllung wurde dann eingestellt, da aufgrund einer Förderrücknahme in Folge kohlepolitischer Entscheidungen der Schacht Grillo 4, in dem die Rohrleitung zur Förderung des Feststoff-Wasser-Gemisches installiert war, verfüllt wurde.

3 Versatz im deutschen Steinkohlenbergbau

Die Wahl des Abbauverfahrens zur Gewinnung von Bodenschätzen hängt von den Lagerstättenbedingungen ab. Im modernen deutschen Steinkohlenbergbau kommt ausschließlich der Strebau (Abb. 5), ein untertägliches Abbauverfahren mit langfrontartiger Bauweise, zum Einsatz. Beim Strebau wird ein zumeist rechteckförmiger Flözteil zwischen zwei parallel verlaufenden Abbaustrecken hereingewonnen. Der als Gewinnungsort dienende Strebraum schreitet über die gesamte Länge des Abbaus („Baulänge“) fort. Dies führt zur zunehmenden Vergrößerung des "Alten Mannes", dem ausgekohlten Grubenraum, der nun das Bestreben hat, sich wieder zu schließen. (Reuther 1989, Preuße 2002)

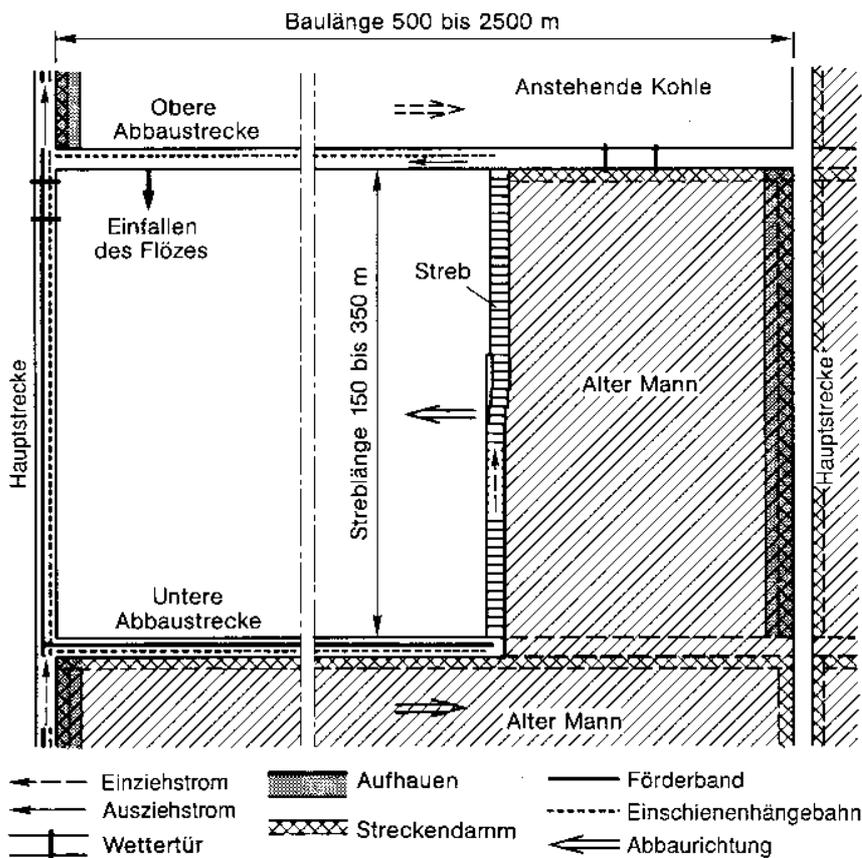


Abb. 5: Schematische grundrissliche Darstellung des Strebbaus (Reuther 1989)

Hinsichtlich der Behandlung der Hangendschichten über dem abgebauten Flöz kann der Strebau sowohl als Bruchbau – dies ist aus technisch/wirtschaftlichen Gründen im deutschen Steinkohlenbergbau heute ausnahmslos üblich – als auch als Versatzbau ausgestaltet sein.

Strebbruchbau

Beim Vorrücken der Strebfront brechen die das Kohleflöz überlagernden Schichten hinter dem Strebaubau in die durch den Abbau des Flözes entstandenen Hohlräume herein. Dieses Hereinbrechen der überlagernden Schichten wird als "Selbstversatz"

oder "Bruchbau" bezeichnet (Abb. 6). Durch das planmäßige, dem Abbaufortschritt folgende Zubruchwerfen der Dachsichten wird den Gebirgsschichten oberhalb der entstandenen Bruchzone ein neues Auflager gegeben; im Bruchaufwerk vorhandene Hohlräume werden durch den Überlagerungsdruck des Gebirges allmählich und fast vollständig wieder verschlossen.

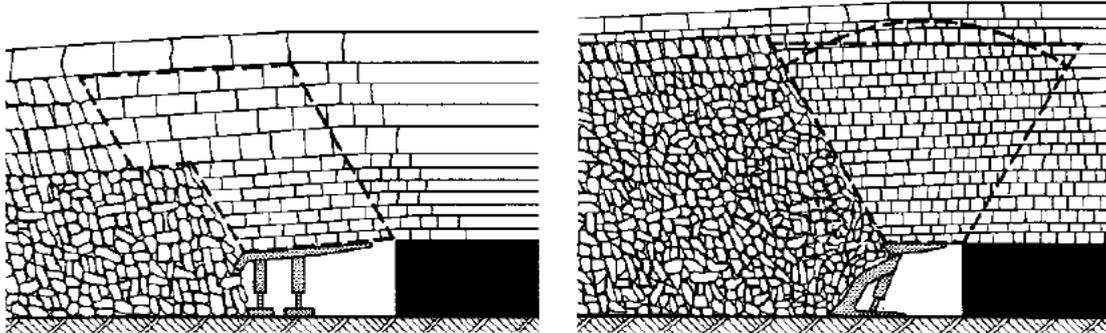


Abb. 6: Bruchbildung bei festen (links) und bei gebrächen Dachsichten (Reuther 1989)

Versatzbau

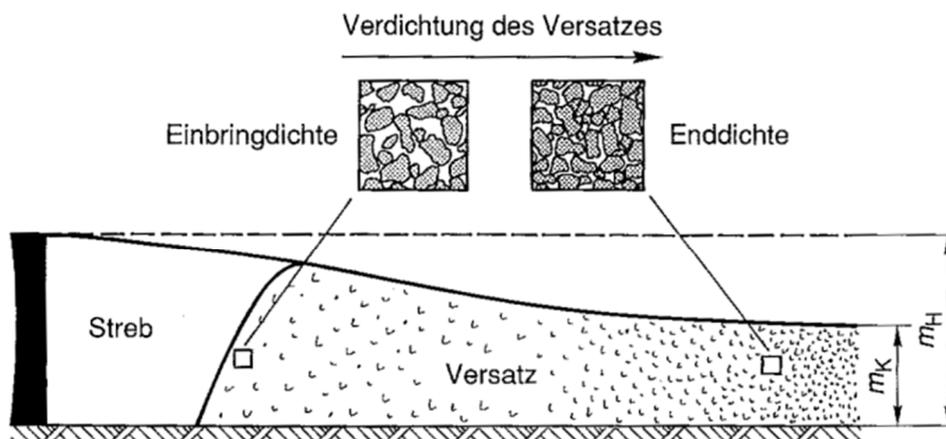
Eine Verringerung des sich übertägig einstellenden Absenkungsbetrages kann erreicht werden, wenn der durch den untertägigen Steinkohlenabbau geschaffene Hohlraum unmittelbar nach dem Strebdurchgang wieder verfüllt (= versetzt) wird. In der nachfolgenden Tabelle sind verschiedene Versatzverfahren genannt. Durch Laborversuche wiesen Knissel und Triebel (1991) nach, dass die durch den Gebirgsdruck erfolgende Kompaktion des Versatzkörpers die Dichtigkeit von Verfüllstoffen, insbesondere gegen Flüssigkeiten, fördert.

Tab. 2: Arten des Einbringens von Versatz in untertägige bergmännische Hohlräume (nach Reuther 1989, ergänzt nach Länderausschuss Bergbau 1996/2006)

Versatzverfahren		Einbringen des Versatzgutes
Handversatz		von Hand oder mit der Schaufel
Versatz mittels Schwerkraft	Sturzversatz	mithilfe der Schwerkraft auf Bergeböschung oder fester Rutsche
	Fließversatz	mithilfe der Schwerkraft durch Rohrleitung
Hydraulischer Versatz	Spülversatz	mithilfe der Schwerkraft oder einer Pumpe durch Rohrleitung mit <i>viel</i> Wasser
	Pumpversatz	mithilfe der Schwerkraft und/oder einer Pumpe durch Rohrleitung mit <i>wenig</i> Wasser
Maschinenversatz	Blasversatz	mithilfe von Druckluft durch Rohrleitung
	Schleuderversatz	mithilfe motorangetriebenen Kurzbandes
Stapelversatz	Versatz von Behältnissen	als Gebinde; z. B. Big-Bags, Fässer

Blasversatz

Im Ruhrbergbau wurde über Jahrzehnte in Kombination mit dem Strebbau das Blasversatzverfahren eingesetzt, ein pneumatisches Verfüllen der Abbauhohlräume mit hauptsächlich grobkörnigen Stoffen. Ab 1960 war der Blasversatz jedoch stark rückläufig. Grundlage dieses Verfahrens (Reuther 1989, Voss 1988, Preuße 2002) ist die schwebende Bewegung des Versatzgutes durch strömende Luft in Rohrleitungen. Die strömende Trägerluft bringt hierbei die zum Verblasen erforderliche Energie auf. Die Einschleusung des Versatzgutes in den Druckluftstrom der Rohrleitung erfolgt mithilfe der meist etwa 100 m vom Streb entfernt positionierten Blasversatzmaschine. Bei diesem Versatzverfahren konnte ein hoher Verfüllungsgrad des ausgekohlten Raumes und eine große Einbringdichte des Versatzgutes erreicht werden (Knissel und Triebel 1991). Das auflagernde Gebirge bewirkte anschließend ein Komprimieren (Abb. 7) der eingeblasenen, aus der Steinkohlenaufbereitung stammenden Waschberge (= von der verwertbaren Kohle abgetrennte Rückstände).



$$\text{Versatzfaktor } a = m_K/m_H$$

Abb. 7: Versatzverdichtung (Knissel und Triebel 1991)

Im deutschen Steinkohlenbergbau wurde Blasversatz im Wesentlichen aus folgenden Gründen eingebracht (Voss 1988, Hansel 1991, Länderausschuss Bergbau 1996/2006, Preuße 2002):

- Bergewirtschaft, Schonung von Bergehaldenkapazitäten
- Minderung von Bergschäden an der Tagesoberfläche, Reduzierung der Unterhaltungskosten des Grubengebäudes
- Bessere Gebirgsbeherrschung beim Abbau von Flözen mit großer Mächtigkeit
- Verbesserung des Grubenklimas durch Reduzierung des Wärmeflusses aus dem Gebirge in den Strebraum sowie Kühlung der Strebwetter
- Reduzierung der Brandgefahr, d. h. möglicher (Rest-)Kohle-Selbstentzündung in Folge des Abbaus

- Bessere Beherrschung des zuströmenden Grubengases
- Bessere Ausnutzung der Lagerstätte

Den Vorteilen des Einbringens von Versatz stehen auch Nachteile gegenüber (Haarmann 1991), insbesondere der logistische Aufwand für die Beförderung des Versatzgutes von der Tagesoberfläche bis zum Abbau – hierfür sind zusätzliche Anlagen und technische Einrichtungen erforderlich - sowie die organisatorische Abstimmung zwischen Gewinnungs- und Versatzbetrieb. Das Einbringen von Versatz ist also mit Investitionen und hohen Betriebskosten inklusive der Kosten für besonders geschultes Personal verbunden.

Hydraulischer Versatz

Beim hydraulischen Verfüllen untertägiger Hohlräume sind die *Dünnstromförderung* und die *Dickstoffförderung* zu unterscheiden (Knissel und Triebel 1991). In einer über- oder untertägigen Mischanlage wird ein fließfähiges Feststoff-Wasser-Gemisch nach einer bestimmten Rezeptur erstellt und über Rohrleitungen unter Nutzung der Schwerkraft (z. B. Falleitung im Schacht) und/oder Pumpenkraft dem Versatzfeld zugeführt.

Beim *Spülversatz* erfolgt eine Dünnstromförderung eines gut entwässerbaren Wasser-Feststoff-Gemisches, das keine Schadstoffe enthalten darf. Nach Einbringen der Spültrübe in den Abbauhohlraum wird das Transportwasser vom Feststoff getrennt, aufgefangen und geklärt zur Mischanlage zurückgepumpt. (Reuther 1989, Knissel und Triebel 1991, Länderausschuss Bergbau 1996/2006)

Demgegenüber zielt die Dickstoffförderung beim *Pumpversatz* darauf ab, ohne eine Entwässerung des Versatzgutes das Transportwasser im Versatzfeld und ggf. im trockenen Nebengestein des Flözes zu binden. Es handelt sich also um einen erhärtenden, selbstverfestigenden Versatz mit puzzolanischen, abbindenden Eigenschaften, die ggf. auch durch Hinzufügen von Bindemitteln erreicht werden. Um Rohrleitungsverstopfungen bei Förderunterbrechung zu vermeiden, enthält die Rezeptur des Feststoff-Wasser-Gemisches weitere Zuschlagstoffe wie z. B. Fließmittel, Erstarrungsverzögerer etc. (Reuther 1989, Knissel und Triebel 1991, Länderausschuss Bergbau 1996/2006).

Bruchhohlraumverfüllung

Das Verfahren der Bruchhohlraumverfüllung wurde in Kombination mit dem Strebbruchbau entwickelt (Maurer und Sill 1989, Jäger et al. 1990, Pollmann und Wilke 1994). Hierbei handelt es sich um ein hydraulisches Versatzverfahren mit Dickstoffförderung. Die Bruchhohlraumverfüllung ist als *Nachversatz* zu bezeichnen, ein dem abbaubedingten Zubruchgehen der Dachsichten insbesondere aus bergtechnischen und bergsicherheitlichen Gründen nachfolgendes planmäßiges Verfüllen der im Bruchhaufwerk verbliebenen Hohlräume. Das Versatzgut (pastöses Feststoff-Wasser-Gemisch) wurde mithilfe der Schwerkraft sowie durch Pumpenenergie in die Bruchhohlräume verpresst (Abb. 8). Der Wassergehalt des pastösen Versatzgutes musste so gering sein, dass das Wasser bzw. die Trübe zur Gänze im Alten Mann, d. h. im Bruchfeld, verblieb. Dieses im Rahmen untertägiger Abfall-/Reststoffverwertung angewendete Verfahren wird im Kapitel 5 näher erläutert.

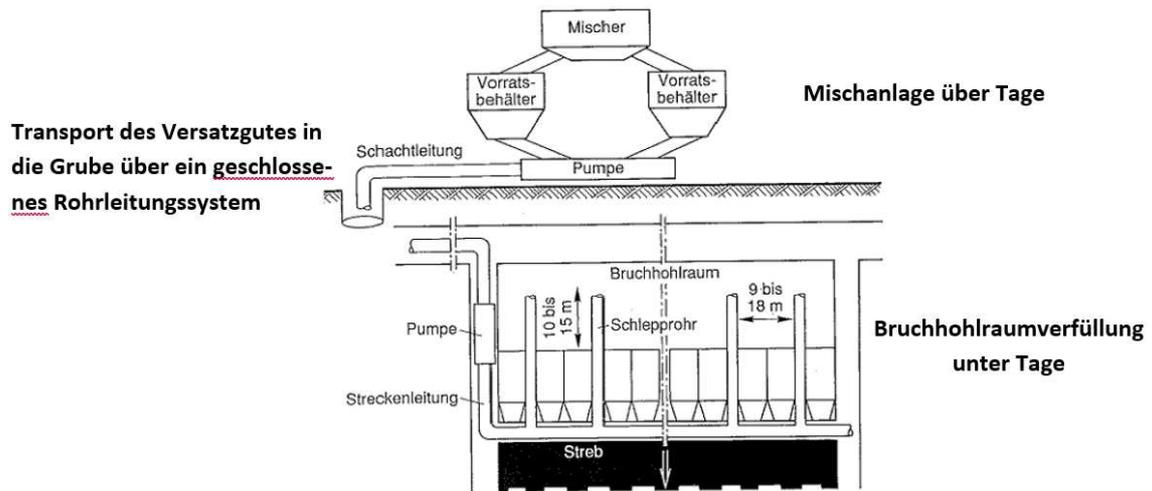


Abb. 8: Bruchhohlraumverfüllung – Einbringen pastöser Massen mit Schlepprohren (Plate 1988, ergänzt)

4 Möglichkeiten der umweltverträglichen Verbringung von Abfällen in untertägige Grubenbaue des Steinkohlenbergbaus

4.1 Abfallbegriffe im Zeitraum der Bruchhohlraumverfüllung

Auf Bundesebene erfolgte eine Zusammenfassung des Abfallrechts erstmals im Jahre 1972 in einem eigenen Gesetz. Das *Abfallbeseitigungsgesetz* verpflichtete zur ordnungsgemäßen Beseitigung von Abfällen.

Neben der Beseitigung von Abfällen regelte dann das *Abfallgesetz* von 1986 auch die Verwertung und die Vermeidung von Abfällen und gab der Abfallverwertung „Vorrang vor der sonstigen Entsorgung...“. Bereits das *Bundes-Immissionsschutzgesetz* von 1974 verpflichtete die Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen, „die beim Betrieb der Anlagen entstehenden Reststoffe ordnungsgemäß und schadlos [zu verwerten] oder, soweit dies technisch nicht möglich und wirtschaftlich nicht vertretbar ist, als Abfälle ordnungsgemäß [zu beseitigen]“.

Das *Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz* von 1994 (1996 in Kraft getreten) zielte insbesondere auf eine Förderung der Abfallvermeidung ab und setzte die europäische Neuordnung des Abfallbegriffes in bundesdeutsches Recht um. Mit der Änderung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes in 2006 wurde die Anpassung an die europarechtliche Terminologie fortgeführt. Eine weitere Novellierung des Abfallrechts erfolgte durch das *Kreislaufwirtschaftsgesetz* von 2012, dessen Zweck die Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen und die Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen ist.

Die Bruchhohlraumverfüllung mit Abfall-/Reststoffen in Bergwerken der RAG fiel in den Geltungszeitraum des Abfallgesetzes von 1986 und des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes von 1994 sowie – im Falle des Bergwerks Walsum - auch in den Geltungszeitraum der *Abfallverzeichnis-Verordnung* von 2001 (2002 in Kraft getreten). Im Rahmen des Gutachtens ist die in der Tabelle 3 dargestellte Entwicklung der Abfallbegriffe zu berücksichtigen. In Rechtsverordnungen wurden diejenigen Abfälle/Reststoffe, die einer (besonderen) Überwachung bedürfen, je nach Abfallart und Abfallherkunft mit 5-stelliger, ab 1999 6-stelliger Schlüsselnummer festgelegt. Die Möglichkeit der Verwertung ist für diese zu prüfen.

Das damalige Bundesabfallgesetz (AbfG) galt nicht für bergbauliche Abfälle, die beim Aufsuchen, Gewinnen und Aufbereiten (z. B. Flotationsberge) in den unter Bergaufsicht stehenden Betrieben anfielen. Somit waren für die Abfallentsorgung der sog. bergbaulichen Abfälle die Regelungen des Bundesberggesetzes anzuwenden. Im Betriebsplanverfahren war u. a. zu prüfen, ob die Bestimmungen des § 55 Abs. 1 Ziffer 6 BBergG zur ordnungsgemäßen Abfallbeseitigung eingehalten wurden. Hierfür wurden diesbezüglich Richtlinien des LOBA im Betriebsplanverfahren zur Geltung gebracht. So wurde sichergestellt, dass auch abfallrechtliche Bestimmungen des Bundes materiell übernommen wurden.

Die im BW Haus Aden/Monopol zwischen April 1993 und Februar 1998 als Bruchhohlraumverfüllung eingebrachten Feststoff-Wasser-Gemische enthielten die im Detailbericht 1 dokumentierten überwachungsbedürftigen Reststoffe sowie bergbauliche Abfälle (Flotationsberge). Nach aktueller Abfallrechtsnomenklatur handelt es sich bei den überwachungsbedürftigen Reststoffen bzw. besonders überwachungsbedürftigen Abfällen zur Verwertung um *gefährliche Abfälle zur Verwertung* (Tab. 3).

