

# DMT GmbH & Co. KG

Geo Engineering & Exploration  
Hydrogeologie & Wassermanagement  
Am TÜV 1  
45307 Essen



## Umsetzung von Maßnahmen zur Vermeidung von PCB-Mobilisation im Zuge des Wasseranstiegs im Bergwerk Ibbenbüren-Ost - Einstellen der Wasserhaltungen Nordschacht und Hauptwasserhaltung -

Auftraggeber: RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH  
Osnabrücker Str. 112  
49477 Ibbenbüren

Sachverständiger: Dr. C. Klinger

Tel.-Durchwahl: 0201/172-1812

Fax: 0201/172-1891

DMT-Bearbeitungs-Nr.: GEE5-2016-00951-12

Essen, den 07.08.2019

DMT GmbH & Co. KG

*i.V. Klinger* *i.V. Eckart*  
(Klinger) (Eckart)

Dieser Bericht besteht aus 50 Seiten.



DIN EN ISO  
**9001**  
zertifiziert

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>Seite</b>
1 Einleitung und Aufgabenstellung .....	5
2 Konzept zur Bewertung von PCB-Belastungen .....	9
2.1 Bezug zur Wasserströmung in Richtung Wasserhebungsstandort.....	10
2.2 Erosionspotenzial .....	11
2.3 Analytischer Befund.....	15
2.4 Wahrscheinlichkeit einer PCB-Belastung.....	15
2.5 Maßnahmen.....	16
2.6 Anlagenstandorte mit Einsatz wassergefährdender Betriebsmittel.....	18
2.7 Zusammenfassung Methodik .....	18
3 Erosionspotenzial der Restgrubenbaue im BW Ibbenbüren.....	20
3.1 Streckensystem .....	20
3.2 Streckenneigungen.....	22
3.3 Auswirkungen der Einstellung der Wasserhaltungen.....	25
3.4 Auswirkungen des Wasseranstiegs.....	28
3.5 Fazit Erosionspotenzial .....	30
4 Belastungssituation .....	31
4.1 Auffahrungszeitraum .....	32
4.2 Beprobung und Standortsituation .....	33
4.3 Erosionspotenzial für PCB.....	36
5 Maßnahmen .....	38
5.1 Schächte Oeynhausen und Bockraden oberhalb der 4. Sohle .....	39
5.2 Schächte Oeynhausen auf der 4. Sohle.....	43
5.3 Tiefe Sohlen.....	45
5.4 Nordschacht.....	47
5.5 Auswirkungen der Maßnahmen auf den Wasseranstieg.....	47
6 Zusammenfassung.....	48

**ABBILDUNGSVERZEICHNIS**
**Seite**

Abbildung 1:	Streckenbild des derzeit noch zugänglichen Grubengebäudes Ibbenbüren Ostfeld. ....	5
Abbildung 2:	Konzeptschema zur Vorgehensweise bei der PCB-basierten Maßnahmenfindung. ....	9
Abbildung 3:	Hjulstrøm-Diagramm mit Ergänzungen zu den bergbauspezifischen Rahmenbedingungen. ....	12
Abbildung 4:	Schema zur Selektion der für PCB-Mobilisation relevanten Strecken (Ausschnitt aus Abbildung 2).....	20
Abbildung 5:	Wasserzuflüsse in das Ostfeld Ibbenbüren mit Wassermenge (m <sup>3</sup> /min) und farblicher Zuordnung zu dem Modellboxen (Stand 2016), aus DMT EG-HW-2012-056. ....	21
Abbildung 6:	Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren. ....	24
Abbildung 7:	Lageübersicht der Schächte und Baufelder mit Profillinie aus Abbildung 6. ....	24
Abbildung 8:	Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren mit Zuflusspunkten und –mengen sowie natürlichen Fließwegen. ....	26
Abbildung 9:	Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren mit Zuflusspunkten und –mengen sowie erosionsexponierten Strecken (rot).....	27
Abbildung 10:	Höhenprofil bei Wasserniveau -1.281,1 mNN und erosionswirksamen Abfluss bei Erreichen dieser Schwelle (rot). 29	29
Abbildung 11:	Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren bei Wasserniveau +63 mNN. ....	29
Abbildung 12:	Höhenprofil mit potenzieller Erosion nach Einstellung der Wasserhaltungen. ....	30
Abbildung 13:	Modifiziertes Schema zur Selektion der für PCB-Mobilisation relevanten Strecken. ....	31
Abbildung 14:	Offenes Streckensystem im Ostfeld Ibbenbüren mit farblicher Kennzeichnung des Auffahrungszeitraumes. ....	32
Abbildung 15:	Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren mit PCB/PCDM-Belastungspotenzial. ....	35
Abbildung 16:	Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren mit PCB/PCDM-Erosionspotenzial. ....	37
Abbildung 17:	Anbindung des Bohrgesenkes an das noch offenen Grubengebäude am Schacht Oeynhaus 3. ....	40
Abbildung 18:	Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren (Bockraden – Oeynhaus) mit Fassungs- und Ableitungssystem für Zuflüsse oberhalb der 4. Sohle. ....	41