Tab. 3: Abfallrechtliche Begriffe, unterschieden nach Entsorgungsziel (Beseitigung/ Verwertung) und Überwachungserfordernis, im Zeitraum der Bruchhohlraumverfüllung in Bergwerken der RAG von 1989 bis 2004

(VO = Rechtsverordnung)

Zeitraum	Beseitigung		Verwertung		
ab 1986	Abfälle		Reststoffe		
	Besonders überwachungsbedürftige Abfälle gem. VO	Abfälle	Überwachungsbedürftige Reststoffe gem. VO	Reststoffe	
ab 1996	Abfälle zur Beseitigung		Abfälle zur Verwertung*		
	Besonders überwachungsbedürftige Abfälle gem. VO	Überwachungsbedürftige Abfälle	Besonders überwachungsbedürftige Abfälle gem. VO	Überwachungsbedürftige Abfälle gem. VO	Nicht überwachungsbedürftige Abfälle
ab 2002	Abfälle zur Beseitigung		Abfälle zur Verwertung		
	Besonders überwachungsbedürftige, gefährliche Abfälle gem. VO	Überwachungsbedürftige Abfälle	Besonders überwachungsbedürftige, gefährliche Abfälle gem. VO	Überwachungsbedürftige Abfälle gem. VO	Nicht überwachungsbedürftige Abfälle
ab 2006	Abfälle zur Beseitigung		Abfälle zur Verwertung		
	Gefährliche Abfälle gem. VO	Nicht gefährliche Abfälle	Gefährliche Abfälle gem. VO	Nicht gefährliche Abfälle	

* Der Begriff „Reststoffe“ wurde nach den Übergangsvorschriften der Verordnung zur Einführung des Europäischen Abfallkatalogs, EAK-Verordnung (EAKV) vom 13. September 1996, noch bis zum 31. Dezember 1998 verwendet. Damit sollte den Bescheidnehmern und der Verwaltung der Übergang in die europäische Abfallnomenklatur ermöglicht werden.

4.2 Grundprinzipien der umweltverträglichen Verbringung von bergbau-fremden Abfällen im Steinkohlenbergbau

Die Umweltverträglichkeit der Verbringung von Abfällen im Ruhrbergbau kann nicht in genereller Weise beurteilt werden. Vielmehr sind die örtlichen Gegebenheiten im jeweiligen Einzelfall einer Untertageverbringung zu analysieren.

Werden schadstoffhaltige Abfälle in tiefe Grubenbaue des Steinkohlenbergbaus verbracht, dann sind aufgrund großräumig vorhandener natürlicher oder durch den Bergbau geschaffener künstlicher, dem Fließen von Wasser einen nur geringen Widerstand entgegengesetzter Wegsamkeiten insbesondere eine Kontamination der Grubenwässer und eine damit verbundene mögliche Ausbreitung von Schadstoffen bis in die nutzbaren Grundwasserhorizonte zu verhindern (Wilke 1991, Wilke und Dartsch 1995). Der *Besorgnisgrundsatz des Wasserhaushaltsgesetzes* verlangt, dass der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen nicht zu einer nachteiligen Veränderung der Eigenschaften von Gewässern führen darf.

In der *Machbarkeitsstudie* (Jäger et al. 1990, Wilke 1991, Ministerien für Wirtschaft und für Umwelt 2013) wurde untersucht, ob und in welcher Weise das Risiko einer Schadstoffausbreitung mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann.

Die in einem Zeitraum von mehr als zweieinhalb Jahren angefertigte Studie beschreibt, unter welchen Voraussetzungen eine Verbringung von bestimmten Abfällen im Steinkohlenbergbau möglich ist. Hierfür ungeeignet sind insbesondere Abfälle pflanzlichen und tierischen Ursprungs sowie von Veredlungsprodukten, Abfälle chemischer Umwandlung und Syntheseprodukte, radioaktive Abfälle, Siedlungsabfälle (Landesamt für Wasser und Abfall 1987). Nach Plate (1991) sind darüber hinaus aus grubensicherheitslichen und arbeitshygienischen Gründen „...explosible, selbstentzündliche, leicht entflammbare, gefährlich ausgasende und infektiöse Stoffe...“ für die Verbringung ungeeignet.

Die jeweiligen Abfalleigenschaften sind maßgeblich dafür, ob die Untertageverbringung *immissionsneutral* erfolgen kann – dies ist dann laut Machbarkeitsstudie in allen Grubenbauen des Steinkohlenbergbaus vertretbar - oder ob ein nur in bestimmten Bereichen und unter bestimmten Voraussetzungen erreichbarer *vollständiger Einschluss* der Abfälle das sichere und dauerhafte Fernhalten der Schadstoffe von der Biosphäre gewährleistet. Die aus der Deponietechnik bekannten Begriffe der Immissionsneutralität und des vollständigen Einschlusses wurden in der Machbarkeitsstudie speziell für die Gegebenheiten des Steinkohlenbergbaus definiert.

4.2.1 Immissionsneutrale Untertageverbringung

Werden Abfälle in längerfristig offene, dem Aufschluss der Lagerstätte und der Vorbereitung des Abbaus dienende Grubenbaue des Steinkohlenbergbaus eingebracht, und können aus den eingebrachten Materialien Schadstoffe in das Einbringungsmilieu, insbesondere in das Grubenwasser gelangen, so besteht die Möglichkeit, dass diese über den Wasserweg bis in die Biosphäre transportiert werden.

Unter solchen Bedingungen ist nur eine immissionsneutrale Verbringung von Abfällen vertretbar, wobei die chemische Beschaffenheit der Stoffe bekannt und gleichbleibend sein muss. Die immissionsneutrale Verbringung ist zunächst dadurch definiert, dass das den Verbringungsbereich umgebende Grubenwasser die jeweiligen Schadstoffe geogen bereits in einer Konzentration enthält, die eine weitere Aufnahme aus den eingebrachten Abfällen verhindert. Abfälle mit geringerem Schadstoffpotential (z. B. Flugaschen und –stäube aus kohlebefeuerter Kraftwerken) kommen hierfür in Frage. Eine immissionsneutrale Untertageverbringung sei in Einzelfällen aber auch dann möglich, wenn die eingebrachten Materialien durch ihre Beschaffenheit eine innere Barriere bilden, die eine Freisetzung der Schadstoffe ausschließt. (Jäger et al. 1990)

Bei der Untersuchung von Abfällen mit einem höheren Schadstoffpotential (z. B. Rückstände aus Müllverbrennungsanlagen) wurde festgestellt, „dass die Elution mit dem Grubenwasser in der Regel für bestimmte Schadstoffe einen höheren Austrag ergab als bei der Eluierung mit entmineralisiertem Wasser“ (Wilke 1991). Kann das Grubenwasser die eingebrachten nicht immissionsneutralen Abfälle durchströmen, so ist ein Schadstoffaustrag in das Grubenwasser – über dessen geogene Vorbelastung hinaus - zu besorgen. Unter solchen Bedingungen ist eine umweltverträgliche Untertageverbringung also nur nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses möglich.

4.2.2 Untertageverbringung nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses

Nach Einschätzung der Machbarkeitsstudie lässt sich im Steinkohleengebirge ein relativ kleinräumiger vollständiger Einschluss nicht immissionsneutraler Abfälle unter folgenden für die Langzeitsicherheit relevanten Voraussetzungen erzielen, wobei die Kombination verschiedener Barrieren (Jäger et al. 1990, Wilke 1991, vgl. Czech 1993, vgl. Thein et al. 1997) einen Schadstoffaustrag verhindern soll:

1) Hydraulische Bruchhohlraumverfüllung

Unmittelbar hinter dem Gewinnungstreb (Abb. 5 und 6) brechen die Dachschichten in den durch den Abbau der Kohle entstandenen Hohlraum hinein. In dieses Bruchfeld werden die Abfälle hydraulisch als Bruchhohlraumverfüllung (Kap. 5.2) eingebracht, wobei eine gegebenenfalls durch Zuschlagstoffe erreichte Hydratationsfähigkeit und in Verbindung mit der Bruchfeldkompaktierung entstehende Dichtigkeit des eingebrachten Materials gefordert wird (innere hydraulische Barriere). Dieser Nachversatz muss in unmittelbarer Folge des Verhiebs der Kohle geschehen, da schon kurze Zeit später die Verdichtung des Bruchhaufwerks so weit fortgeschritten ist, dass dieses praktisch keine Hohlräume mehr enthält, die verfüllt werden könnten. Je nach Lage des Verbringungsgebietes innerhalb des Bruchfeldes ist dieser in geeigneter Weise gegenüber dem allgemeinen Grubengebäude abzudichten.

Die Entwicklung des Verfahrens zur Bruchhohlraumverfüllung begann 1982 (Hamm 1991). Erst nach Durchführung verschiedener über- und untertägiger Versuche wurde es ab 1993 im Bergwerk Haus Aden/Monopol zur Verbringung besonders überwachungsbedürftiger Abfälle bergbaufremder Herkunft zur Verwertung im Zuge laufender Abbaubetriebe eingesetzt (Kap. 5.1 und 5.2).

Die im Selbstversatz unmittelbar nach dem Verhieb der Kohle hereinbrechenden Nebengesteinsschichten und das eingebrachte Feststoff-Wasser-Gemisch bilden nach der Kompaktierung (s.u. Nr. 4) und Aushärtung einen schlüssigen Gesteinskörper, der eine Durchströmung weitgehend verhindert. Im Gegensatz dazu verbleiben beim Verbringen von Abfällen in längerfristig offene Grubenbaue aufgrund der in der Regel geringeren Kompaktierung Unstetigkeitszonen, die zu Wasserwegsamkeiten führen können und dadurch ggf. eine Schadstoffausbreitung ermöglichen. Solche Unstetigkeitszonen sind nur beim Verbringen von Abfällen in Hohlräume in einem trockenen, absolut wasserfreien stillgelegten Salzbergwerk unschädlich (Kind 1991).

Die Verfasser der Machbarkeitsstudie weisen darauf hin, dass bei geeigneter Beschaffenheit der Nebengesteinsschichten (Nr. 2) auch in den Abbaubegleitstrecken eine Verbringung von Abfällen nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses möglich sei. Im Gegensatz zu den langfristig offenen Grubenbauen tritt in diesen Strecken ein erheblicher Gebirgsdruck auf, der ein Konvergieren der Strecken bewirkt. Abfälle könnten hier hydraulisch oder auch in Gebinden verbracht werden, in jedem Fall sei ein sicherer Abschluss der Abbaubegleitstrecken gegen das weitere Grubengebäude zu gewährleisten.

2) Tonmineralreiches Nebengestein

Zur weiteren Aufnahme gegebenenfalls schadstoffbelasteten Transportwassers sowie zur Gewährleistung der ausreichenden, durch den Gebirgsdruck initiierten Kompaktierung der eingebrachten Stoffe müssen die unmittelbaren Dachschichten

des Flözes tonige Bestandteile in ausreichender Mächtigkeit aufweisen. Gebirgsschichten von überwiegend grobkörniger oder klüftiger Beschaffenheit können aufgrund ihrer Wasserdurchlässigkeit nicht in Betracht kommen. Darüber hinaus ist es erforderlich, dass das Haupthangende oberhalb der Dachschichten ein quasiplastisches Verformungsverhalten in Folge des Abbaus zeigt, um einen dichten Abschluss zu erreichen. Die Schichten müssen sich ohne makroskopische Brüche oder Auflockerungen auf das Bruchhaufwerk auflegen.

Bei einer Mächtigkeit tonmineralreicher Schichten von jeweils 20-25 m im Hangenden und im Liegenden des nachversetzten Abbaus wird von einer ausreichenden Dichtigkeit des umgebenden Gesteins und auch einer Fähigkeit zur Schadstoffadsorption ausgegangen (äußere hydraulische Barriere und äußere geochemische Barriere). „Diese Situation ist insbesondere in den Schichten des Mittelkarbons im Bereich der Zollverein-Flözgruppe bzw. bei den sogenannten Buchstaben- und Namens-Flözen [„Essener Schichten“, Wilke 1991] anzutreffen. Ob und inwieweit auch andere Teile des flözführenden Karbons für eine solche Verbringung in Frage kommen, ist von der Beurteilung des jeweiligen Einzelfalles abhängig zu machen; ...“ (Jäger et al. 1990).

Im Ruhrrevier ist das rund 3.000 m mächtige flözführende Oberkarbon stratigraphisch in sechs, mit Ortsnamen belegte Schichtenpakete (Tab. 4) mit unterschiedlichem Inkohlungsgrad, d. h. zur Teufe hin abnehmenden Gehalten an Wasser und flüchtigen Bestandteilen gegliedert.

Wie von Kukuk und Hahne (1962) sehr ausführlich beschrieben, weist das Nebengestein der Kohlenflöze in allen der in der Tabelle 4 genannten Schichtengruppen im Wesentlichen Trümmergesteine mit wechselnden Mengen von Quarz- und Tonerdemineralen auf. In petrographischer Grobansprache sind dies Schiefer-ton, Sandschiefer-ton, Sandstein und Konglomerat.

Die Schichtengruppen des Steinkohleengebirges weisen hinsichtlich der Ausbildung des Nebengesteins der Kohle jeweils besondere Merkmale auf (Kukuk und Hahne 1962):

- In den Sprockhöveler Schichten sind im Nebengestein der Kohle zahlreiche mächtige Sandsteine mit Konglomeraten sowie Eisensteinlagen und auch marine Einlagerungen anzutreffen.
- In den Wittener Schichten können die Einzelflöze vielfach anhand mariner Einlagerungen im Nebengestein oder auch anhand mächtiger, meist mit Quarzkonglomeraten durchsetzter Sandsteinbänke identifiziert werden.
- Die Bochumer Schichten enthalten im unteren sowie im mittleren Abschnitt mehrere mächtige, wechsellagernde Sandsteinbänke, im oberen Abschnitt jedoch überwiegend Schiefer-ton. Darüber hinaus treten marine und nicht marine Einlagerungen sowie Pflanzenschichten auf.
- Die Essener Schichten (Abb. 9) enthalten überwiegend toniges Nebengestein, kaum mächtigere Sandsteine. Im Laura-Victoria-Abschnitt sind häufig Muschelschichten in einem überwiegend gebräunten Bänderschiefer-ton anzutreffen. Im Zollverein-Abschnitt und auch in dem Abschnitt der unteren Buchstabenflöze treten oft aushaltende Pflanzenlagen auf.
- Die Horster Schichten sind sehr viel sandsteinreicher als die tieferen Gebirgsschichten. Einige Flöze dieses Schichtenabschnitts werden von beständigen und mächtigen Sandsteinbänken über- bzw. unterlagert.
- Die Dorstener Schichten enthalten zahlreiche konglomeratische Sandsteine. Zu nennen sind auch die mächtige fossilreiche Meeresschicht über Flöz Ägir und die feuerfesten Tone in den Flözen Erda und Hagen.

Tab. 4: Stratigraphische Gliederung des Steinkohlengebirges im Oberkarbon mit Angabe der Grenzhorizonte (nach Kukuk und Hahne 1962)

Stratigr. Stufe	Alte Schichtenbezeichnung	Neue Schichtenbez.		Mächtigkeit ca.	Grenzhorizont	
Westfal	Oberes (C)	Flammkohlen-Schichten	Dorstener Schichten	Obere	140 m	Tonsteinflöz Hagen
				Untere	220 m	Marine Schicht über Fl. Ägir
	Mittleres (B)	Gasflammkohlen-Schichten	Horster Schichten	Obere	150 m	Konglomerat über Fl. T
				Untere	210 m	Dominaschicht über Fl. L
		Gaskohlen-Schichten	Essener Schichten	Obere	210 m	Fl. Zollverein 1
				Mittlere	140 m	Fl. Zollverein 9
				Untere	135 m	Marine Schicht über Fl. Katharina
	Unteres (A)	Fettkohlen-Schichten	Bochumer Schichten	Obere	150 m	Fl. Hugo
				Mittlere	230 m	Konglomerat über Fl. Präsident
				Untere	250 m	Marine Schicht über Fl. Plaßhofsbank
Eßkohlen-Schichten		Wittener Schichten	Obere	150 m	Marine Schicht über Fl. Finefrau Nbk.	
			Untere	220 m	Marine Schicht über Fl. Sarnsbank	
Namur	Magerkohlen-Schichten	Sprockhöveler Schichten	Obere	290 m	Konglomerat über Fl. Neufloz	
			Untere	340 m	Liegende Werksandsteinbank	

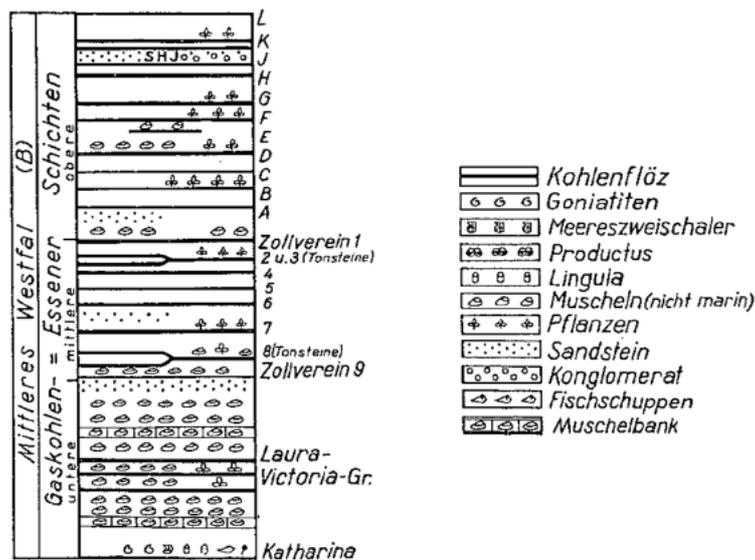


Abb. 9: Schematischer Schichtenschnitt durch die Essener Schichten (Kukuk und Hahne 1962)

Im Vergleich der Schichtengruppen des Steinkohlengebirges kann festgestellt werden, dass die Essener Schichten aufgrund des überwiegend tonigen Nebengesteins am ehesten für die Verbringung von Abfällen nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses in Betracht kommen. Dies entspricht der in der Machbarkeitsstudie für die Anwendung der Bruchhohlraumverfüllung empfohlenen Schichtengruppe. Auf das Erfordernis der Überprüfung der konkreten Verbringungssituation hinsichtlich der Gewährleistung des vollständigen Einschlusses sei in diesem Zusammenhang noch einmal hingewiesen.

3) Abstand von mindestens 20-25 m zur nächsttieferen und zur nächsthöheren Sohle

Ein Grubenwasserwiederanstieg nach Stilllegung des Bergbaus und Einstellung der Wasserhaltung ist hinsichtlich einer möglichen Schadstoffausbreitung besonders kritisch. Eine allmähliche Durchströmung des Verbringungsbereiches kann hierbei einen Schadstoffaustrag in das Grubenwasser bewirken. Um eine weitere Schadstoffausbreitung über Wasserwegsamkeiten in längerfristig offenen Grubenbauen zu unterbinden, fordert die Machbarkeitsstudie einen Abstand des Verbringungsbereiches von mindestens 20-25 m sowohl zur nächsttieferen als auch zur nächsthöheren Sohle. Bis zum Erreichen der fortgeschrittenen, „weit weniger kritisch zu beurteilenden“ (Jäger et al. 1990) Phase eines Grubenwasseranstiegs, in der sich der Verbringungsbereich dann bereits unterhalb des Grundwasserspiegels befindet, biete dieser Abstand eine hinreichende Sicherheit gegenüber einem Schadstoffaustrag aus dem verbrachten Material.

4) Teufe mindestens 800 m

Durch das im tiefen Bergbau hinreichende Ausmaß des Gebirgsdrucks der überlagernden Schichten – in der Machbarkeitsstudie wird eine Teufe von mindestens 800m gefordert – und durch den abbaubedingten, der Gewinnungsfront nacheilenden zusätzlichen Gebirgsdruck wird das Bruchhaufwerk inkl. des eingebrachten Materials in einen neuen Gebirgsverband überführt (äußere hydraulische Barriere); „das eingebrachte Material wird quasi in das Gebirge eingebaut – mit einer durch in-situ-Messungen nachgewiesenen sehr geringen Wasserdurchlässigkeit, praktisch Wasserdichtigkeit“ (Jäger et al. 1990).

Nach Hollmann (1995) kommt es im klastischen Gebirge gemäß der Abbildung 10 zu einer abbaubedingten Auflösung des Gebirgsverbandes in der Dachschichtenzone über dem Abbau, deren Mächtigkeit bei Bruchbau dem Dreifachen der in einem zusammenhängenden Teufenabschnitt „Verbandsauflösung/Verbandszerrüttung“ insgesamt gebauten Flözmächtigkeit abzüglich der wirksamen Versatzhöhe entspricht. Die Dachschichten lösen sich vom Haupthangenden und brechen in den Abbauhohlraum hinein.

Oberhalb der Zone der Verbandsauflösung erfolgt eine Zerrüttung und darüber eine Auflockerung des Gebirgsverbandes, die jeweils mit zunehmendem vertikalem Abstand vom Abbau abnehmen. Beim oberflächennahen Bergbau, dessen Teufe gemäß Abbildung 10 das 60-fache der Abbaumächtigkeit (abzüglich der wirksamen Versatzhöhe) nicht übersteigt, kann es unter Auflast zur Nachverdichtung von Gefügeflockerungen kommen, beim tagesnahen Bergbau mit geringer Festgesteinsüberdeckung darüber hinaus zu Tagesbrüchen.

Der tiefe Bergbau, der zu einer Senkungsverformung der Erdoberfläche führt, umfasst alle Grubenbaue unterhalb der Teufengrenze des oberflächennahen Bergbaus. Nach dem Abklingen der Bewegungsvorgänge, im Steinkohlenbergbau in der Regel wenige Jahre nach dem letzten Abbau, befindet sich das Gebirge wieder in einem stabilen Zustand.

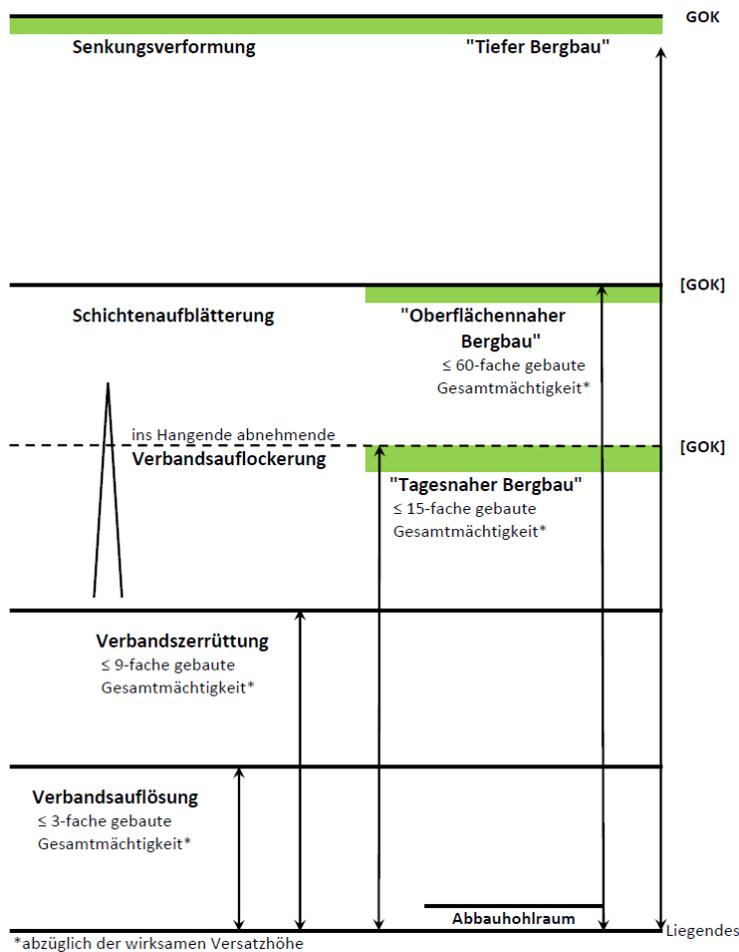


Abb. 10: Teufenabfolge der Phasen der Senkungsbewegung im klastischen Gebirge (nach Hollmann 1995)

Die geforderte Mindestteufe von 800 m gewährleistet somit die Kompaktierung des nachversetzten Bruchaufwerks und des Nebengesteins in relativ kurzer Zeit, was in Verbindung mit der Forderung nach tonmineralreichem Nebengestein (Nr. 2, quasi-plastisches Verformungsverhalten) zu einer sehr geringen Wasserdurchlässigkeit des Verbringungs-bereiches und seines näheren Umfeldes führt. Die zwischenzeitliche Beeinflussung des Gebirgsverbandes ist damit vor Beginn der Phase des Grubenwasserwiederanstieges (s. Nr. 3) neutralisiert, d. h. es kann von einer Abdichtung gegenüber längerfristig offenen Strecken und den durch diese gebildeten Wasserwegsamkeiten ausgegangen werden.

5) Sicherheitsabstand zu potenziellen Wasserwegsamkeiten

Ergänzend zur Grundvoraussetzung Nr. 3 fordert die Machbarkeitsstudie die Einhaltung oder ggf. durch Abdämmen gewährleistete Wiederherstellung eines Sicherheitsabstandes zu wasserführenden geologischen Störungen und weiteren potenziellen Wasserwegsamkeiten wie Schächten und Blindschächten. Die Dimensionierung des Sicherheitsabstandes könne z. B. auf Grundlage der bergbehördlichen Vorschriften über die Bemessung von Schutzfesten gegenüber untertägigen Wasseransammlungen (Standwässern) erfolgen.

6) Ausreichende hydrogeologische Systemkenntnis

Ein weiterer Aspekt der Gewährleistung des vollständigen Einschlusses sei die Verifizierung des Nichtvorhandenseins potenzieller Wasserwegsamkeiten, beispielsweise auf geologischen Störungen, im Umfeld des geplanten Verbringungsgebietes. Eine Vorfelderkundung zum Nachweis einer solchen Störungsfreiheit könne beispielsweise durch folgende Maßnahmen erfolgen:

- Über- oder Unterbauung in einem anderen Flöz
- Auffahren von Erkundungsstrecken
- Geophysikalische Messungen (Flözwellenseismik, Durchschallung)

In der Machbarkeitsstudie wurden noch weitere, in der Verbringungsphase hinsichtlich der Grubensicherheit und des Arbeitsschutzes erforderliche Voraussetzungen definiert sowie die Situationen während und nach einem Grubenwasserwiederanstieg diskutiert. Diese werden hier jedoch nicht betrachtet.

4.3 Rechtliche Einordnung der Bruchhohlraumverfüllung mit bergbau-fremden Abfällen

Werden vom Bergbau über- oder untertägig geschaffene Hohlräume mit *bergbaulichen* Abfällen verfüllt, so handelt es sich um eine bergtechnische Verwertung dieser beim Aufsuchen, Gewinnen, Aufbereiten und Weiterverarbeiten von Bodenschätzen anfallenden Abfälle. Hierdurch wird z. B. die übertägige Haldenkapazität geschont. Darüber hinaus können auch geeignete *bergbaufremde* Abfälle mineralischen Ursprungs zur Verfüllung bergmännischer Hohlräume eingesetzt werden (Füer 1991, Plate 1991), z. B. zur Überbrückung von Entsorgungseingängen bezüglich dieser Stoffe.

Nach Plate (1991) orientiert sich die Risikobewertung der untertägigen Verwertung oder Beseitigung bergbaufremder Abfälle unabhängig von der Art des durchgeführten Zulassungsverfahrens an dem jeweiligen Gefährdungspotential dieser Stoffe: „Voraussetzung für die untertägige Verwertung oder Ablagerung ist auf jeden Fall der Nachweis der Unschädlichkeit insbesondere in ökologischer und arbeitssicherheitlicher Hinsicht. Der Nachweis der Unschädlichkeit in ökologischer Hinsicht bedeutet dabei vor allem den Nachweis der Grundwasserunschädlichkeit und zwar sowohl für den überschaubaren Zeitraum des Bergwerks- bzw. Deponiebetriebs, als auch für den Langfristzeitraum danach“.

Sind bergbaufremde Abfälle zur schadlosen Verwertung in einem Bergwerk vorgesehen, so wird das bergrechtliche Betriebsplanverfahren angewendet (Abb. 11; die in der Abbildung genannten Bezeichnungen sind zum Teil nicht mehr aktuell). Eine Verwertung liegt dann vor, wenn durch die Einbringung bergtechnische, grubensicherheitliche und bergwirtschaftliche Verbesserungen zu erzielen sind (vgl. Kap. 3). Das Betriebsplanverfahren berücksichtigt dabei in pragmatischer Weise die veränderlichen Bedingungen des fortschreitenden Bergbaubetriebes. Handelt es sich jedoch um eine Beseitigung in einem Bergwerk, bei der die Verbringung der Stoffe nicht bergtechnisch oder grubensicherheitlich begründet ist, so wird ein abfallrechtliches Genehmigungsverfahren oder Planfeststellungsverfahren mit UVP durchgeführt.

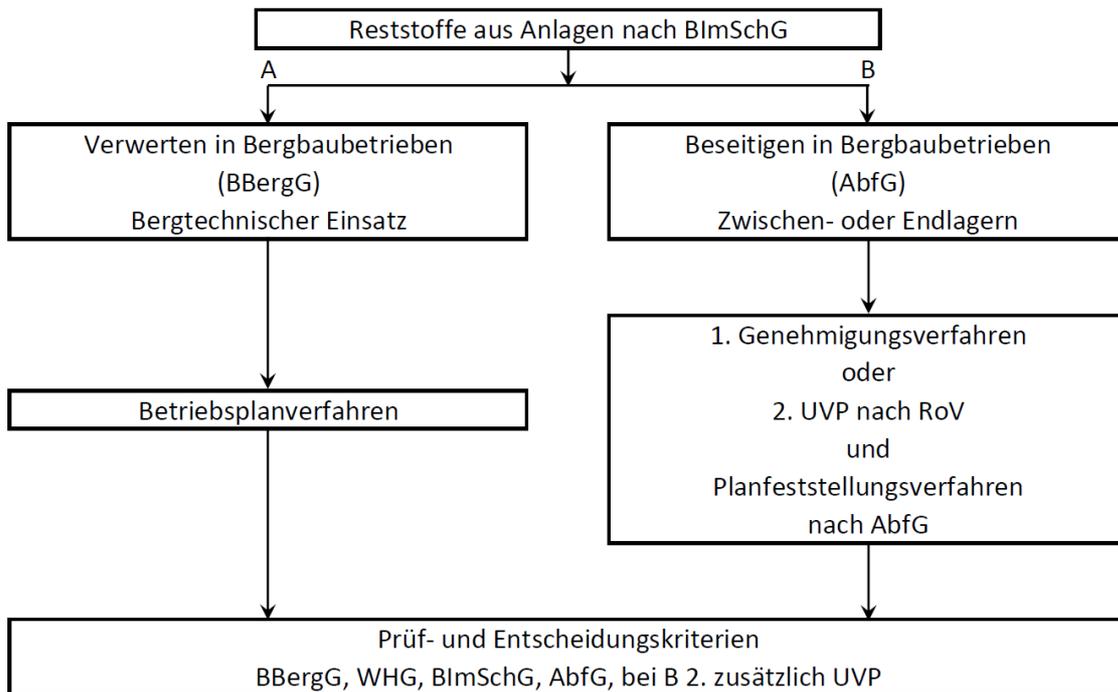


Abb. 11: Verwertung und Beseitigung bergbaufremder Abfälle in Bergwerken (nach Fürer 1991)

Für das Bergwerk Haus Aden/Monopol wurde am 12.02.1993 der erste Sonderbetriebsplan bezüglich der Reststoffverwertung als Nachversatz zur Bruchhohlraumverfüllung durch das Bergamt Kamen zugelassen. Hierbei wurde festgelegt, dass außer Flotationsbergen und Feinbergen sowie Reststoffen aus kohlegefeuerten Kraftwerken/Feuerungsanlagen nur Filterstäube und Rauchgasreinigungsrückstände aus Hausmüll- und Klärschlammverbrennungsanlagen sowie Gießerei-Altsande zur untertägigen Verwertung angenommen werden durften. In der Begründung der Zulassung wurde dargelegt, dass die Bruchhohlraumverfüllung bergtechnische, gruben- und arbeitssicherheitliche Ziele verfolgte und daher als Verwertung bergbaufremder Abfälle/Reststoffe eingestuft wurde.

Gegen diese Sonderbetriebsplanzulassung hatte der BUND geklagt. Dieser sah das Vorhaben als der Beseitigung von Abfall dienend an und hielt ein abfallrechtliches Planfeststellungsverfahren für erforderlich, in dessen Rahmen er hätte mitwirken, Einsicht in die einschlägigen sachverständigen Gutachten und Einfluss auf die Abwägung nehmen können.

Auf Grund der Klage des BUND bestätigte das Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen in seinem Beschluss vom 18.7.1997 (Az: 21 B 1717/94) die Rechtmäßigkeit der untertägigen Abfallverwertung und damit der bergrechtlichen Zulassung: „Der Einsatz der ... Reststoffe zur Bruchhohlraumverfüllung als Nachversatz ist stoffliche Verwertung, nämlich die Nutzung der stofflichen Eigenschaften der Stoffe zu einem konkreten Zweck, die eine auf die schadlose Verwahrung beschränkte bloße Ablagerung unnötig macht; ...“.

Das OVG stellte bezüglich der Bruchhohlraumverfüllung unter anderem fest, dass

- nach Prüfung der Unterlagen es nicht zweifelhaft sein könne, dass die verwerteten, schadstoffhaltigen Stoffe Verfülleigenschaften besitzen,
- die Verfülleigenschaften der nachversetzten Stoffe zur Abdichtung der Bruchhohlräume und damit zu bergtechnischen und grubensicherheitlichen Zwecken genutzt werden, insbesondere zur Vermeidung der Gefahr von Selbstentzündungsbränden der Restkohle im Alten Mann und der Verbesserung der Grubenwetter im Streb und in den Abbaustrecken,
- die Nutzung der Verfülleigenschaften der Hauptzweck der Verwertung und nicht ein untergeordneter Nebeneffekt einer eigentlich beabsichtigten Beseitigung der Abfälle sei,
- auch gegenüber den seitens der RAG für die Abnahme der Abfälle erzielten Erlöse die versatztechnischen Vorteile maßgebend seien,
- die bergrechtliche Betriebsplanzulassung nach Verfahren und nach materiellen Zulassungsvoraussetzungen so ausgestaltet sei, dass mögliche Gefährdungen der menschlichen Gesundheit, der Umwelt oder anderer rechtlich geschützter öffentlicher und privater Belange verhindert werden müssen,
- die Bergbehörde im Betriebsplanzulassungsverfahren entgegenstehende überwiegende öffentliche Interessen zu prüfen habe,
- Betriebsplanzulassungen damit auch den europarechtlichen Vorgaben für die Genehmigung von Anlagen zur Verwertung von Abfällen genüge.

Demgegenüber wurden jedoch mit der am 30. Oktober 2002 in Kraft getretenen Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage unter anderem „stoffliche Anforderungen...für Versatzstandorte, die nicht im Salzgestein liegen und nicht den dauerhaften Abschluss der Abfälle durch einen Langzeitsicherheitsnachweis belegen können, rechtsverbindlich festgelegt“ (Bundesministerium für Umwelt 2002, Frenz 2003). Hiermit sollte die Einbringung von hoch schadstoffhaltigen Abfällen als Versatz in solchen Bergwerken ausgeschlossen werden, „die nicht den dauerhaften Abschluss von der Biosphäre im Salzgestein gewährleisten“. Ausnahmen von den in der Verordnung definierten Schadstoffgrenzwerten sind nur dann zugelassen, wenn die Abfälle die geogenen Schadstoffgrundgehalte des aufnehmenden Gesteins nicht überschreiten. Darüber hinaus dürfen Hohlräume im Kohle- und Nebengestein mit Abfällen aus der Kohleverfeuerung verfüllt werden.

Aufgrund von Übergangsregelungen waren die in der Versatzverordnung genannten Anforderungen spätestens ab dem 1. März 2006 einzuhalten. Im Jahr 2004 endete der Einsatz der Bruchhohlraumverfüllung im deutschen Steinkohlenbergbau.

5 Untertägige Verbringung besonders überwachungsbedürftiger Abfälle im Bergwerk Haus Aden/Monopol nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses

5.1 Entwicklung des Verfahrens der Bruchhohlraumverfüllung

In den Jahren 1982 bis 1984 wurde die „DMT-Technologie zur Bruchhohlraumverfüllung“ entwickelt (Hamm 1991) und anschließend in Zusammenarbeit mit der RAG zur Betriebsreife geführt. Hierdurch wurde eine neue Möglichkeit geschaffen, bei der Kohlenaufbereitung anfallende bergbauliche Abfälle sowie Rückstände aus der Kohlenverbrennung, die vom Bergbau übernommen wurden, untertägig zu verbringen (Czech 1993, Siepmann und Sill 1991, Thiehofe 1991).

Bei der Entwicklung des Verfahrens der Bruchhohlraumverfüllung baute DMT¹ (damals Bergbau-Forschung GmbH) auf den Arbeiten zur Herstellung hochkonzentrierter Kohle-Wasser-Suspensionen (Dürrfeld et al. 1984), den Fortschritten beim Pumpen von Beton und Mörteln in der Bauindustrie und den Arbeiten zur Entwicklung des Pumpversatzverfahrens für das Erzbergwerk Grund (Lerche und Renetzedler 1984) auf. Die Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Entwicklung des Verfahrens.

Tab. 5: F+E-Projekte zur anlagen- und materialtechnischen Entwicklung des Verfahrens der Bruchhohlraumverfüllung im Steinkohlenbergbau

Zeitraum	Titel des Projekts bzw. Abschlussberichts	Projektleitung	Projektförderer
1982 bis 1984	Verfahren zum Versetzen der Hohlräume eines Bruchfeldes (Patent) Rohrleitungen für das Nachversetzen von untertägigen Hohlräumen (Patent)	DMT	
bis 1987	Verfahrenstechnik in geeigneter Lagerung	DMT	Land NRW
bis 1988	Grundlagenuntersuchungen für das hydraulische Deponieren von feinkörnigen Abfallprodukten und Weiterentwicklung des pneumatischen und hydraulischen Transports von Dammstoffen	DMT	Land NRW
1985 bis 1988 Anschlussprojekt bis 1994	Verfüllung des Bruchhohlraums und anderer abgeworfener Grubenbaue mit Flugasche und anderen feinkörnigen Abfallprodukten durch hydraulische Förderung vom Tage aus	DMT	EGKS, Land NRW
1986 bis 1987	Verringerung von Bergschäden und Reduzierung der übertägigen Deponien durch Einbringen von Aufbereitungs- und Kraftwerksabgängen in den Grubenbetrieb – Hydraulische Senkrechtförderung	DMT	Land NRW
1985 bis 1986	Entwicklung eines Verfahrens für das Einbringen von Flugasche und anderen feinkörnigen Verbrennungsrückständen in untertägige Bruchhohlräume (Versuche auf dem Bergwerk Walsum)	RAG, DMT	Bund
1986 bis ca. 1990	Untersuchung zur Verwendung von Kraftwerksrückständen in Bergwerken (Versuche auf dem BW Consolidation/Nordstern)	RAG, DMT	Bund

¹ Die DMT ist ein aus der Forschung und Lehre im Ruhrbergbau hervorgegangenes, weltweit in den Branchen Bergbau, Bauwesen und Anlagenbau agierendes Dienstleistungsunternehmen mit Hauptsitz in Essen.

1986 bis 1991	Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens für das Einbringen feinkörniger Aufbereitungs- und Kraftwerksabgänge in untertägige Bruchhohlräume (BW Walsum und Monopol)	RAG, DMT	Bund
---------------	---	----------	------

Die Auflistung in der Tabelle 5 zeigt, dass dem betrieblichen Einsatz der Bruchhohlraumverfüllung im Bergwerk Haus Aden/Monopol ein intensiver Entwicklungs- und Erprobungsprozess vorausging, an dem ein öffentliches Interesse bestand.

5.2 Technischer Ablauf der Bruchhohlraumverfüllung im Bergwerk Haus Aden/Monopol und Dokumentation der Versatzbereiche

Im Bergwerk Haus Aden/Monopol erfolgte von August 1990 bis Juni 1991 im Rahmen eines bergbehördlich zugelassenen großtechnischen Versuchs die Einbringung von Flotationsbergen (nicht überwachungsbedürftige, bergbauliche Abfälle aus der Steinkohlenaufbereitung) als Feststoff-Wasser-Gemisch in den Bruchhohlraum der Bauhöhe Gb6 (Bauhöhe 6 im Flöz Grimberg 2/3, Abb. 12).