Abbildung 19: Seitenansicht des Dammes 3. Sohle / Nordquerschlag. .... 42

Abbildung 20: Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld  
Ibbenbüren mit Fassungs- und Ableitungssystem für Zuflüsse  
im unteren Schacht Oeynhaus 3. .... 44

Abbildung 21: Höhenprofil des tieferen noch offenen Streckensystems im  
Ostfeld Ibbenbüren mit Fassungs- und Ableitungssystem der  
Zuflüsse. .... 45

## 1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die RAG Anthrazit Ibbenbüren GmbH hat Ende 2018 den aktiven Bergbau im Ostfeld beendet und in der Folge Teilbereiche soweit möglich abgedämmt, so dass jetzt das in Abbildung 1 dargestellte Restgrubengebäude noch offen ist. Die bergbaulichen Gegebenheiten ermöglichen den weiteren Rückzug aus dem Bergwerk nur noch als Gesamtmaßnahme. Geplant ist ein Einstellen der Wasserhaltung zunächst im Nordschacht, womit der Wasseranstieg im Grubengebäude eingeleitet wird. Damit wird auch die Hauptwasserhaltung auf der 3. Sohle beendet, wodurch das Grubenwasser ansteigen wird, bis auf +63 mNN das Wasserannahmeniveau erreicht ist. In Folge dieser Maßnahmen wird nahezu das gesamte Grubengebäude überstaut.