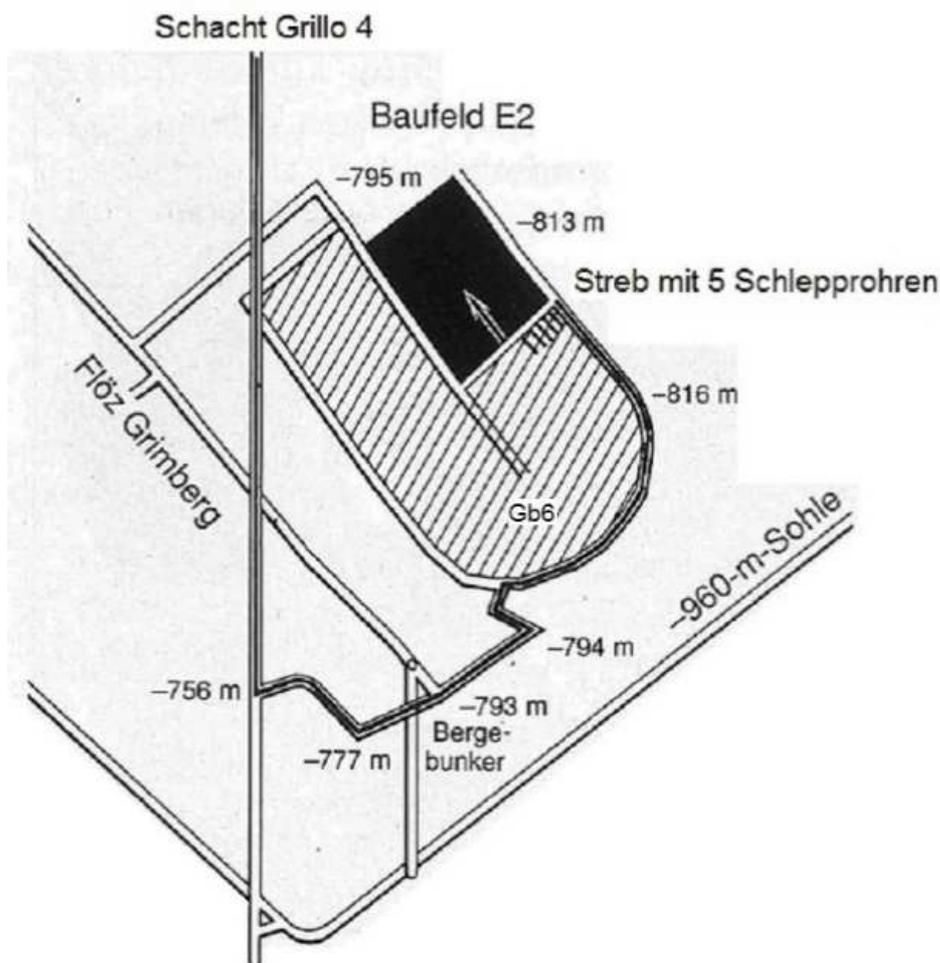


Abb. 12: Bruchhohlraumverfüllung mit bergbaulichen Abfällen im Zuge des Abbaus der Bauhöhe Gb6, Anschluss an die seigere Rohrleitung im Schacht Grillo 4 und Anordnung der Schlepprohre (Siepmann und Sill 1991)

Nach weiterer bergrechtlicher Zulassung (Kap. 6) wurden von April 1993 bis Februar 1998 im Flöz Grimberg 2/3 bergbaufremde, besonders überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung in die Versatzfelder der Bauhöhen Gb1, Gb2, Gb16, Gb17 und Gb31 eingebracht. Eine auf Grundlage umfangreicher Auswertungen des Risswerks erstellte Übersichtsdarstellung dieser Bruchhohlraumverfüllung zeigt die Abbildung 13. Mit *bergbaufremden* Abfällen nachversetzte Bereiche sind rot, mit *bergbaulichen* Abfällen nachversetzte Bereiche grün gekennzeichnet. Die Abbildung enthält auch die Umrisslinien des Abbaus in zwei Flözen ca. 600 m unterhalb von Flöz Grimberg 2/3.

Im Vergleich zum gesamten Abbaubereich dieses Bergwerks handelt es sich beim Abbau im Flöz Grimberg 2/3 in den Baufeldern Monopol E1, E2, E3 um einen relativ kleinen Bereich.

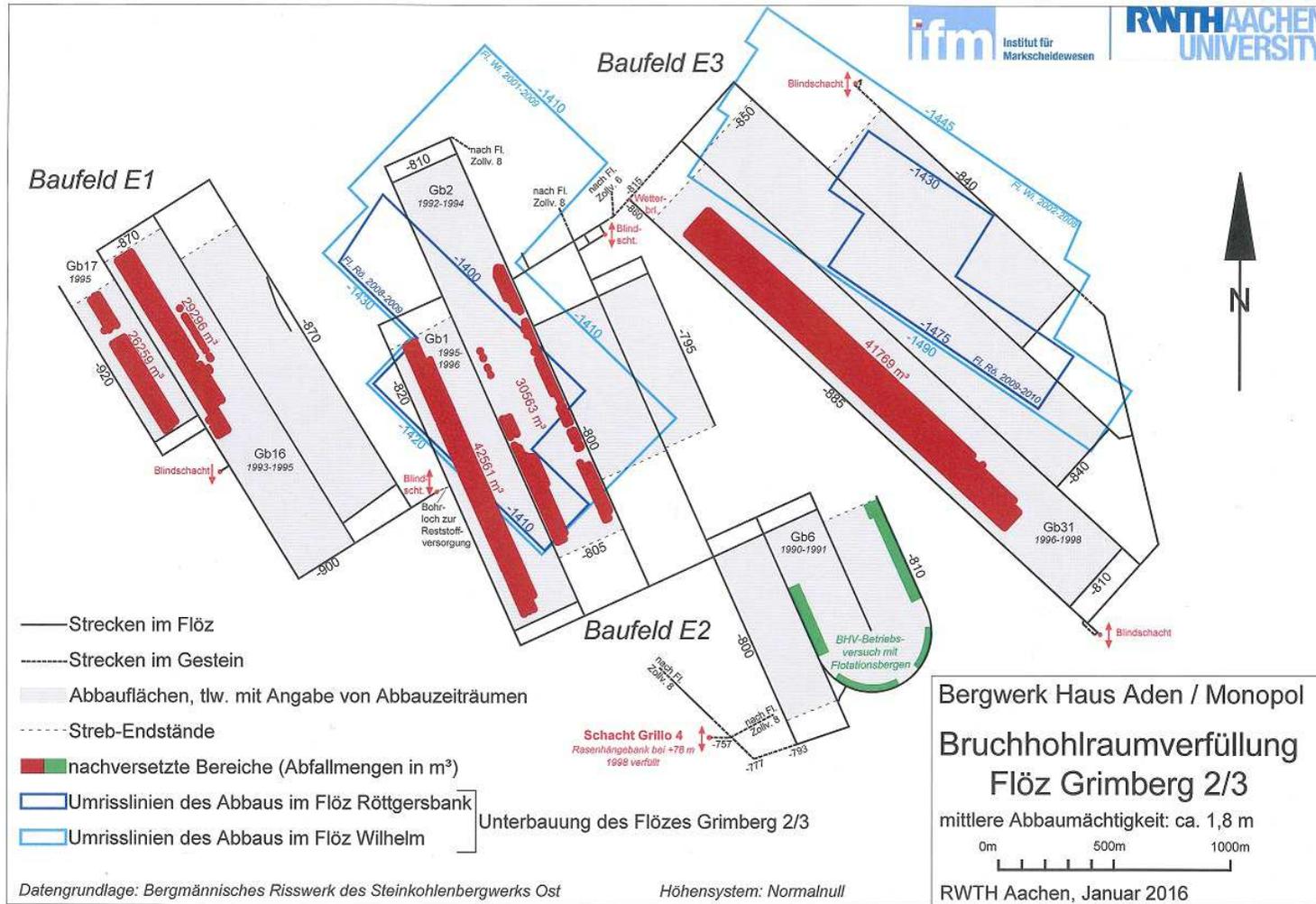


Abb. 13: Nachversatz durch Bruchhohlraumverfüllung in Teilbereichen des Abbaus im Flöz Grimberg 2/3, Baufelder E1, E2 und E3 des BW Haus Aden/Monopol

Die für die Bruchhohlraumverfüllung benötigten technischen Einrichtungen wurden von der RAG im „Rahmenkonzept für die Verbringung von Gemischen aus Flotationsbergen sowie Flugaschen und –stäuben [...] und Rauchgasreinigungsrückständen [...] aus Hausmüllverbrennungsanlagen [...] zur Bruchhohlraumverfüllung“ vom 10.04.1991 beschrieben:

Die übertägige Anlage (Abb. 14) zur Herstellung der Feststoff-Wasser-Gemische mit hohem Feststoffanteil wurde vom Bergamt Kamen in einem Sonderbetriebsplan vom 25.08.1988 zugelassen.

Die Flotationsberge und die Schlämme aus der Rauchgas-Abwasserreinigungs-Anlage (RAA-Schlämme) wurden in Fahrzeugen angeliefert. Die feinkörnigen, pulverförmigen und trockenen Filterstäube aus den HMVA wurden in geschlossenen Silofahrzeugen angeliefert und mittels Druckluft über Schlauch- und Rohrleitungen in Silos vor Ort umgefüllt. Die Silos waren mit Abluffiltern und Überblaseinrichtungen versehen. Die Mischstation mit den Silos stand unmittelbar östlich des Schachtes Grillo 4.

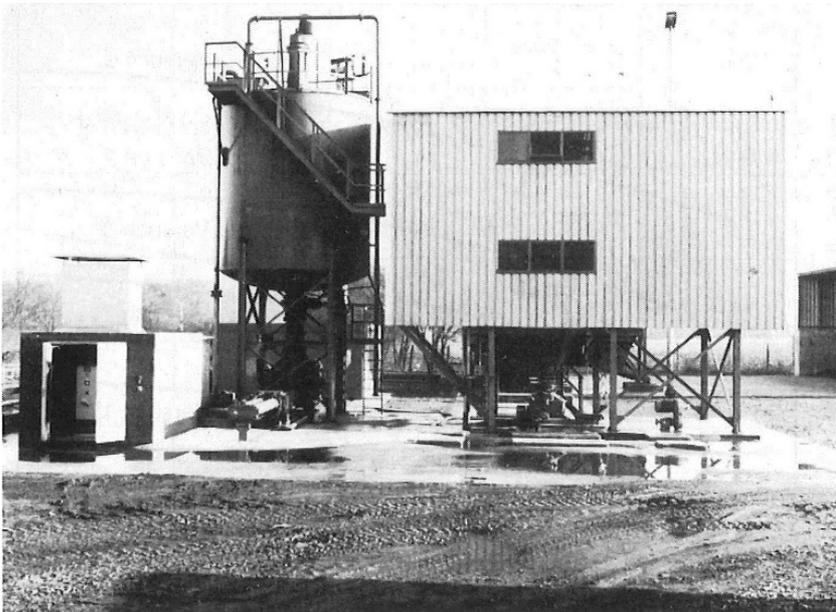


Abb. 14: Die BHV-Versuchsanlage am Schacht Grillo 4 (Siepmann und Sill 1991)

Gemäß der zuvor gewählten Rezeptur wurden die einzelnen Stoffe einem Chargenmischer zugeführt. Unter Zugabe von Wasser wurde das Feststoff-Wasser-Gemisch zu einer pastösen Masse angerührt. Diese Mischung wurde zunächst in einen Vorratsbehälter gepumpt. Von hier wurde es über eine Doppel-Kolbenpumpe der Schacht- und Streckenleitung zugeführt. Gemäß Tabelle 2 des Zwischenberichtes vom 14.3.2016 lag der Anteil der Reststoffe am Feststoff-Wasser-Gemisch zwischen 34 und 80 %.

Im Schacht und in den Strecken erfolgte die Förderung über Rohrleitungen DN150/PN160, teilweise DN150/PN200 (vgl. Kap. 3, Abb. 8). Als Förderenergie diente Pumpenenergie sowie der hydrostatische Druck in der Schachtleitung. In den Streben wurden Rohrleitungen DN100/PN100 eingesetzt. Aus den Strebleitungen wurden ca. 15 m lange, im Abstand von 15 bis 20 m zwischen den Einheiten des Schildausbaus verlegte, in das Bruchfeld hineinragende Schlepprohre beaufschlagt (Abb. 15). Über diese Schlepprohre wurde die Suspension in den Bruchhohlraum eingebracht.

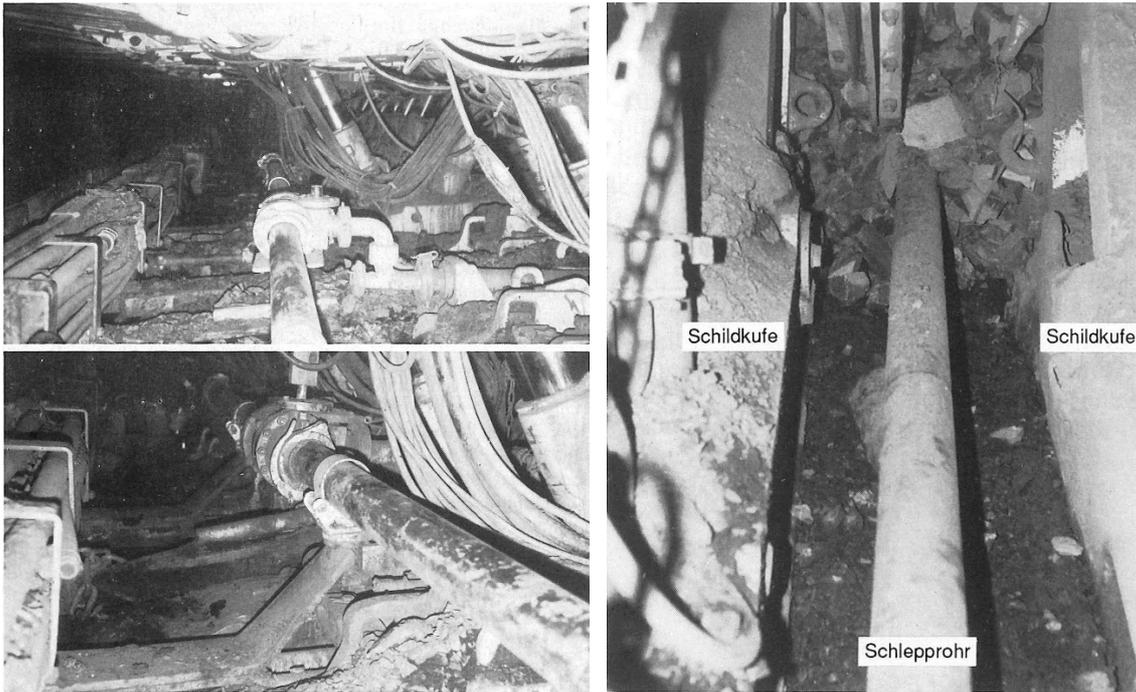


Abb. 15: Nachversatz aus dem Strebraum mit Schlepprohren
 links oben: Strebrohrleitung mit Schlepprohrabzweig; links unten: Lagerung der Strebrohrleitung auf einem Schreitwerk (Siepmann und Sill 1991); rechts: Schlepprohr zwischen den Kufen benachbarter Schilde (Hamm 1991)

Die eingebrachten Nachversatzmengen machten nur wenige Volumenprozent eines verbrochenen Bereichs aus (Abb. 16). In den Abschlussberichten wurden die erreichten verpressten Mengen mit 0,1 bis 0,5 m³ pro m² abgebauter Fläche angegeben.

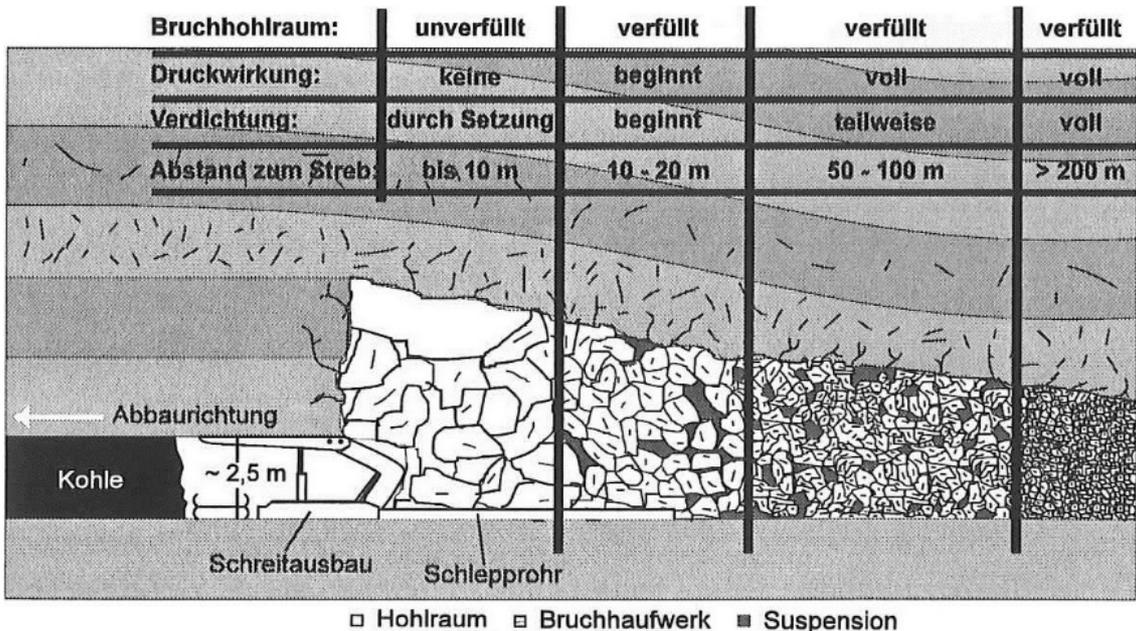


Abb. 16: Prinzipschnitt Bruchhohlraumverfüllung und Stadien der Kompaktierung (Hildebrandt 1997)

5.3 Eignung der eingebrachten Abfallstoffe als Versatz, Qualitätssicherungsprogramm, Einfluss der Unterbauung

Ungeeignet für eine Verbringung im Steinkohlenbergbau sind insbesondere folgende Stoffe (Landesamt für Wasser und Abfall 1987, Plate 1991):

- Abfälle pflanzlichen und tierischen Ursprungs sowie von Veredelungsprodukten
- Abfälle chemischer Umwandlungs- und Syntheseprodukte
- radioaktive Abfälle
- Siedlungsabfälle
- explosible, selbstentzündliche, leicht entflammbare, gefährlich ausgasende und infektiöse Stoffe

Im Bergwerk Haus Aden/Monopol durften im Zuge des Abbaus im Flöz Grimberg 2/3 gemäß der durch die Bergbehörde erteilten Zulassungen der Sonderbetriebspläne (Kap. 6.3) nur nachfolgend genannte Abfälle angenommen und verbracht werden. Hierbei handelte es sich um Stoffe staubförmiger oder rieselfähiger oder stichfester Konsistenz:

- 1) bergbauliche Abfälle: Flotationsberge und Feinberge unter 5 mm Korngröße
- 2) Abfälle aus steinkohlegefeuerten Kraftwerken/Feuerungsanlagen
- 3) Filterstäube (RSN 31309) aus Hausmüll- und Klärschlammverbrennungsanlagen
- 4) Rauchgasreinigungsrückstände (RSN 31312) aus Hausmüll- und Klärschlammverbrennungsanlagen
- 5) Gießerei-Altsande (RSN 31401)

Abfälle aus steinkohlegefeuerten Kraftwerken/Feuerungsanlagen sind nach § 4 Abs. 2 Zi. 2 der Versatzverordnung von 2002 auch heute geeignet für die Verbringung im Kohle- und dessen Nebengestein. Die Abfallarten Nr. 3 bis 5 wurden im Rahmen der Machbarkeitsstudie näher untersucht; für diese kam aufgrund des möglichen Schadstoffaustrages nur die untertägige Verbringung nach dem Prinzip des vollständigen Einschusses (Kap. 4.2.2) in Betracht.

Untersuchungen zur Verifizierung des vollständigen Einschusses der mithilfe der Bruchhohlraumverfüllung eingebrachten Abfälle

Insbesondere das Verfestigungsverhalten des nachversetzten Dickstoffes, das Erzielen einer Wasserdichtigkeit und das Verhindern eines Schwermetallaustrages entscheiden im Hinblick auf einen vollständigen Einschuss über die Eignung der Abfallstoffe als Versatz.

Nach Maurer und Sill (1989) ist bei der Bruchhohlraumverfüllung mit Feststoff-Wasser-Gemischen die wichtigste Bedingung, dass kein Wasser aus dem verbrochenen und nachversetzten Abbauraum austritt. Vorversuche zeigten in diesem Zusammenhang,

dass naturtrockene Bruchberge eine Wasseraufnahmefähigkeit aufweisen, die zur Aufnahme des überschüssigen Transportwassers ausreichen kann.

1988 wurde im Bergwerk Walsum in einem Bruchfeld, das mit einem Elektrofilterasche-Flotationsberge-Wasser-Gemisch nachversetzt worden war, acht Monate nach Streb-durchgang eine 31 m lange und 3,3 m hohe Untersuchungsstrecke (Abb. 17 und 18) aufgeföhren (Hamm 1991, Thiehofe 1991). Am Ende dieser Strecke wurde diese auf 7,3m hochgebrochen. Das Nachversatzmaterial, das über 3,6 m hochgedrückt worden war und sich in Klüfte und Risse des Bruchaufwerks verteilt hatte, wurde weitgehend entwässert und standfest angetroffen. Das nachversetzte Bruchfeld war bereits so weit verfestigt, dass der Streckenvortrieb durch Sprengarbeit erfolgen musste.

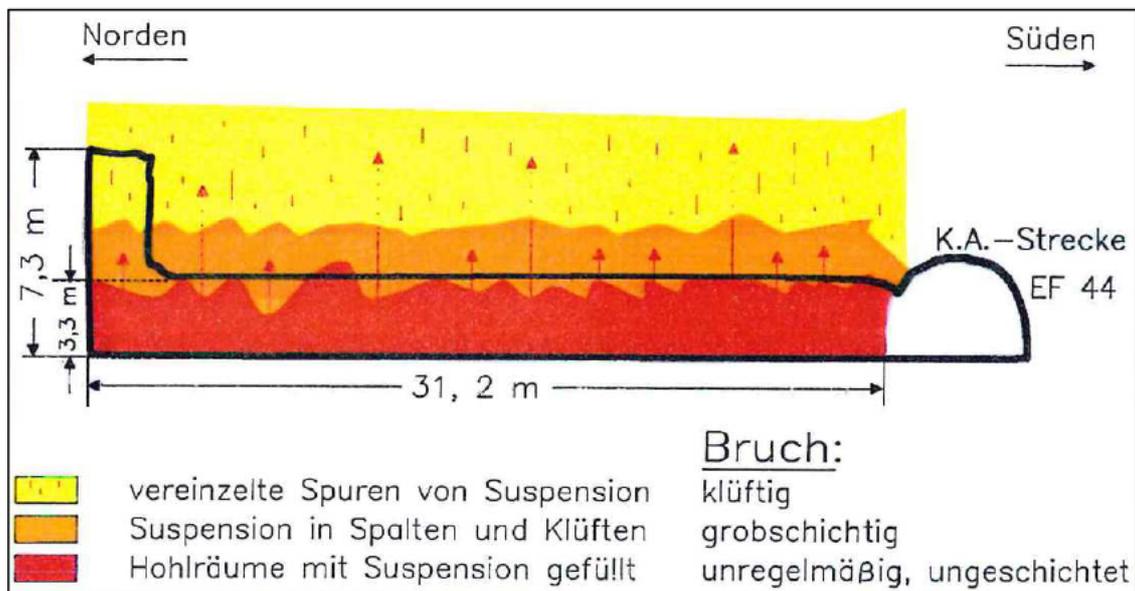


Abb. 17: Bergwerk Walsum, Untersuchungsstrecke im nachversetzten Bruchfeld (Thiehofe 1991)

Während der Bruchhohlraumverfüllung und in der Zwischenzeit bis zur Aufföhren der Untersuchungsstrecke wurden keine Austritte von Überschusswasser beobachtet. Dies führte zu dem Schluss, dass dieses Wasser vom Bruchaufwerk und vom Nebengestein gebunden wurde. Wasserdruckversuche über Bohrlöcher, die aus der Untersuchungsstrecke in das Bruchfeld gestoßen wurden, ergaben, dass das nachversetzte Bruchfeld „hydrogeologisch als sehr gering wasserdurchlässig anzusehen“ war.

Im Rahmen der im Bergwerk Haus Aden/Monopol durchgeführten Bruchhohlraumverfüllung kam es zu Betriebsstörungen, die im Kapitel 11 des Zwischenberichtes vom 1.6.2016 aufgelistet und vorläufig bewertet wurden: „Die betriebsbedingten Störungen sind letztlich kein In-situ-Nachweis, zeigen aber deutlich das Erstarren der Mischungen durch die festgestellten Viskositätsänderungen“; weitere Ausführungen hierzu sind im Detailbericht 3 (LFH, Prof. [REDACTED]) zu finden.



Abb. 18: Ortsbrust (oben) und Streckenstoß (Mitte) einer Untersuchungsstrecke im nachversetzten Bruchaufwerk im Bergwerk Walsum (Hamm 1991)
unten: Nahaufnahmen des Gefüges aus Bruchbergen und Nachversatzgut

Bergbehördlich gefordertes Qualitätssicherungsprogramm

Im Zuge eines bergbehördlich geforderten Qualitätssicherungsprogrammes, das vom Institut für Bergbauwissenschaften der TU Berlin im Auftrag der Ruhrkohle Montalith GmbH koordiniert und wissenschaftlich begleitet wurde (Wilke und Dartsch 1995), konnte nachgewiesen werden, „dass sich die in der Machbarkeitsstudie aufgestellten Annahmen bezüglich des Prinzips des vollständigen Einschusses uneingeschränkt im Labor als auch in situ bestätigen ließen. Die aus diesen Annahmen abgeleiteten Anforderungen geologischer, hydrogeologischer und verfahrenstechnischer Art für eine umweltverträgliche Einbringung von Abfallstoffen sind demzufolge uneingeschränkt und in vollem Umfang erfüllt, teilweise übererfüllt.“

Innerhalb eines Zeitraumes von 36 Monaten wurden insbesondere die räumliche und zeitliche Entwicklung des Gebirgsdrucks im nachversetzten Bruchfeld und die sich hieraus ergebende Verdichtung des Nachversatzgutes sowie Abnahme der Wasserdurchlässigkeit des Gebirges untersucht. Im Zuge der Machbarkeitsstudie konnten diese für die Gewährleistung des vollständigen Einschlusses wesentlichen Parameter mangels ausreichender In-situ-Messwerte noch nicht abschließend beurteilt werden. Es wurden unter anderem folgende Untersuchungsergebnisse erzielt (Wilke und Dartsch 1995):

- Im Zuge von Laboruntersuchungen an verdichteten Abfällen von Hausmüllverbrennungsanlagen wurde eine Durchlässigkeitsverringerung mit steigender, zunehmenden Verbrünnungsteufen entsprechender Verdichtung des jeweiligen Probekörpers identifiziert.
- Die Probekörper waren in den meisten Fällen schwach oder sehr schwach durchlässig. Erfolgte der Elutionsvorgang unter Last, so waren die ermittelten Durchlässigkeiten um Größenordnungen niedriger als bei verdichteten, aber spannungsfrei eluierten Proben.
- Eine untertägigen Gebirgstemperaturen entsprechende Erhöhung der Versuchstemperatur wirkte sich tendenziell positiv auf die Durchlässigkeit und den Schadstoffaustrag aus.
- Hinsichtlich der Konzentrationen und der absolut ausgetragenen Schadstoffmengen wurde tendenziell ein Rückhaltevermögen des Nebengesteins festgestellt.
- Untertägige messtechnische Ermittlungen der Gebirgsdruckentwicklung bestätigten den für den vollständigen Einschluss erforderlichen Anstieg des Gebirgsdruckes in nachversetzten Bruchfeldern, die in einer Teufe unterhalb 800 m bereits während der bergbaulichen Betriebsphase unter erhebliche Druckeinwirkungen gerieten. In der flachen Lagerung (Nachversatzbetriebe im Bergwerk Haus Aden/Monopol) erfolgte der Druckaufbau deutlich schneller als in der geneigten Lagerung (Nachversatzbetrieb im Bergwerk Hugo/Consolidation). Mit zunehmender Entfernung einer Messstelle von einem als Widerlager wirkenden, nicht abgebauten Flözteil wurden jeweils höhere Drücke gemessen.
- Untertägige Wasser-Druck-Tests ergaben für nachversetzte Bruchräume eine geringere Gebirgsdurchlässigkeit als für unmittelbar angrenzende, nicht nachversetzte Bruchräume. Die Ausbildung einer inneren hydraulischen Barriere im Zuge der durch den Gebirgsdruck erfolgenden gemeinsamen Verdichtung von Bruchhaufwerk und Nachversatzgut wurde somit bestätigt.

Einfluss der Unterbauung

Ein in der geneigten Lagerung in einer Teufe zwischen 1.075 und 1.233 m gefahrener Nachversatzbetrieb der Schachtanlage Consolidation wurde in einem bankrechten Abstand von rund 30 m im nächsten bauwürdigen Flöz unterbaut (Skrzyppek et al. 1993). Zwei Bohrungen wurden in einem horizontalen Abstand von 9 m und auf eine Länge von 12 bzw. 14 m in das nachversetzte Bruchfeld niedergebracht, um zu prüfen, ob die Unterbauung dort zu Auflockerungen und Wasserwegsamkeiten zu benachbarten Flözhorizonten geführt hatte. Der Bereich um die beiden Bohrungen war kurz zuvor unterbaut worden und befand sich daher temporär in der Zone einer Gebirgsdruckentlastung als Folge des Absinkens der Hangendschichten über dem 30 m tieferen Abbau. Bei beiden Bohrungen traten keinerlei Spülverluste auf, der bisher auf diesen Bereich wirksame Gebirgsdruck hatte das Bruchhauwerk und den Nachversatz offensichtlich ausreichend kompaktiert.

Im Bergwerk Haus Aden/Monopol erfolgte ebenfalls eine Unterbauung von Nachversatzbetrieben. Diese fand einige Jahre nach der Bruchhohlraumverfüllung im Flöz Grimberg 2/3 rund 600 m tiefer in den Flözen Röttgersbank und Wilhelm statt. In der Abbildung 13 sind die Umrisslinien der Unterbauung dargestellt. Gemäß der in der Abbildung 10 nach Hollmann (1995) dargestellten Teufenabfolge der Phasen der Senkungsbewegung im klastischen Gebirge nimmt die Verbandsauflockerung ins Hangende ab. Die Teufendifferenz von 600 m lässt im Vergleich mit dem im Bergwerk Consolidation erzielten Untersuchungsergebnis vermuten, dass die Unterbauung der nachversetzten Bruchfelder im Flöz Grimberg 2/3 nicht zu Auflockerungen und Wasserwegsamkeiten führte.

6 Bergrechtliches Zulassungsverfahren für die Verwertung bergbau-fremder Abfälle als Versatz im Bergwerk Haus Aden/Monopol

6.1 Genehmigungsgrundlagen

Immissionsneutrale Verbringung

Die Betreiber von Kraftwerken, Heizwerken und Feuerungsanlagen konnten deutsche Kohlen zum Teil nur noch dann abnehmen, wenn die Kohlelieferanten die Entsorgung der Kraftwerksabfälle gewährleisteten (Czech 1993). Während dies im Braunkohlenbergbau ohne besondere Schwierigkeiten möglich war, mussten für eine untertägige Verbringung im Steinkohlenbergbau geeignete Techniken entwickelt werden (Kap. 5).

Die Wasser- und Abfallbehörden des Landes NRW stuften die untertägige Verbringung von Kohlekraftwerksabfällen im Steinkohlenbergbau basierend auf der Kenntnis über die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen als immissionsneutral ein. Aufgrund der im Zuge von Probebetrieben erzielten Ergebnisse erfolgte im Jahr 1987 die generelle Zulassung zur Untertageverbringung dieser Abfälle mit zwei Rundverfügungen des damaligen Landesoberbergamts NRW:

- 1) Teil- und Nachversatz mit Reststoffen aus kohlegefeuerten Kraftwerken und Feuerungsanlagen (Aschen und Stäube, Nassentschwefelungsgips, -sulfid, Schlämme aus der Kesselabwasser- und Speisewasseraufbereitung und aus der Kühlturmab-schlammung) – 18.21.2–2–4 - . Rundverfügung an die Bergämter des Landes Nord-rhein-Westfalen vom 16.12.1987.
- 2) Kurzbeschreibung der in der Rundverfügung des Landesoberbergamts NRW vom 16.12.1987 aufgeführten Verfahren des Teil- und Nachversatzes in Steinkohlen-bergwerken. Rundverfügung an die Bergämter des Landes Nordrhein-Westfalen vom 28.12.1987.

Auf dieser Grundlage durften die Betriebspläne für Versatzbetriebe ohne eine weiter-gehende wasserwirtschaftliche Prüfung von den Bergämtern zugelassen werden, und zwar unter der Bedingung, dass

- „die Menge des Überschusswassers auf weniger als 10% der Einsatzwassermenge begrenzt wird und
- der Nachversatz in Teufen unterhalb von -800 m NHN eingebracht wird, da hier von einer geogen bedingten gleichartigen Belastung des Grundwassers auszugehen und somit eine nachteilige Veränderung des Grundwassers im Sinne von § 34 Abs. 2 WHG nicht zu besorgen ist.“

Die beiden Rundverfügungen wurden zuvor in einer aus Vertretern nordrhein-westfäli-scher Behörden bestehenden Arbeitsgruppe abgestimmt (Czech 1993):

- Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie
- Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft
- Landesamt für Wasser und Abfall
- Geologisches Landesamt

- Regierungspräsident Arnsberg
- Regierungspräsident Düsseldorf
- Landesoberbergamt

Verbringung nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses

In der – im Auftrag des damaligen Landesamtes für Wasser und Abfall NRW durchgeführten – *Machbarkeitsstudie* (Jäger et al. 1990) wurden Möglichkeiten zur Verbringung weiterer Abfallarten (Kap. 5.3) untersucht. Die Praxis der immissionsneutralen Verbringung von Kraftwerksabfällen wurde hierbei bestätigt und darüber hinaus im Rahmen eines Multibarrierenkonzeptes Anforderungen an die Verbringung bestimmter nicht immissionsneutraler Abfälle definiert.

Da der vollständige Einschluss nicht immissionsneutraler Abfälle nur unter besonderen geologischen und technischen Bedingungen gewährleistet werden kann, sollte in Arbeitskreisen unter Federführung des Landesoberbergamts NRW geprüft werden (Kap. 6.2), ob die in der Machbarkeitsstudie geforderten Voraussetzungen (Kap. 4.2.2) im Falle konkret geplanter Versatzbereiche auch tatsächlich vorlagen. An diese Prüfung schloss sich standortspezifisch die Durchführung des bergrechtlichen Betriebsplanverfahrens an.

Den ab 1993 erfolgten bergrechtlichen Zulassungen von Nachversatzbetrieben im Bergwerk Haus Aden/Monopol lagen folgende Unterlagen zugrunde:

- Betriebsplananträge des Bergbauunternehmens mit Anlagen
- Schlussbericht über das vom BMFT vom 1.4.1987 bis 30.6.1991 unterstützte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben "Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens für das Einbringen feinkörniger Aufbereitungs- und Kraftwerksabgänge in untertägige Bruchhohlräume", Förderungskennzeichen 03226416 B (RAG-Kenn-Nr. 03610100)
- Machbarkeitsstudie "Studie zur Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen" (Jäger et al. 1990: Band 1, 2, 3, 4; Kapitel I, II, III, IV, V)
- Auf die geplanten Versatzbereiche bezogene gutachtliche Stellungnahmen zur Einhaltung der in der Machbarkeitsstudie definierten Bedingungen für die Untertageverbringung von Abfällen nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses
- Ergebnisse der Sitzungen des Arbeitskreises "Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen"
- Ab 30.12.1994 die vom Länderausschuss Bergbau erarbeiteten „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen als Versatz unter Tage – Technische Regeln für den Einsatz von bergbaufremden Reststoffen/Abfällen als Versatz (vom 11.10.1994)“.

6.2 Begleitende Prüfung durch den Arbeitskreis „Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen“

Im Jahre 1991 wurde im Hinblick auf die Verwertung von Abfällen aus der Hausmüllverbrennung als Nachversatz im Steinkohlenbergbau zwischen der Bergbehörde NRW und dem Bergbauunternehmen folgende Absprache getroffen und in der Verfügung des damaligen Landesoberbergamtes NRW vom 18.01.1991 dokumentiert:

- 1) Von den Bergwerken Monopol, Consolidation/Nordstern und Walsum waren dem Landesoberbergamt im April 1991 über die Bergämter Konzepte bezüglich der Verwertung der Abfälle vorzulegen.
- 2) Für diese drei Bergwerke wurden unter der Federführung des Landesoberbergamtes Arbeitskreise gebildet, deren Aufgabe es war, die vorgelegten Konzepte nach Maßgabe der in der Machbarkeitsstudie definierten Voraussetzungen, die den vollständigen Einschluss untertägig verbrachter nicht immissionsneutraler Abfälle gewährleisten sollten, zu prüfen.
- 3) Die auf Grund der Diskussionen in den Arbeitskreisen überarbeiteten Verwertungskonzepte sollten den zuständigen Bergämtern als „Rahmenbetriebspläne“ vorgelegt und von den Bergämtern in das Beteiligungsverfahren gegeben werden.

Die Verfügung sah eine Besetzung der Arbeitskreise mit Vertretern folgender nordrhein-westfälischer Behörden vor:

- Geologisches Landesamt
- Landesamt für Wasser und Abfall
- Bezirksregierungen
- Staatliche Umweltämter
- Kreise bzw. kreisfreie Städte
- Landesoberbergamt (federführend)
- Bergämter

Ziel war es, im bergrechtlichen Betriebsplanverfahren die Zulassung für einen Nachversatzbetrieb erst dann auszusprechen, wenn ein Einvernehmen mit den Arbeitskreismitgliedern bestand. Die Niederschriften zu den in der Tabelle 6 genannten Sitzungen des für das Bergwerk Monopol gebildeten Arbeitskreises lassen erkennen, dass die vom Bergbauunternehmen vorgelegten Betriebspläne für Nachversatzmaßnahmen intensiv geprüft und dabei Mängel sowie Unklarheiten aufgezeigt wurden. Dies führte zu Änderungen und Ergänzungen der Betriebspläne. Die betriebliche Durchführung wurde ebenso durch diesen Arbeitskreis begleitet; hierbei erfolgten Sachstandsberichte seitens des Bergbauunternehmens.