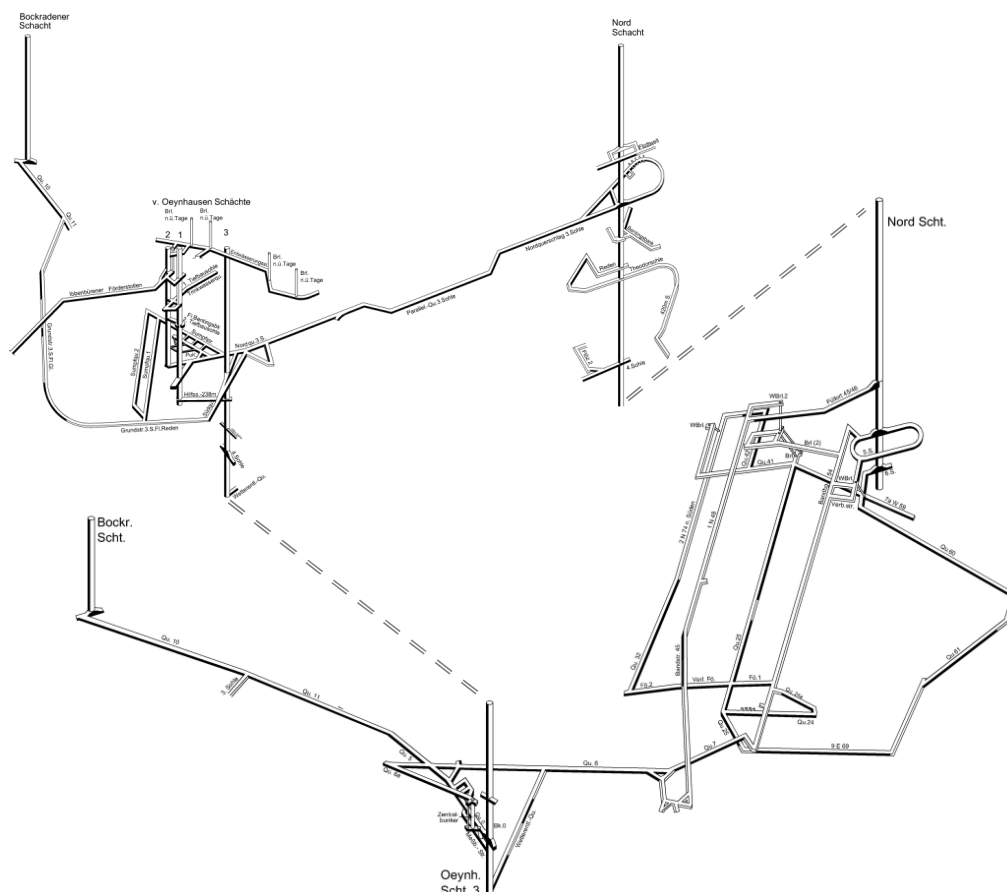


Abbildung 1: Streckenbild des derzeit noch zugänglichen Grubengebäudes Ibbenbüren Ostfeld.

In Vorbereitung dieses Rückzugs aus dem Bergwerk werden unter anderem grundsätzlich alle Materialien und Verunreinigungen, von denen erkennbar eine Beeinträchtigung des Grubenwassers im Zuge der geplanten

Wasseranstiege ausgehen kann, aus dem noch zugänglichen Grubengebäude entfernt.

Die bisherigen Untersuchungen haben allerdings gezeigt, dass die in den 60er bis 90er Jahren im Bergbau eingesetzten PCB/PCDM-haltigen Betriebsmittel zu einer weiten Verteilung dieser auch in sehr kleinen Gehalten nachweisbaren Stoffe in den Strecken und Grubenbauen der seit damals betriebenen Bergwerke geführt haben. PCB-Befunde (im Folgenden wird der Begriff PCB der Einfachheit halber auch für die gesamte Stoffgruppe PCB und PCDM (Ersatzstoffe mit ähnlichen Umwelteigenschaften) verwendet) beschränken sich dabei nicht auf den Ort des primären Einsatzes (ortsgebundene Anlagen, Streckenauffahrungen, Abbaubetriebe), sondern finden sich auch in später aufgefahrenen Strecken bzw. im Nachfolgezeitraum noch genutzten älteren Grubenbauen. Materiallagerung und -transport im o.g. Einsatzzeitraum dieser Stoffe sowie Verschleppungen durch Bandtransport, Schienenverkehr, Wetterabstrom, Wasser und Personen haben dazu geführt, dass sich – in unterschiedlichem Maße – Spuren von PCB nahezu überall finden und kaum durch bestimmte Standortbedingungen ausschließen lassen.

Dies bedeutet wiederum, dass die PCB-Belastung offensichtlich nicht nur durch standortbezogene Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen, wie sie im Zuge der Untersuchung von Anlagenstandorten durchgeführt werden, behandelt werden kann. Lokal entnommene Feststoffproben repräsentieren häufig eine diffuse, flächige Belastung und somit können in solchen Fällen auf den Befundort konzentrierte Versiegelungsmaßnahmen keine wirksame Abhilfe im Hinblick auf die zuvor beschriebene Gesamtverteilung darstellen. Um dieser Situation gerecht zu werden, waren daher zusätzliche Konzepte erforderlich, um die PCB-Freisetzung im Wasseranstieg zu minimieren.

In diesem Gutachten sollen die Eigenschaften dieser Stoffgruppe nicht beschrieben werden. Hierzu gibt es umfangreiche Literatur die aktuell auch im „Gutachten zur Prüfung möglicher Umweltauswirkungen des Einsatzes von Abfall- und Reststoffen zur Bruch-Hohlraumverfüllung in Steinkohlenbergwerken in Nordrhein-Westfalen, Teil 1“ der ahu AG (hier vor allem Detailbericht 6: Risikoanalyse PCB und weitere organische Stoffe) zusammengefasst und ausgewertet wurde. Eine Beschreibung der Standortbedingungen bezüglich PCB sowie der für Mobilisation und Austragsprognose durchgeführten Modellrechnungen findet sich im DMT-Bericht „Einfluss eines Wasseranstiegs im Ostfeld des Steinkohlenbergwerkes

Ibbenbüren auf die PCB-Gehalte im Grubenwasser“, GEE5-2018-00188 vom 28.02.2019.

Konsens besteht, dass für die Ausbreitung von PCB der partikelgebundene Transport von besonderer Bedeutung ist und dieser vor allem von den Strömungsgeschwindigkeiten abhängt. Gleichwohl muss von einem (bislang nur unzulänglich quantifizierten) Anteil gelöster PCBs ausgegangen werden. Nach dem o.g. Gutachten der ahu sind allerdings spezifische Maßnahmen während des Rückzugs zur Reduzierung des gelösten Anteils an PCB im Grubenwasser unter Tage nicht möglich. Ebenso ist bei allen noch möglichen Maßnahmen bezüglich der partikulären Fracht zu berücksichtigen, dass der größte Teil der im PCB-Einsatzzeitraum aufgefahrenen Strecken, aktiven Abbaubetriebe und deren Nahbereiche mit besonders hohem Verschleppungspotenzial weil abgedämmt, weit entfernt und teilweise auch schon überstaut, nicht mehr zugänglich sind. Im Kontext des gesamten Steinkohlenbergbaus an einem Standort stellen die heute noch zugänglichen Hohlräume nur noch den kleinsten Teil des betroffenen Grubengebäudes dar.

In Teil 1 des ahu-Gutachtens erfolgte eine Grundlagenbetrachtung und Gefährdungsanalyse zu Abfall- und Reststoffen zur Bruchhohlraumverfüllung sowie für PCB, deren grundsätzliche Methoden und Ergebnisse dann in Teil 2 auf andere Bergwerke übertragen wurden. Die fast ausschließlich bereits in Teil 1 gegebenen allgemeinen Empfehlungen für den Umgang mit untätigen PCB-Belastungen in den Strecken wurden aufgegriffen und in ein Bewertungs- und Handlungskonzept umgesetzt. Dieses wurde erstmals bei der Bewertung und Vorbereitung des Rückzugs aus dem Wasserhaltungsstandort Haus Aden / Grimberg beschrieben und umgesetzt (Umsetzung von Maßnahmen zur Vermeidung von PCB-Mobilisation im Zuge des Wasseranstiegs am Standort der Wasserhaltung Haus Aden, DMT GEE5-2016-01186-g vom 11.08.2017). Es wurde jedoch von vornherein darauf geachtet, dass die Vorgehensweise bei der Bewertung sowohl in den noch aktiven Bergwerken als auch an den Wasserhaltungsstandorten anwendbar ist und auch die vorgeschlagenen Maßnahmenkataloge ausreichend universell für verschiedene Standortbedingungen sind.