Tab. 6: Arbeitskreis „Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen“

Nr.	Sitzungstag und -ort	Diskutiert wurden insbesondere folgende Themen
1	27.06.1991 Landesoberbergamt NRW	1) Ergebnisse des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens zur Verbringung von Flotations- und Feinbergen auf dem Bergwerk Monopol 2) Rahmenkonzept des Bergwerks Monopol der Ruhrkohle Westfalen AG vom 10.04.1991 für die Verbringung von Gemischen aus Flotationsbergen sowie Flugaschen und -stäuben [...] und Rauchgasreinigungsrückständen [...] aus Hausmüllverbrennungsanlagen [...] zur Bruchhohlraumverfüllung 3) Fragen bzgl. der Machbarkeitsstudie (Jäger et al. 1990)
2	11.09.1991 Bergwerk Monopol	1) Nachweis der immissionsneutralen Verbringung durch chemische Analysen 2) Verunreinigung des Grubenwassers bei Betriebsstörungen?
3	07.11.1991 Bergwerk Monopol	Entwurf des Rahmenbetriebsplans für die Verbringung von Reststoffen zur Bruchhohlraumverfüllung auf dem Bergwerk Monopol: Es wurden eine Erweiterung des Stoffkataloges um Flotationsberge und Abfälle aus kohlegefeuerten Kraftwerken und Feuerungsanlagen sowie Ergänzungen und genauere Darstellungen zu vielen Details gefordert
4	23.01.1992 Bergwerk Monopol	1) Aufgabe des Arbeitskreises: anhand des vorgelegten Rahmenkonzeptes prüfen, ob die in der Machbarkeitsstudie definierten Rahmenbedingungen erfüllt werden 2) Aufgrund der Vorschriften des Bundesberggesetzes ist der Betriebsplan für die Verbringung von Reststoffen nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses auf dem Bergwerk Monopol als <i>Sonderbetriebsplan</i> zu behandeln 3) Mängel und Unklarheiten des vorliegenden Betriebsplanes wurden benannt und eine vollständige Überarbeitung des Textteiles gefordert
5	25.05.1994 Landesoberbergamt NRW	1) Sachstandsbericht über den seit 1993 erfolgten Nachversatz im Baufeld Monopol E2 und Vorstellung der weiteren Planung für 1994, Baufelder E2 und E1 2) Widerspruch und nachfolgende Klage des BUND gegen die am 12.02.1993 seitens des Bergamts Kamen ergangene Zulassung des Sonderbetriebsplans für die Verbringung von Reststoffen nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses auf dem Bergwerk Monopol, Baufeld E2 3) Damaliger Standpunkt der Landesregierung NRW zur Verwertungsfrage
6	17.01.1995 Landesoberbergamt NRW	1) Anwendung der vom Länderausschuss Bergbau erarbeiteten „Technischen Regeln für den Einsatz von bergbaufremden Reststoffen/Abfällen als Versatz“ im Betriebsplanverfahren 2) Sachstandsbericht über die untätigen Nachversatzmaßnahmen in 1994 und Vorstellung der für 1995 geplanten Maßnahmen 3) Generell konnte jede der Müllverbrennungsanlagen jedes der Bergwerke, in denen in Teilbereichen die Verbringung von Reststoffen nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses erfolgte, beliefern 4) Stand des Verwaltungsstreitverfahrens BUND gegen Bergamt Kamen 5) Zuständigkeitswechsel der Bergämter
7	05.09.1995 Landesoberbergamt NRW	1) Sachstandsbericht über die Nachversatzmaßnahmen im Zeitraum Januar bis August 1995 und Vorstellung der für 1996 geplanten Maßnahmen 2) vom Länderausschuss Bergbau erarbeitete „Technische Regeln für den Einsatz von bergbaufremden Reststoffen/Abfällen als Versatz“, Einführung in NRW und Fortschreibung

(Fortsetzung Tab. 6)

Nr.	Sitzungstag und -ort	Diskutiert wurden insbesondere folgende Themen
8	26.03.1996 Bergwerk Haus Aden/ Monopol	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sachstandsbericht über die Nachversatzmaßnahmen im Zeitraum September 1995 bis Februar 1996 2) Vorstellung der für das Baufeld E3/E4 geplanten Maßnahmen; der Antrag auf betriebsplanmäßige Zulassung der Reststoffverbringung für das Flöz Victoria wurde zurückgezogen; Erörterung der gutachterlichen Stellungnahme von Professor [REDACTED] hinsichtlich der einzelnen Zulassungsvoraussetzungen der Machbarkeitsstudie 3) Endbericht des „Qualitätssicherungsprogrammes zur Verifizierung des in der Machbarkeitsstudie formulierten vollständigen Einschlusses der in den Bruchhohlraum eingebrachten Reststoffe“
9	12.05.1998 Landesober- bergamt NRW	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sachstandsbericht über die Nachversatzmaßnahmen im Zeitraum März bis Juni 1996 (Abbaubetrieb Gb1) und Dezember 1996 bis Februar 1998 (Gb31); Stilllegung der Abfallverwertungsanlage auf dem Bergwerk Haus Aden/Monopol im Februar 1998 gemäß eines Sonderbetriebsplanes; vom Kreis Unna im August 1996 geäußerte Bedenken hinsichtlich eines mangelnden Erkundungsgrades der Baufelder E3/E4 konnten ausgeräumt werden 2) Abschluss der Nachversatzmaßnahmen wegen Aufgabe des Standortes Schacht Grillo 4 auf Grund kohlepolitischer Entscheidungen; Überwachung des Nachversatzbereiches durch monatliche Entnahme und Analyse von Wasserproben; „Alle Untersuchungen bestätigen das Vorhandensein der mehrfachen unabhängig wirkenden natürlichen Barrieren und belegen die Langzeitsicherheit des Versatzes im Steinkohleengebirge“ 3) Beendigung des Verwaltungsstreitverfahrens BUND gegen Bergamt Kamen: die Klage gegen die Betriebsplanzulassung wurde zurückgezogen (s. Kap. 4.3)

6.3 Ablauf der bergrechtlichen Zulassung des Nachversatzes zur Bruchhohlraumverfüllung mit bergbaufremden, besonders überwachungsbedürftigen Abfällen zur Verwertung

6.3.1 Nachversatz mit bergbaufremden, Abfällen/Reststoffen im Baufeld Monopol E2

6.3.1.1 Überblick über den Ablauf der Zulassung der ersten Nachversatzmaßnahmen

Im Bergwerk Haus Aden/Monopol, Baufelder E1, E2 und E3, wurden von April 1993 bis Februar 1998 bergbaufremde, besonders überwachungsbedürftige Abfälle zur Verwertung in die durch Abbau des Flözes Grimberg 2/3 geschaffenen Bruchhohlräume eingebracht (Abb. 13). Das im April 1991 der Bergbehörde vorgelegte „Rahmenkonzept für die Verbringung von Gemischen aus Flotationsbergen sowie Flugaschen und -stäuben [...] und Rauchgasreinigungsrückständen [...] aus Hausmüllverbrennungsanlagen [...] zur Bruchhohlraumverfüllung“ bezog sich zunächst nur auf das (zentrale) Baufeld E2, Flöze Grimberg und Victoria, und berücksichtigte zunächst nicht die Verbringung von Abfällen aus steinkohlegefeuerten Kraftwerken und Feuerungsanlagen. Eine Erweiterung des Stoffkataloges erfolgte jedoch noch (s. Tab. 6, Nr. 3).

Das Rahmenkonzept enthielt Erläuterungen zu den für den Nachversatz vorgesehenen Abbaubetrieben in den Flözen Grimberg und Victoria im Baufeld E2, zu den im Rahmen der Bruchhohlraumverfüllung über- und untertägig benötigten technischen Einrichtungen, zur Anlieferung und Dokumentation der HMVA-Abfälle und zum Schutz der Belegschaft. Das Rahmenkonzept wurde im *begleitenden Arbeitskreis „Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen“* unter Federführung des damaligen Landesoberbergamtes NRW erstmalig im **Juni 1991** diskutiert.

Im **September 1991** wurde eine gutachtliche Stellungnahme der DMT (Thein und Müller 1991) zur Umweltverträglichkeit der im Rahmenkonzept vorgestellten Maßnahmen vorgelegt. Hierin wurde ein Überblick über die Geologie und Hydrogeologie im Umfeld des Verbringungsbereiches gegeben und eine auf dem Anforderungskatalog der Machbarkeitsstudie (Jäger et al. 1990) basierende Bewertung einer umweltverträglichen Untertageverbringung nicht immissionsneutraler Abfälle vorgenommen. Nach Ansicht der Gutachter waren die Kriterien für die Umweltverträglichkeit erfüllt.

Bezüglich zweier später im Rahmen der Planung des Nachversatzes im Baufeld E1 vorgelegter Gutachten (Thein und Klingel 1994) beanstandet Friedrich (2013) unter anderem: „Das Gutachten, das Grundlage des Sonderbetriebsplanes war, vernachlässigt Wasserwegsamkeiten...“.

Im Rahmen der im **November 1991** und **Januar 1992** erfolgten Sitzungen des begleitenden Arbeitskreises (Tab. 6) wurde ein zwischenzeitlich erstellter Entwurf des Betriebsplans für die Untertageverbringung nicht immissionsneutraler Abfälle, Baufeld E2, im Detail diskutiert. Die Zulassung des entsprechend überarbeiteten „Sonderbetriebsplan[es] für die Verbringung von Reststoffen nach dem Prinzip des vollständigen Ein schlusses auf dem Bergwerk Monopol“ wurde am **11.02.1992** beantragt.

Ein Jahr später, am **12.02.1993**, erfolgte die bergbehördliche Zulassung dieses Sonderbetriebsplanes. „Die Zulassung umfasst[e] die gesamte Organisation und Durchführung der Reststoffverwertung als Nachversatz zur Bruchhohlraumverfüllung in den Flözen Grimberg und Victoria, Baufeld E 2, einschl. der zugehörigen über- und untertägigen Betriebsanlagen und -einrichtungen für das Bergwerk Haus Aden/Monopol.“ *Für jede einzelne Nachversatzbauhöhe war in einem Sonderbetriebsplan insbesondere der Nachweis zu erbringen, dass mit Standwasserbereichen nicht zu rechnen war.* Für den Abbaubetrieb Gb2 (Abb. 13), den ersten Abbaubetrieb mit Nachversatz bergbaufremder Abfälle, geschah dies mit Sonderbetriebsplanantrag vom **19.02.1993**. Dieser Betriebsplan wurde am **01.03.1993** zugelassen.

Der zeitliche Ablauf der bergrechtlichen Zulassung für die ersten Nachversatzmaßnahmen im Baufeld E2 ist in der Tabelle 7 zusammengefasst. Nachdem die Entwicklung des Verfahrens der Bruchhohlraumverfüllung seit den frühen 1980er-Jahre vorangetrieben worden war (Kap. 5.1), vergingen ab April 1991 von der Vorstellung des Nachversatzkonzeptes für das Bergwerk Haus Aden/Monopol über die Erstellung und Abstimmung des Betriebsplanes bis hin zu dessen Zulassung und dem anschließenden Beginn der betrieblichen Durchführung rund zwei Jahre.

Tab. 7: Zeitlicher Ablauf der Zulassung der ersten Nachversatzmaßnahmen im Bergwerk Haus Aden/Monopol (Bauhöhe Gb2 im Baufeld Monopol E2)

Datum	Vorgang	Inhalt
08.01.1991	Besprechung RAG und LOBA	Erste Vorstellung der Planung zur Bruchhohlraumverfüllung im Bergwerk Haus Aden/Monopol
10.04.1991	RAG an LOBA: Rahmenkonzept BHV	Beschreibung des Rahmenkonzeptes zur Bruchhohlraumverfüllung im Bergwerk Haus Aden/Monopol
27.06.1991	Sitzung begleitender Arbeitskreis	Diskussion des Rahmenkonzeptes im Arbeitskreis „Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen“
03.09.1991	Gutachten DMT	Gutachtliche Stellungnahme zur Umweltverträglichkeit des Rahmenkonzeptes zur Bruchhohlraumverfüllung
11.02.1992	RAG an Bergamt Kamen: Zulassungsantrag	Sonderbetriebsplan für die Verbringung von Abfällen nach dem Prinzip des vollständigen Einschusses im Baufeld Monopol E2
12.02.1993	Bergamt Kamen an RAG: Zulassung	Zulassung des Sonderbetriebsplanes vom 11.02.1992
19.02.1993	RAG an Bergamt Kamen: Zulassungsantrag	Ergänzender Sonderbetriebsplan für die Verbringung von Abfällen nach dem Prinzip des vollständigen Einschusses in den Bruchhohlraum des Abbaubetriebes Gb2 im Baufeld Monopol E2
01.03.1993	Bergamt Kamen an RAG: Zulassung	Zulassung des Sonderbetriebsplanes vom 19.02.1993
April 1993	Beginn der untertägigen Verbringung bergbaufremder, besonders überwachungsbedürftiger Abfälle zur Verwertung im Bergwerk Haus Aden/Monopol	

6.3.1.2 Antrag auf Zulassung des Sonderbetriebsplanes für die Verbringung von Abfällen/Reststoffen nach dem Prinzip des vollständigen Einschusses im Baufeld Monopol E2, Beteiligung der betroffenen Träger öffentlicher Belange

Mit überarbeitetem Sonderbetriebsplan vom 11.02.1992 beantragte die RAG die Zulassung der untertägigen Verwertung der im Kapitel 5.3 genannten Abfälle. In diesem Sonderbetriebsplan wurden folgende Themen behandelt:

- 1) Bergbauberechtigung
- 2) Geologie der Lagerstätte: Deckgebirge und Karbon im Baufeld E2
- 3) Abbauplanung: geplante Abbaubetriebe, Abdämmung abgeworfener Abbaubetriebe, Wasserzuflüsse und Wasserhaltungsmaßnahmen
- 4) Bewertung der Einhaltung der in der Machbarkeitsstudie im Hinblick auf den vollständigen Einschluss definierten Voraussetzungen; laut Gutachten der DMT (Thein und Müller 1991) waren die Kriterien für die Umweltverträglichkeit erfüllt.
- 5) Anlage zur Bruchhohlraumverfüllung: technische Details und Anlagenüberwachung

- 6) Maßnahmen zur Beseitigung von Betriebsstörungen
- 7) Stoffeigenschaften
- 8) Anlieferungen

Basierend auf den Bestimmungen des Bundesberggesetzes leitete das für die Prüfung des Sonderbetriebsplanes zuständige Bergamt Kamen diesen im Februar 1992 mit der Bitte um Stellungnahme an folgende Verfahrensbeteiligte weiter:

- Regierungspräsident Arnsberg, Wasser- und Abfallwirtschaft

Im Zuge des Zulassungsverfahrens sah der RP Arnsberg von ihm zu entscheidende Belange nicht berührt, brachte jedoch mit Schreiben von September 1992 fachtechnische Hinweise in das Verfahren ein, unter anderem hinsichtlich organisatorischer Maßnahmen sowie Überwachungsmaßnahmen gemäß der TA-Abfall.

- Kreis Unna, Untere Wasserbehörde und Untere Abfallwirtschaftsbehörde

Der Kreis Unna stimmte der beantragten Abfallverbringung nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses mit Schreiben vom 02.06.1992 grundsätzlich zu, gab jedoch konkrete, als ergänzende Maßgaben zu beachtende Hinweise bzgl. der Einhaltung der in der Machbarkeitsstudie definierten Voraussetzungen der Verbringung im Steinkohlenbergbau.

- Stadt Bergkamen

Mit Schreiben vom 27.05.1992 forderte die Stadt Bergkamen, dass das Bergamt Kamen sicherzustellen habe, „dass die Untertageverbringung von Reststoffen in den Bruchhohlräumen der Abbaubetriebe der Flöze ‚Grimberg‘ und ‚Victoria‘ im Baufeld E2 des Bergwerks ‚Monopol‘ so durchgeführt wird, dass die Bevölkerung und die dort arbeitenden Menschen nicht beeinträchtigt werden.“ Daher stimmte die Stadt Bergkamen dem Sonderbetriebsplan nur unter einer Anzahl von in diesem Schreiben genannten Auflagen und Bedingungen zu.

- Staatliches Amt für Wasser- und Abfallwirtschaft Herten

Mit Schreiben vom 25.03.1992 äußerte das StAWA Herten keine Bedenken gegen die Betriebsplanzulassung, sofern mit dieser die in dem Schreiben genannten Nebenbestimmungen festgesetzt würden.

- Geologisches Landesamt Krefeld

Das GLA teilte mit Schreiben vom 13.07.1992 mit, dass aus geologisch/hydrogeologischer Sicht keine Bedenken gegen den Sonderbetriebsplan vorlagen.

- Landesamt für Wasser und Abfall NRW

Das LWA teilte mit Schreiben vom 25.05.1992 mit, dass aus wasser- und abfallwirtschaftlicher Sicht keine Bedenken gegen den Antrag auf Zulassung des Be-

triebsplanes bestanden, forderte als notwendige Ergänzung jedoch insbesondere ein den Versatz nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses begleitendes Qualitätssicherungsprogramm.

Darüber hinaus erfolgten Stellungnahmen zweier nicht am Zulassungsverfahren Beteiligter, die dennoch in die Entscheidungsfindung einbezogen wurden:

- Der Bund für Umwelt und Naturschutz BUND NW richtete am 26.06.1992 eine Stellungnahme zum Sonderbetriebsplan an das Bergamt Kamen. Hierin begründete er die Forderung nach einer abfallrechtlichen Planfeststellung des Vorhabens, welche nicht durch die Bergbehörde, sondern durch den Regierungspräsidenten Arnsberg durchzuführen sei.
- Der Leiter des im Zuge dieses Zulassungsverfahrens (nicht zuständigen) Bergamtes Hamm teilte dem Landesoberbergamt NRW sowie dem Bergamt Kamen mit Schreiben vom 10.03.1992 kritische Anmerkungen zu dem von Wilke (1991) veröffentlichten Vortrag „Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie zur Verbringung schadstoffhaltiger Rückstände in Steinkohlenbergwerken“ mit. Insbesondere trug er für den Fall, dass kein endgültiger Verzicht auf den Abbau der unterhalb des geplanten Verbringungsgebietes anstehenden Fettkohlenflöze erfolgte, erhebliche Bedenken gegen den Nachversatz im Flöz Grimberg vor.

6.3.1.3 Zulassung des Sonderbetriebsplanes für die Verbringung von Abfällen/Reststoffen nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses im Baufeld Monopol E2, Nebenbestimmungen

Der „Sonderbetriebsplan für die Reststoffverwertung als Nachversatz zur Bruchhohlraumverfüllung“ wurde am 12.02.1993 gemäß §§ 55, 56 BBergG durch das Bergamt Kamen zugelassen. In der Begründung der Zulassung führte das Bergamt aus, dass die im Rahmen der oben genannten Stellungnahmen vorgebrachten Hinweise, Anregungen und Bedenken in die Prüfung des Sonderbetriebsplanes und in die Entscheidungsfindung einbezogen worden waren und – sofern diese sachlich und/oder rechtlich begründet und nicht bereits Gegenstand des Betriebsplanantrages waren - im Zulassungsbescheid als Nebenbestimmung oder Hinweis Berücksichtigung fanden. Darüber hinaus wurde erläutert, aus welchen Gründen einige vorgebrachte Anregungen, Bedenken und Forderungen nicht berücksichtigt worden waren. Der Zulassungsbescheid wurde an den Antragsteller, an die Verfahrensbeteiligten, an den BUND und an den Leiter des Bergamtes Hamm gesendet.

„Die Zulassung umfasst[e] die gesamte Organisation und Durchführung der Reststoffverwertung als Nachversatz zur Bruchhohlraumverfüllung in den Flözen Grimberg und Victoria, Baufeld Monopol E 2, einschl. der zugehörigen über- und untertägigen Betriebsanlagen und -einrichtungen für das Bergwerk Haus Aden/Monopol“. Die Zulassung enthielt zahlreiche Nebenbestimmungen. Hierbei wurden eingangs Grundsätze genannt, die auf den folgenden Seiten im Wesentlichen wörtlich wiedergegeben werden:

- 1) Außer Flotationsbergen und Feinbergen unter 5 mm sowie Abfällen/Reststoffen aus kohlegefeuerten Kraftwerken/Feuerungsanlagen durften nur folgende Abfälle/Reststoffe zur untertägigen Verwertung angenommen werden:

- Filterstäube (RSN 313 09) aus Hausmüll- und Klärschlammverbrennungsanlagen
 - Rauchgasreinigungsrückstände (RSN 31312) aus Hausmüll- und Klärschlammverbrennungsanlagen
 - Gießerei-Altsande (RSN 314 01)
- 2) Die Abfallarten Filterstäube (RSN 313 09) und Rauchgasreinigungsrückstände (RSN 313 12) aus Hausmüll- und Klärschlammverbrennungsanlagen waren gemäß der damals gültigen Reststoffbestimmungsverordnung vom 3. April 1990 überwachungsbedürftig. Unabhängig davon, ob die zuständigen Behörden die Nachweispflicht angeordnet hatten, durften diese Stoffe nur angenommen und verarbeitet werden, wenn die dem Begleitscheinverfahren und dem Verwertungsnachweisverfahren (Verantwortliche Erklärung, Annahmeerklärung) gemäß den §§ 25 und 26 Abfall- und Reststoffüberwachungsverordnung vom 3. April 1990 entsprechenden Unterlagen vorgelegt wurden; entsprechendes galt für Gießerei-Altsande (RSN 314 01).
- 3) Für Abfälle/Reststoffe aus kohlegefeuerten Kraftwerken/Feuerungsanlagen war ein Verwertungsnachweis (Verantwortliche Erklärung, Annahmeerklärung) und Lieferscheinverfahren anzuwenden. Dieser Nachweis musste hinsichtlich der Angaben dem Verwertungsnachweis gemäß Abfall- und Reststoffüberwachungsverordnung entsprechen. Der Lieferschein musste mindestens folgende Angaben enthalten:

Art.....	RSN.....
Menge..... t oder m ³
Erzeuger.....	Nr.
Beförderer.....	Nr.
Amtliches Kennzeichen des Fahrzeugs.....	
Datum der Annahme.....	
Name des Annehmers.....	

- 4) Die Verwertung von Abfällen/Reststoffe als Nachversatz war unter Beachtung von DIN 21913 Teil 5 im Risswerk mit Angabe der Art und Menge des Nachversatzes zu dokumentieren.
- 5) Abfälle/Reststoffe aus kohlegefeuerten Kraftwerken/Feuerungsanlagen sowie Filterstäube (RSN 313 09) und Rauchgasreinigungsrückstände (RSN 313 12) aus Hausmüll- und Klärschlammverbrennungsanlagen sowie Gießerei-Altsande (RSN 314 01) waren bei der Anlieferung getrennt zu lagern.
- 6) Für jeden Abbaubetrieb, für den Nachversatz vorgesehen war, war ein Sonderbetriebsplan vorzulegen. Dieser musste zumindest die folgenden Angaben enthalten:
- Abbaugrundriss
 - Nachweis, dass mit Standwasserbereichen nicht zu rechnen war. Hierzu war das Hüllkörperverfahren (Abstand 100 m) anzuwenden (§ 122 BVOSt). Dazu waren folgende Unterlagen vorzulegen:
 - Grubenbildauszüge (Grundrisse/Schnittrisse) mit Darstellung des Betriebsvorhabens und der Prüfgrenzen, Eintragung der bekannten und vermuteten

- Standwasserbereiche sowie von vorhandenen und möglichen Wasseraustrittsstellen (Klüfte, Störungen)
 - Verzeichnis der bei der Prüfung verwendeten Risse und weiteren Unterlagen
 - Verzeichnis der ermittelten Annäherungsstellen mit Angabe des Zustandes, der Art und Stärke der verbleibenden Sicherheitsfesten sowie der Wasserdrücke im Bereich der Annäherungsstellen
 - Zusammenfassung des Prüfergebnisses und Folgerungen
- für Abfälle aus kohlegefeuerten Kraftwerken/Feuerungsanlagen:
- Nachweis, dass die Voraussetzungen aus der Rundverfügung des Landesoberbergamts NRW vom 16.12.1987 - 18.21.2-2-4 - (Teufe unterhalb - 800 m NN, kein Überschusswasser) eingehalten wurden.
- für die Verwendung von Gießerei-Altsanden (RSN 314 01) zusätzlich:
- Name und Anschrift des Abfall/Reststoffherstellers
 - Angabe der Herkunft des Abfalles/Reststoffes
 - Detaillierte Darstellung des Verfahrens, bei dem der Abfall/Reststoff anfällt. Hierbei sind insbesondere der Verfahrensablauf, die im Verfahren eingesetzten Stoffe und entstehende Stoffverbindungen sowie schädliche Beimengungen darzustellen
 - Gesamtstoffanalyse (Elementaranalyse, Feststoffanalyse)
 - Eluatanalyse nach dem Deutschen Einheitsverfahren (DEV) S 4 sowie zusätzlich mit synthetischem Grubenwasser gemäß einer Anlage zur Sonderbetriebsplanzulassung
- 7) Der untertägige Transport der Abfälle/Reststoffe durfte nur in geschlossenen Leitungen erfolgen.

Im Anschluss an diese Grundsätze enthielt die Zulassung detaillierte Nebenbestimmungen zu folgenden Punkten:

- Organisation der Abfall-/Reststoffverwertungsanlage
- Abfall-/Reststoffannahme
- Abfall-/Reststoffüberwachung
- Abfall-/Reststoffumschlag
- Abfall-/Reststoffverarbeitung
- Abfall-/Reststoffverbringung
- Zufahrt/Einzäunung/Schilder
- Betriebsflächen

- Betriebsanlagen und Betriebseinrichtungen, Abnahme
- Arbeitsschutz/Arbeitshygiene
- Qualitätssicherungsprogramm
- Betriebsstörungen (Maßnahmen/Verhalten)
- Berichts- und Anzeigepflicht (Dokumentation)

Die Dokumentation war dem Bergamt vierteljährlich vorzulegen, zusätzlich jeweils zum 31.03. ein aktueller Auszug aus dem Bergmännischen Risswerk. Die *Quartalsberichte* mussten insbesondere folgende Angaben enthalten:

a) Art, Herkunft und Menge der verbrachten Abfälle/Reststoffe (getrennt)

b) Ergebnisse der Grubenwasseranalyse

Für die Grubenwasseruntersuchung waren die Probenahmestellen in der Nähe des Veratzbereiches vorher mit dem Bergamt festzulegen, markscheiderisch einzumessen und zu dokumentieren. Das Grubenwasser des Verbringungsereichs war in Abständen von höchstens einem Monat über die in der wasserrechtlichen Erlaubnis festgelegten Parameter hinaus zusätzlich auf die in einer Anlage zur Sonderbetriebsplanzulassung genannten Stoffe zu untersuchen.

c) Ergebnisse der Abfall-/Reststoffbeprobung

Im Rahmen der Eigenüberwachung war in unregelmäßigen zeitlichen Abständen unangemeldet – mindestens jedoch alle drei Monate – aus einer Lieferung von Abfällen/Reststoffen aus Hausmüll- und Klärschlammverbrennungsanlagen sowie Gießerei-Altsanden eine Stichprobe zu entnehmen und zu analysieren. Der Analyseumfang hatte sich auf die Parameter zu erstrecken, die in der Zulassung der jeweiligen Hausmüll- oder Klärschlammverbrennungsanlage vorgeschrieben waren. War bei einer dieser Anlagen der Analyseumfang nicht vorgegeben, so richtete sich dieser nach den in einer Anlage zur Sonderbetriebsplanzulassung genannten Parametern.

d) Rezepturen der Verfüllmassen (Feststoff/Wasser-Verhältnis)

e) Besondere Vorkommnisse und getroffene Maßnahmen

Erkenntnisse und Ereignisse im Zusammenhang mit dem Betrieb der Abfall-/Reststoffverwertungsanlage, die den Umweltschutz, den Arbeits- und Gesundheitsschutz oder die Grubensicherheit berührten, waren dem Bergamt unverzüglich zu melden.

Spätestens 6 Monate nach Beendigung der Abfallverwertung in einem auf der Grundlage der Sonderbetriebsplanzulassung vom 12.02.1993 beantragten Abbaubetrieb war dem Bergamt ein *Abschlussbericht* mit Angabe des Zeitabschnitts der Abfall-/Reststoffverwertung, der Abfall-/Reststoffmenge in m^3 je abgebauter Fläche (m^3/m^2) sowie der im Rahmen der Quartalsberichte geforderten Angaben a) – e) vorzulegen.

6.3.1.4 Ergänzende Sonderbetriebspläne für die einzelnen Nachversatzbauhöhen

Da für jeden Abbaubetrieb im Baufeld E2, für den Nachversatz vorgesehen war, ein Sonderbetriebsplan vorzulegen war, der zumindest die im Kapitel 6.3.1.3 unter Nr. 6 genannten Angaben enthalten sollte, wurden entsprechende Zulassungsanträge für die Nachversatzbauhöhen Gb2 und Gb1 gestellt (s. Tab. 8). Der Sonderbetriebsplan vom 19.02.1993 enthielt Angaben über den Abbaubetrieb Gb2, über die Art der dort zu verbringenden Abfälle (im Rahmen des im Kapitel 6.3.1.3 unter Nr. 1 genannten Stoffkataloges), über das Rohrleitungssystem, über die Hinterfüllung der Kohlenabfuhrstrecke und die Sicherung des strebseitigen Abbaustreckensaumes sowie über die erfolgte Standwasseruntersuchung. Zwar wurde auch die Verbringung von Gießerei-Altsanden beantragt, die bezüglich dieser Abfallart geforderten detaillierten Angaben waren in dem Zulassungsantrag jedoch nicht enthalten. Es wurden keine Gießerei-Altsande im Flöz Grimberg verbracht (s. Detailbericht 1).

Für die Nachversatzbauhöhe Gb1 wurde die Zulassung eines Sonderbetriebsplans am 28.03.1995 beantragt. Zusätzlich zu den für Gb2 beantragten bergbaufremden Abfallarten war für Gb1 auch eine bergbauliche Abfallart – Flotationsberge - als Komponente des Nachversatzgutes vorgesehen. Unter Berücksichtigung der *„Technischen Regeln für den Einsatz von bergbaufremden Reststoffen/Abfällen als Versatz“* (Länderausschuss Bergbau, Entwurf vom 11.10.1994) erfolgte mit Schreiben der RAG vom 23.06.1995 eine Ergänzung dieses Sonderbetriebsplans. Die Zulassung des Sonderbetriebsplans beinhaltete nicht die Verwertung von Gießerei-Altsanden und wies darüber hinaus auf die Beachtung der Nebenbestimmungen der Sonderbetriebsplanzulassung vom 12.02.1993 (Kap. 6.3.1.3) hin, soweit für die Nachversatzbauhöhe Gb1 unter Berücksichtigung der oben genannten Entwurfsfassung der „Technischen Regeln für den Einsatz von bergbaufremden Reststoffen/Abfälle als Versatz“ nicht abweichende Regelungen getroffen worden waren.

Tab. 8: Nachversatz mit bergbaufremden Abfällen/Reststoffen im Baufeld Monopol E2, Flöz Grimberg 2/3 (vgl. Abb. 13)

Baufeld	Zulassungsantrag vom	Gutachten vom	Zulassungsbescheid vom	Zeitraum Nachversatz	Abschlussbericht vom
E2	(10.04.1991 Rahmen-konzept) 11.02.1992 gesamte Organisation und Durchführung	03.09.1991 (Thein und Müller, DMT)	12.02.1993		
	19.02.1993 Abbaubetrieb Gb2		01.03.1993	April 1993 bis April 1994	12.09.1994
	28.03.1995 23.06.1995 (Er- gänzung) Abbaubetrieb Gb1		14.07.1995	Juli 1995 bis Juni 1996	03.09.1996

6.3.2 Nachversatz mit bergbaufremden Abfällen/Reststoffen in den Baufeldern Monopol E1 und E3

Der Vorgehensweise für die ersten Nachversatzmaßnahmen im Baufeld E2 folgend wurden für die Verbringung bergbaufremder, besonders überwachungsbedürftiger Abfälle in den Baufeldern E1 und E3(E4) zunächst Sonderbetriebspläne für die gesamte Organisation und Durchführung der Abfallverwertung aufgestellt. In Gutachten wurden auf dem Anforderungskatalog der Machbarkeitsstudie (Jäger et al. 1990) basierende Bewertungen einer umweltverträglichen Untertageverbringung besonders überwachungsbedürftiger Abfälle vorgenommen.

Im Zuge der Zulassungsverfahren für die Nachversatzmaßnahmen in diesen Baufeldern erfolgte keine Beteiligung von Trägern öffentlicher Belange, da deren Aufgabengebiete im Vergleich zum vorherigen Zulassungsverfahren für das Baufeld E2 nicht noch weitergehend berührt waren. Die betroffenen Träger öffentlicher Belange waren jedoch Mitglieder im begleitenden Arbeitskreis unter Vorsitz des Landesoberbergamtes NRW und konnten hier ihre Interessen vertreten (s. Kap. 6.2).

Die Zulassungen der Sonderbetriebspläne für Nachversatzmaßnahmen in den Baufeldern E1 und E3(E4) sahen wiederum vor, dass für die einzelnen Nachversatzbauhöhen jeweils ergänzende Sonderbetriebspläne vorzulegen waren. Der zeitliche Ablauf der Planung, Prüfung, Zulassung, Durchführung und Dokumentation der Nachversatzmaßnahmen in den genannten Baufeldern ist in der Tabelle 9 dargestellt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass in dieser Phase bereits Erfahrungen bezüglich der Verbringung von Abfällen nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses im Bergwerk Haus Aden/Monopol vorlagen.

Tab. 9: Nachversatz mit bergbaufremden, besonders überwachungsbedürftigen Abfällen in den Baufeldern Monopol E1 und E3, Flöz Grimberg 2/3 (vgl. Abb. 13)

Baufeld	Zulassungsantrag vom	Gutachten vom	Zulassungsbescheid vom	Zeitraum Nachversatz	Abschlussbericht vom
E1	03.12.1993 gesamte Organisation und Durchführung	01.02.1994 (Thein und Klingel, Uni Bonn) 18.03.1994 (Thein und Klingel, Uni Bonn)	21.04.1994		
	14.04.1994 Abbaubetrieb Gb16		29.04.1994	Mai 1994 bis Januar 1995	07.04.1995
	25.08.1994 Abbaubetrieb Gb17		21.10.1994	Januar 1995 bis Juli 1995	22.09.1995
E3	19.04.1996 gesamte Organisation und Durchführung	27.04.1995 (Thein und Klingel, Uni Bonn) 12.04.1996 (Zimmer, Werne) 19.06.1996 (Thein, Uni Bonn)	14.08.1996		
	24.07.1996 Abbaubetrieb Gb31		19.08.1996	Dezember 1996 bis Februar 1998	10.06.1998

7 Zusammenfassung

In den Jahren 1982 bis 1984 wurde die „DMT-Technologie zur Bruchhohlraumverfüllung“ entwickelt (Hamm 1991) und anschließend in Zusammenarbeit mit der RAG zur Betriebsreife geführt. Dieses Versatzverfahren dient dem hydraulischen Nachversatz von Hohlräumen im noch lockeren Bruchhaufwerk der im Zuge des untertägigen Abbaus in den ausgekohlten Raum hereinbrechenden Dachschichten. Durch die Entwicklung dieses Verfahrens wurde zunächst eine neue Möglichkeit geschaffen, bei der Kohlenaufbereitung anfallende bergbauliche Abfälle sowie Rückstände aus der Kohlenverbrennung, die vom Bergbau übernommen wurden, untertägig zu verbringen (Czech 1993, Siepman und Sill 1991, Thiehofe 1991).

Die in diesem Detailbericht behandelten Aspekte der Bruchhohlraumverfüllung mit bergbaufremden Abfällen werden im Folgenden zusammenfassend erläutert, wobei zur übersichtlicheren Unterscheidung dieser Aspekte Zwischenüberschriften eingefügt wurden:

Immissionsneutrale Untertageverbringung von Kohlekraftwerksabfällen

Die Wasser- und Abfallbehörden des Landes NRW stuften die Verbringung von Kohlekraftwerksabfällen in Steinkohlenbergwerken basierend auf der Kenntnis über deren wasserwirtschaftliche Auswirkungen als *immissionsneutral* ein. Aufgrund der im Zuge von Probetrieben erzielten Ergebnisse erfolgte im Jahr 1987 durch das damalige Landesoberbergamt NRW die generelle Zulassung zur Untertageverbringung dieser Abfälle in großer Teufe und unter weiteren Randbedingungen.

Umweltverträgliche Untertageverbringung nicht immissionsneutraler Abfälle

Aber auch eine Untertageverbringung bestimmter *nicht immissionsneutraler Abfälle* ist gemäß der „Studie zur Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen“ (sogenannte *Machbarkeitsstudie*, Jäger et al. 1990) unter speziellen Voraussetzungen und Einschränkungen umweltverträglich durchführbar. Nach dem *Prinzip des vollständigen Einschlusses* wurden derartige Abfälle in den Jahren 1993 bis 1998 im Bergwerk Haus Aden/Monopol, Bergkamen, eingebracht. Maßnahmen der Bruchhohlraumverfüllung erfolgten hier im Flöz Grimberg 2/3 in einem im Vergleich zum gesamten Abbaubereich dieses Bergwerks relativ kleinen Bereich. Diese Art der Verbringung erfolgte auch auf den Bergwerken Hugo/Consolidation in Gelsenkirchen und Walsum in Duisburg.

Machbarkeitsstudie: Voraussetzungen für den vollständigen Einschluss nicht immissionsneutraler Abfälle im Steinkohlenbergbau

Nach Einschätzung der Machbarkeitsstudie kann im Steinkohlengebirge ein relativ kleinräumiger vollständiger Einschluss nicht immissionsneutraler Abfälle unter nachfolgend genannten, für die Langzeitsicherheit relevanten Voraussetzungen erzielt werden, wobei die Kombination verschiedener Barrieren (Jäger et al. 1990, Wilke 1991, vgl. Czech 1993, vgl. Thein et al. 1997) einen Schadstoffaustrag verhindern soll. Zu diesen Voraussetzungen zählen: hydraulische Bruchhohlraumverfüllung, tonmineralreiches Nebengestein, ein Abstand von mindestens 20-25 m zur nächsttieferen und zur nächsthöheren Sohle, eine Verbringungsteufe von mindestens 800 m, die Einhaltung

eines Sicherheitsabstands zu potenziellen Wasserwegsamkeiten sowie eine ausreichende hydrogeologische Systemkenntnis.

In der Machbarkeitsstudie wurden noch weitere, in der Verbringungsphase hinsichtlich der Grubensicherheit und des Arbeitsschutzes erforderliche Voraussetzungen definiert sowie die Situationen während und nach einem Grubenwasserwiederanstieg diskutiert.

Eignung der Abfallstoffe als Versatz, Qualitätssicherungsprogramm

Für das Bergwerk Haus Aden/Monopol wurde am 12.02.1993 der erste, zunächst nur das Baufeld E2 betreffende „Sonderbetriebsplan bezüglich der Reststoffverwertung als Nachversatz zur Bruchhohlraumverfüllung“ durch das Bergamt Kamen zugelassen. Hierbei wurde festgelegt, dass außer Flotationsbergen und Feinbergen sowie Abfällen aus kohlegefeuerten Kraftwerken/Feuerungsanlagen nur Filterstäube und Rauchgasreinigungsrückstände aus Hausmüll- und Klärschlammverbrennungsanlagen sowie Gießerei-Altsande zur untertägigen Verwertung angenommen werden durften. In der Begründung der Zulassung wurde dargelegt, dass die Bruchhohlraumverfüllung bergtechnische, gruben- und arbeitssicherheitliche Ziele verfolgte und daher als Verwertung bergbaufremder Abfälle (bis 1998: „Reststoffe“) eingestuft wurde.

Abfälle aus kohlegefeuerten Kraftwerken/Feuerungsanlagen sind nach § 4 Abs. 2 Zi. 2 der Versatzverordnung von 2002 auch heute noch geeignet für die Verbringung im Kohle- und dessen Nebengestein. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden insbesondere Filterstäube und Rauchgasreinigungsrückstände aus Hausmüll- und Klärschlammverbrennungsanlagen sowie Gießerei-Altsande näher untersucht; für diese kam aufgrund des möglichen Schadstoffaustrages nur die untertägige Verbringung nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses in Betracht.

Ein über einen Zeitraum von 36 Monaten durchgeführtes Qualitätssicherungsprogramm im Rahmen der untertägigen Verbringung besonders überwachungsbedürftiger Abfälle beinhaltete insbesondere die Untersuchung der räumlichen und zeitlichen Entwicklung des Gebirgsdrucks im nachversetzten Bruchfeld und die sich hieraus ergebende Verdichtung des Nachversatzgutes sowie Abnahme der Wasserdurchlässigkeit des Gebirges. Im Zuge der Machbarkeitsstudie konnten diese für die Gewährleistung des vollständigen Einschlusses wesentlichen Parameter mangels ausreichender In-situ-Messwerte noch nicht abschließend beurteilt werden. Im Zuge dieses bergbehördlich geforderten Qualitätssicherungsprogrammes konnte nachgewiesen werden (Wilke und Dartsch 1995), „dass sich die in der Machbarkeitsstudie aufgestellten Annahmen bezüglich des Prinzips des vollständigen Einschlusses uneingeschränkt im Labor als auch in situ bestätigen ließen. Die aus diesen Annahmen abgeleiteten Anforderungen geologischer, hydrogeologischer und verfahrenstechnischer Art für eine umweltverträgliche Einbringung von Abfallstoffen sind demzufolge uneingeschränkt und in vollem Umfang erfüllt, teilweise übererfüllt.“

Begleitende Prüfung durch den Arbeitskreis „Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen“

Wie in der Verfügung des Landesoberbergamtes NRW vom 18.01.1991 dokumentiert, sollte in Arbeitskreisen, bestehend aus Vertretern des Geologischen Landesamtes, des Landesamtes für Wasser und Abfall, der Bezirksregierungen, der Staatlichen Umweltämter, der Kreise bzw. kreisfreien Städte, des Landesoberbergamtes (federführend)

und der Bergämter, geprüft werden, ob die in der Machbarkeitsstudie geforderten Voraussetzungen der Untertageverbringung im Falle konkret geplanter Versatzbereiche tatsächlich vorlagen und damit der vollständige Einschluss nicht immissionsneutraler Abfälle im Steinkohlengebirge gewährleistet war. An diese Prüfung schloss sich standortspezifisch die Durchführung des bergrechtlichen Betriebsplanverfahrens an.