Dieses an den ahu-Leitlinien orientierte, konservative Bewertungskonzept für die noch offenen zugänglichen Strecken, wird in Kapitel 2 beschrieben und dann für das anfangs skizzierte aktuell verbliebene Grubengebäude des Bergwerks Ibbenbüren angewendet. Im Vorfeld dieses finalen Rückzuges wurden bereits die beiden zuletzt aktiven Baufelder Südöstliches Mittelfeld (Okt. 2018) und Beustfeld (Jan. 2019) abgeworfen. Darüber hin-

aus wurde auch das Umfeld von Bunker 3 (März 2019) und der Abwetterweg zum Theodorschacht (März 2019) abgedämmt. Zu diesem Rückzug wurden ebenfalls Untersuchungen durchgeführt, wie sie in diesem Dokument für das Restgrubengebäude beschrieben sind. Die entsprechenden Berichte liegen vor und bildeten die Grundlage für die Vorbereitung der Strecken auf die zu erwartenden Wasseranstiegsverhältnisse:

DMT GEE5-2016-00951-04: Umsetzung von Maßnahmen zur Vermeidung von PCB-Mobilisation im Zuge des Wasseranstiegs im Bergwerk Ibbenbüren-Ost - Abdämmen Südöstliches Mittelfeld, 19.10.2017

DMT GEE5-2016-00951-06: Umsetzung von Maßnahmen zur Vermeidung von PCB-Mobilisation im Zuge des Wasseranstiegs im Bergwerk Ibbenbüren-Ost - Abdämmen Beustfeld, 21.03.2018

DMT GEE5-2016-00951-07: Umsetzung von Maßnahmen zur Vermeidung von PCB-Mobilisation im Zuge des Wasseranstiegs im Bergwerk Ibbenbüren-Ost - Abdämmen Wetterberg 45 und Querschlag 2 zum Theodorschacht, 23.07.2018

DMT GEE5-2016-00951-11: Umsetzung von Maßnahmen zur Vermeidung von PCB-Mobilisation im Zuge des Wasseranstiegs im Bergwerk Ibbenbüren-Ost - Abdämmen Bunker 3, 04.02.2019

Im Anschluss werden konkrete Maßnahmen vorgeschlagen, um auch das noch zugängliche Streckensystem so vorzubereiten, dass bei dem zukünftigen Wasseranstieg PCB-Partikelmobilisation und -Emission auch unter verschiedenen Rahmenbedingungen minimiert werden.



## 2 Konzept zur Bewertung von PCB-Belastungen

Die allgemeinen Leitlinien des ahu-Gutachtens (hier vor allem Detailbericht 6: Risikoanalyse PCB und weitere organische Stoffe) bilden die Grundlage für eine standortspezifische Prüfung der jeweiligen Situation im Grubengebäude insbesondere hinsichtlich der Bewertung der möglichen Auswirkungen auf das gehobene Grubenwasser und der diesbezüglich geeigneten Maßnahmen, eine PCB-Mobilisation in diesen noch zugänglichen Teilen des Streckennetzes zu verhindern bzw. zu minimieren.