Die Niederschriften zu den Sitzungen des für das Bergwerk Haus Aden/Monopol gebildeten Arbeitskreises lassen erkennen, dass die vom Bergbauunternehmen vorgelegten Betriebspläne für Nachversatzmaßnahmen intensiv geprüft und dabei Mängel sowie Unklarheiten aufgezeigt wurden. Dies führte zu Änderungen und Ergänzungen der Betriebspläne. Im Rahmen der Arbeitskreissitzungen erfolgten darüber hinaus in der Verbringungsphase Sachstandsberichte über die durchgeführten Nachversatzmaßnahmen und die Vorstellung der jeweils weiteren geplanten Maßnahmen.

Ablauf des Zulassungsverfahrens, Prüfung der Einhaltung der in der Machbarkeitsstudie geforderten Voraussetzungen für eine umweltverträgliche Untertageverbringung besonders überwachungsbedürftiger Abfälle

Im Rahmen des vorliegenden Detailberichtes wurde der Ablauf des bergrechtlichen Zulassungsverfahrens zunächst für die ersten Nachversatzmaßnahmen im Baufeld Monopol E2 detailliert nachvollzogen. Nachdem die Entwicklung des Verfahrens der Bruchhohlraumverfüllung seit den frühen 1980er-Jahre vorangetrieben worden war, vergingen ab April 1991 von der Vorstellung des Nachversatzkonzeptes für das Bergwerk Haus Aden/Monopol über die Erstellung und Abstimmung des Betriebsplanes bis hin zu dessen Zulassung und dem anschließenden Beginn der betrieblichen Durchführung rund zwei Jahre. Die Planungen für die Verbringung von Abfällen nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses in den Baufeldern E1 und E3 konnten auf den bereits gewonnenen Erfahrungen aufbauen.

Bezüglich der in den drei Baufeldern geplanten Nachversatzmaßnahmen wurden gutachtliche Stellungnahmen (DMT, Universität Bonn) zur Umweltverträglichkeit dieser Maßnahmen vorgelegt. Hierin wurde jeweils ein Überblick über die Geologie und Hydrogeologie im Umfeld der Verbringungsgebiete gegeben und eine auf dem Anforderungskatalog der Machbarkeitsstudie basierende Bewertung einer umweltverträglichen Untertageverbringung nicht immissionsneutraler Abfälle nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses vorgenommen. Nach Ansicht der im Rahmen der Zulassungsverfahren tätigen Gutachter waren die Kriterien der Machbarkeitsstudie jeweils erfüllt.

Basierend auf den Bestimmungen des Bundesberggesetzes leitete das damals zuständige Bergamt Kamen den Sonderbetriebsplan vom 11.02.1992 für die ersten Nachversatzmaßnahmen im Baufeld Monopol E2 noch im Februar 1992 mit der Bitte um Stellungnahme an die am Zulassungsverfahren beteiligten, vom Vorhaben betroffenen Träger öffentlicher Belange weiter. Über die Stellungnahmen dieser Stellen hinaus erfolgten weitere Stellungnahmen zweier nicht am Zulassungsverfahren Beteiligter, die dennoch vom Bergamt in die Prüfung des Sonderbetriebsplanes einbezogen wurden.

In der Begründung der Zulassung führte das Bergamt aus, dass die im Rahmen der Stellungnahmen vorgebrachten Hinweise, Anregungen und Bedenken in die Prüfung des Sonderbetriebsplanes und in die Entscheidungsfindung einbezogen worden waren und – sofern diese sachlich und/oder rechtlich begründet und nicht bereits Gegenstand des Betriebsplanantrages waren - im Zulassungsbescheid als Nebenbestimmung oder

Hinweis Berücksichtigung fanden. Darüber hinaus wurde erläutert, aus welchen Gründen einige vorgebrachte Anregungen, Bedenken und Forderungen nicht berücksichtigt worden waren.

Im Zuge der folgenden Zulassungsverfahren für die Nachversatzmaßnahmen in den Baufeldern E1 und E3 erfolgte keine Beteiligung von Trägern öffentlicher Belange, da deren Aufgabenbereiche im Vergleich zum vorherigen Zulassungsverfahren für das Baufeld E2 nicht noch weitergehend berührt waren. Die betroffenen Träger öffentlicher Belange waren jedoch Mitglieder im begleitenden Arbeitskreis unter Vorsitz des Landesoberbergamtes NRW und konnten hier ihre Interessen vertreten.

Weitere rechtliche Entwicklung bezüglich der Bruchhohlraumverfüllung mit bergbaufremden Abfällen

Auf Grund der Klage des BUND gegen die mit Bescheid vom 12.02.1993 bergrechtlich zugelassenen ersten Nachversatzmaßnahmen im Baufeld Monopol E2 hat das Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen in seinem Beschluss vom 18.7.1997 (Az: 21 B 1717/94) die Rechtmäßigkeit der untertägigen Abfallverwertung und damit der bergrechtlichen Zulassung bestätigt: „Der Einsatz der ... Reststoffe zur Bruchhohlraumverfüllung als Nachversatz ist stoffliche Verwertung, nämlich die Nutzung der stofflichen Eigenschaften der Stoffe zu einem konkreten Zweck, die eine auf die schadlose Verwahrung beschränkte bloße Ablagerung unnötig macht; ...“.

Demgegenüber wurden jedoch mit der am 30. Oktober 2002 in Kraft getretenen Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage unter anderem „stoffliche Anforderungen...für Versatzstandorte, die nicht im Salzgestein liegen und nicht den dauerhaften Abschluss der Abfälle durch einen Langzeitsicherheitsnachweis belegen können, rechtsverbindlich festgelegt“ (Bundesministerium für Umwelt 2002, Frenz 2003). Hiermit sollte die Einbringung von hoch schadstoffhaltigen Abfällen als Versatz in solchen Bergwerken ausgeschlossen werden, „die nicht den dauerhaften Abschluss von der Biosphäre im Salzgestein gewährleisten“. Aufgrund von Übergangsregelungen waren die in der Versatzverordnung genannten Anforderungen spätestens ab dem 1. März 2006 einzuhalten. Im Jahr 2004 endete der Einsatz der Bruchhohlraumverfüllung im deutschen Steinkohlenbergbau.

8 Quellennachweis

Bergmännisches Risswerk des Bergwerks Ost. RAG, Herne. Bezirksregierung Arnsberg, Abt. 6, Dortmund.

Bergwerk Ost. Am 3.3.2016 heruntergeladen von https://de.wikipedia.org/wiki/Bergwerk_Ost

Bundesberggesetz vom 13.8.1980. BGBl. I 1980, S. 1310.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Neue Regeln für die untertägige Abfallverwertung. 29.07.2002.

Czech, H.: Reststoffverwertung im nordrhein-westfälischen Bergbau. In: Glückauf 1993, Nr. 4.

Dürrfeld, R., Trondt, M., Schmidt, V., Much, J., Sandberg, M.: Rheologisches Verhalten von Kohle-Wasser-Suspensionen und die Beeinflussung durch Additive. In: Glückauf-Forschungshefte 1984, Nr. 6.

Frenz, W.: Untertägige Abfallentsorgung im Fadenkreuz aktueller Rechtsprechung und Gesetzgebung. In: Zeitschrift für Bergrecht 2000.

Frenz, W.: Die Bergversatzverordnung. In: Markscheidewesen 2003, Nr. 1.

Friedrich, H.: Die Risiken und langfristigen Umweltauswirkungen des untertägigen Versatzes von gefährlichen hochtoxischen Sonderabfällen in den Bergwerken der Steinkohle von NRW. Gutachterliche Stellungnahme, 2013.

Fürer G.: Rahmenbedingungen für die Verwertung von Reststoffen oder Entsorgung von Abfällen im Bergbau. In: Glückauf 1991, Nr. 19/20.

Gesetz über die Beseitigung von Abfällen (Abfallbeseitigungsgesetz) vom 7.6.1972. BGBl. I 1972, S. 873.

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 15.3.1974. BGBl. I 1974, S. 721

Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (Abfallgesetz) vom 27.8.1986. BGBl. I 1986, S. 1410.

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz). Neufassung vom 23.9.1986, BGBl. I 1986, S. 1529. Letzte Neufassung vom 31.7.2009, BGBl. I 2009, S. 2585.

Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz) vom 27.9.1994. BGBl. I 1994, S. 2705.

Haarmann, K.-R.: Planung und Betrieb moderner Blasversatzstreden am Beispiel des Bergwerks Haus Aden. In: Glückauf 1991, Nr. 19/20.

- Hamm, E.: Die Entwicklung des Verfahrens zur Bruchhohlraumverfüllung. In: Glückauf 1991, Nr. 19/20.
- Hansel, G.: Auswirkungen von Versatz auf innere und äußere Bergschäden. In: Glückauf 1991, Nr. 19/20.
- Hildebrandt, T.: Umweltverträgliche Einbringung von Abfällen nach dem Prinzip des vollständigen Einschlusses in Hohlräumen im Sedimentgestein. Dissertation TU Berlin, 1997. Shaker Verlag: Aachen, 1998.
- Hollmann, F.: Zur bleibenden Beeinträchtigung der Nutzung von Boden und Baugrund im Senkungstrog nach Einstellung bergbaulicher Tätigkeit bzw. nach Auslaufen bergbaulicher Bodenbewegungen. In: Bergbau 1995, Nr. 2.
- Huske, J.: Die Steinkohlenzechen im Ruhrrevier. Deutsches Bergbau-Museum: Bochum, 1998.
- Jäger, B., Obermann, P., Wilke, F.L.: Studie zur Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen (Machbarkeitsstudie), in 4 Bänden im Auftrag des Landesamtes für Wasser und Abfall NRW, Düsseldorf. 1990.
- Kelm, U., Möller, H.: Studie zu untertägigen Entsorgung und Verwertung bergbaufremder Stoffe in der Bundesrepublik Deutschland. Im Auftrag des Kernforschungszentrums Karlsruhe. Scientific Consulting Dr. ██████████ BDU, Köln, 1992.
- Kind, H.-J.: Die Untertagedeponie Herfa-Neurode. In: Glückauf 1991, Nr. 19/20.
- Knissel, W.: Die Nutzung von Grubenräumen für den Umweltschutz. In: Glückauf 1991, Nr. 15/16.
- Knissel, W., Triebel, R.: Grundlagen des Verfüllens untertägiger Hohlräume. In: Glückauf 1991, Nr. 19/20.
- Kukuk, P., Hahne, C.: Die Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes (Ruhrrevier). Verlag C. Th. Kartenberg, Herne, 1962.
- Lange, J.: Industrielle Abfallstoffe als Versatzkomponente, eine zusätzliche Erlösquelle für Bergwerke. In: Erzmetall 1984, Nr. 2.
- Länderausschuss Bergbau (LAB): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen als Versatz unter Tage – Technische Regeln für den Einsatz von bergbaufremden Reststoffen/Abfällen als Versatz. 22.10.1996.
- Länderausschuss Bergbau (LAB): Technische Regeln für den Einsatz von Abfällen als Versatz. 17.10.2006.
- Landesamt für Wasser und Abfall: Zusammenstellungen der für die Ablagerung in Steinkohlenbergwerken als geeignet, bedingt geeignet bzw. ungeeignet angesehenen Abfallarten. 1987. Siehe Jäger et al. 1991.
- Landesoberbergamt NRW: Teil- und Nachversatz mit Reststoffen aus kohlegefeuerten Kraftwerken und Feuerungsanlagen (Aschen und Stäube, Naßentschwefelungs-

gips, -sulfit, Schlämme aus der Kesselabwasser- und Speisewasseraufbereitung und aus der Kühlturmabschlammung) – 18.21.2–2–4 -. Rundverfügung an die Bergämter des Landes Nordrhein-Westfalen vom 16.12.1987.

Landesoberbergamt NRW: Kurzbeschreibung der in der Rundverfügung des Landesoberbergamts NRW vom 16.12.1987 aufgeführten Verfahren des Teil- und Nachversatzes in Steinkohlenbergwerken. Rundverfügung an die Bergämter des Landes Nordrhein-Westfalen 28.12.1987.

Lerche, R., Renetzeder, H.: Die Entwicklung des Pumpversatzverfahrens für das Erzbergwerk Grund. In: Erzmetall 1984, Nr. 10.

Maurer, H., Sill, F.: Entsorgung feinkörniger Aufbereitungs- und Kraftwerksrückstände durch Nachversetzen des Bruchhohlraumes. In: Glückauf 1989, Nr. 3/4

Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes NRW, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW: Erkenntnisse zum Zustand des Grund- und Oberflächenwassers im Bereich von Steinkohlenbergwerken, in denen bergbaufremde Abfälle eingesetzt wurden; Einsatz bergbaufremde Abfälle in Steinkohlenbergwerken. Landtagsbericht vom 17.09. 2013.

Monopol in Kamen/Bergkamen. Am 8.3.2016 heruntergeladen von <http://www.ruhrzechenaus.de/kamen-bergkamen/monopol.html>

Oberverwaltungsgericht für das Land Nordrhein-Westfalen: Beschluss vom 18.7.1997. Az: 21 B 1717/94.

Plate, M.: Verwertung und Ablagerung von Reststoffen und Abfällen in den Bergwerken der Ruhrkohle AG. In: Glückauf 1991, Nr. 19/20.

Plate, M.: Entsorgung unter Tage – Chance zur Lösung von Umweltproblemen. In: Glückauf 1988, Nr. 4/5.

Pollmann, H., Wilke, F.L.: Der untertägige Steinkohlenbergbau und seine Auswirkungen auf die Tagesoberfläche. Stuttgart: Boorberg, 1994.

Preuße, A.: Versatz im untertägigen Steinkohlenbergbau. RWTH Aachen, 2002.

RAG Aktiengesellschaft: Bruchhohlraumverfüllung im Steinkohlenbergbau an der Ruhr. Präsentation vom 06.11.2013.

Reuther, E.U.: Lehrbuch der Bergbaukunde. Erster Band. 11. vollständig neu bearbeitete Auflage. Essen: Glückauf 1989.

Scheidat, L., Brocks, U.: Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens für das Einbringen feinkörniger Aufbereitungs- und Kraftwerksabgänge in untertägige Bruchhohlräume. Teilvorhaben Ruhrkohle Westfalen AG, Bergwerk Monopol, Phasen I und II. Schlussbericht über das vom 1.4.1987 bis 30.6.1991 vom Bundesminister für Forschung und Technologie finanziell unterstützte F+E-Vorhaben.

Siepmann, D., Sill, F.: Erste Ergebnisse einer Versuchsanlage zur Bruchhohlraumverfüllung auf dem Bergwerk Monopol. In: Glückauf 1991, Nr. 19/20.

- Skrzyppek, J., Wilke, F. L., Plate, M.: Schadlose Verbringung anorganischer Reststoffe im Steinkohlenbergbau. In: Glückauf 1993, Nr. 10.
- Thein, J., Müller, W.: Gutachtliche Stellungnahme zur Umweltverträglichkeit des Rahmenkonzeptes für die Verbringung von Gemischen aus Flotationsbergen sowie Flugaschen und -stäuben (Reststoff-Schlüssel-Nr. 31309) und Rauchgasreinigungsrückständen (Reststoff-Schlüssel-Nr. 31312) aus Hausmüllverbrennungsanlagen (HMVA-Reststoffe) zur Bruchhohlraumverfüllung. DMT, Bochum, 03.09.1991.
- Thein, J., Klingel, R.: Gutachtliche Stellungnahme zur Einhaltung der Anforderungsbedingungen für das Prinzip des vollständigen Einschlusses bei der geplanten Verbringung von Reststoffen in die Abbaue von Flöz Grimberg 2/3 im Baufelder E1 des Bergwerkes Haus Aden/Monopol, Betriebsbereich Monopol, der Ruhrkohle AG. Universität Bonn, 01.02.1994.
- Thein, J.; Klingel, R.: Gutachtliche Stellungnahme zur petrologischen Ausbildung der hangenden Deckschichten von Flöz Grimberg 2/3 im Baufeld E1 des Bergwerkes Haus Aden/Monopol, Betriebsbereich Monopol, der Ruhrkohle AG. Universität Bonn, 18.03.1994.
- Thein, J.: Gutachtliche Stellungnahme zur Einhaltung der Anforderungsbedingungen für das Prinzip des vollständigen Einschlusses bei der geplanten Verbringung von Reststoffen in die Abbaue von Flöz Grimberg 2/3 und Flöz Viktoria 1/2 Obk in den Baufeldern E3 und E4 des Bergwerkes Haus Aden/Monopol, Betriebsbereich Monopol, der Ruhrkohle Bergbau AG. 27.04.1995.
- Thein, J.: Gutachtliche Stellungnahme zum Gutachten von Dipl.Geol. Zimmer bezüglich der Reststoffverbringung in den Baufeldern E3 und E4 des Bergwerkes Haus Aden/Monopol. 19.06.1996.
- Thein, J., Veerhoff, M., Klinger, C.: Geochemische Barrieren bei Versatzbergwerken im Fels. In: Matschullat, J. et al.: Geochemie und Umwelt. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg 1997.
- Thiehofe, B.: Erste Ergebnisse der Bruchhohlraumverfüllung auf dem Bergwerk Walsum. In: Glückauf 1991, Nr. 19/20.
- Thiehofe, B.: Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens für das Einbringen feinkörniger Aufbereitungs- und Kraftwerksabgänge in untertägige Bruchhohlräume. Teilvorhaben I: Ruhrkohle Niederrhein AG, Bergwerk Walsum. Forschungsbericht 0326416 B im Auftrag des BMFT. Essen, 1991.
- Verordnung über das Einsammeln und Befördern sowie über die Überwachung von Abfällen und Reststoffen (Abfall- und Reststoffüberwachungs-Verordnung) vom 3.4.1990. BGBl. I 1990, S.648.
- Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise (Nachweisverordnung) vom 10.9.1996. BGBl. I 1996, S. 1382.
- Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung) vom 10.12.2001. BGBl. I 2001, S. 3379.

- Verordnung über den Versatz von Abfällen unter Tage (Versatzverordnung) vom 24.7.2002. BGBl. I 2002, S. 2833.
- Voss, K. H.: Der gegenwärtige Entwicklungsstand der Blasversatztechnik und die zukünftigen Perspektiven für den Vollversatz im Steinkohlenbergbau der Bundesrepublik. In: bergbau 1988, Nr. 2.
- Wilke, L.: Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie zur Verbringung schadstoffhaltiger Rückstände in Steinkohlenbergwerken. In: Glückauf 1991, Nr. 19/20.
- Wilke, F.L., Skrzyppek, J.: Wissenschaftliche Begutachtung und labortechnische Untersuchungen zum technischen Großversuch „Verbringung von MVA-Reststoffen als hydraulischer Nachversatz auf der Schachanlage Consolidation“ im Auftrag der Ruhrkohle Montalith GmbH. TU Berlin, 1993.
- Wilke, F.L., Dartsch, B.: Endbericht über die Koordinierung und wissenschaftliche Begleitung des „Qualitätssicherungsprogrammes zur Verifizierung des in der Machbarkeitsstudie formulierten vollständigen Einschlusses der in den Bruchhohlraum eingebrachten Reststoffe“ im Auftrag der Ruhrkohle Montalith GmbH. TU Berlin, 1995.
- Zimmer, H.-D.: Gutachtliche Stellungnahme zur geplanten Einlagerung von Abfällen in die Bruchhöhlräume der Flöze Grimberg 2/3 und Viktoria der Baufelder E3 und E4 des Bergwerkes Haus Aden/Monopol unter Berücksichtigung der Kriterien für eine Verbringung nach dem „Prinzip des vollständigen Einschlusses“. 12.04.1996.