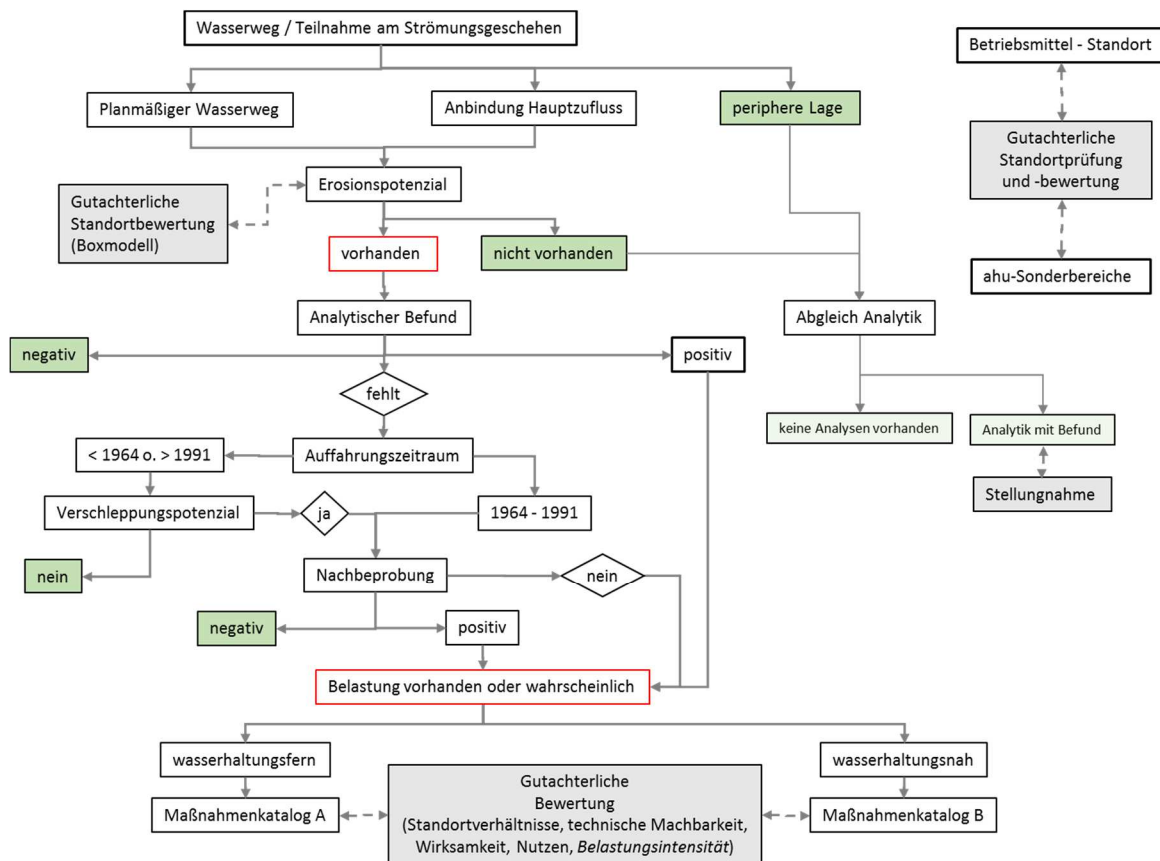


Abbildung 2: Konzeptschema zur Vorgehensweise bei der PCB-basierten Maßnahmenfindung.

Um hierfür an den verschiedenen Standorten vergleichbare Maßstäbe anlegen zu können, wurde unter Berücksichtigung des ahu-Gutachtens ein allgemeines Konzept zur standortbezogenen Vorgehensweise entwickelt (Abbildung 2). Dieses integriert die Bewertungskriterien des Strömungsregimes im Grubengebäude, der analytisch nachgewiesenen Belastungssituation, der Auffahrungs- und Nutzungshistorie und des Erosionspotenzials. Nicht immer sind unter den komplexen Bedingungen der Streckennetze harte Ja-Nein-Kriterien anzuwenden, weshalb die gutachterliche Be-

wertung des Einzelfalls unverzichtbarer Bestandteil des Verfahrens bleibt, insbesondere um unter den bergbaulichen Bedingungen realisierbare Maßnahmen abzuleiten.

Eine Sonderrolle nehmen Anlagenstandorte ein, an denen (PCB-haltige) Betriebsmittel eingesetzt wurden und die im Rahmen eines gesonderten Verfahrens geprüft und bewertet werden. Die spezifische Exposition solche Standorte wird ggf. mit lokal begrenzten Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen berücksichtigt.

Zusammengefasst zeigt das Schema auf, dass im Falle einer nachgewiesenen oder wahrscheinlichen PCB-Belastung und gleichzeitig vorhandenem Erosionspotenzial (rote Rahmen in Abbildung 2) Maßnahmen zu treffen sind, um diese zu erwartende Erosion PCB-belasteter Partikel zu verringern oder die PCB-Belastung zu neutralisieren. Im Folgenden werden die einzelnen Untersuchungsschritte erläutert.

## **2.1 Bezug zur Wasserströmung in Richtung Wasserhebungsstandort**

Im Fokus der Betrachtung steht die Frage, inwieweit mit PCB belastete Bestandteile der Streckensoleen so mobilisiert werden, dass sie mit dem gehobenen Grubenwasser nach Übertage und so in die Umwelt gelangen. Hierfür ist der Bezug zum strömenden Grubenwasser ein wesentliches Kriterium. ahu hebt hierbei die „strömungsbedingte Erosion in offenen Strecken“ heutiger und zukünftiger Wasserwege hervor (ahu-Gutachten, Endbericht, S. 180). Zudem haben nach ahu „kilometerweit von einer Wasserhaltung entfernt liegende Strecken [...] ein deutlich geringeres Freisetzungspotential (Endbericht, S. 183)“.

Diese Betrachtung berücksichtigt, dass in künftig abgedämmten oder peripheren Grubenbereichen zwar möglicherweise beim Wasseranstieg Partikel erodiert werden, diese aber aufgrund der geringen Strömungen bei fehlendem oder sehr geringem Wasseraustausch später nicht zur Wasserhaltung gespült werden bzw. dort optimale Sedimentationsbedingungen vorfinden. Wässer in solchen Bereichen dürften oftmals auch beim Wasseranstieg den Weg in die mit den Abbaubetrieben verbundenen Auflockerungszonen und Resthohlräume finden und dort verbleiben (vgl. Kap. 2.2). Solche Streckenbereiche sollen daher von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen bleiben. Wichtig sind unter diesen Aspekt hingegen, wie schon erwähnt, die für das Abströmen des Wassers vorgesehenen und präparierten Wasserwege sowie Strecken, in denen sich relevante Was-

serzutritte befinden und in denen demzufolge auch während und nach dem Wasseranstieg Wasser abfließt.

Ogleich vom ahu-Gutachten nicht gefordert, sollen auch die übrigen Grubenbereiche nicht aus der Betrachtung ausgeschlossen werden, sofern aufgrund spezifischer Überlegungen hier bereits im Vorfeld Proben genommen worden sind und die Analyse relevante (hierzu s. Kap. 2.3) PCB-Gehalte ergeben hat. Denn grundsätzlich sind exakte Prognosen zu den tatsächlich aktiven Wasserwegen immer mit Unsicherheiten behaftet. Es ist vorgesehen, solche Befunde dann unter den spezifischen Standortverhältnissen gutachterlich zu bewerten.

## 2.2 Erosionspotenzial

Auch wenn das Vorhandensein von in Wasser gelösten PCB plausibel ist, wird dem partikulären PCB-Transport nach wie vor eine vorrangige Bedeutung zugeordnet (s. ahu-Gutachten Zusammenfassung, S. 16). Das Transportverhalten von Partikeln im Grubenwasser hängt von deren Größe und der Geschwindigkeit des strömenden Wassers ab. Ein Partikel bewegt sich dann im Spannungsfeld zwischen Erosion, Transport und Deposition (Sedimentation). Diese Abhängigkeiten werden im Hjulstrøm-Diagramm beschrieben und quantifiziert (s.a. ahu-Gutachten, Detailbericht 6, S. 169 ff). Auch wenn dieses Diagramm für natürliche Substrate entwickelt worden ist und sich das Material von Streckensohlen aufgrund seiner Kornheterogenität insbesondere im Erosionsverhalten etwas anders verhalten dürfte, ist es aber dennoch vor allem bei der Einschätzung von Transport und Deposition anwendbar (modifiziert durch Salzgehalte und Dichte des Grubenwassers).

Das Diagramm zeigt auf, dass Erosion und Deposition der bezüglich PCB besonders interessierenden Feinpartikel in deutlich unterschiedlichen Geschwindigkeitsbereichen auftreten (Abbildung 3). Nimmt man mögliche Geschwindigkeiten in wassererfüllten Strecken zunächst als Ausgangspunkt, so ergibt sich bei einem (gering angesetzten) Streckenquerschnitt von 10 m<sup>2</sup> und maximalen Wasserfließraten von 40 m<sup>3</sup>/min (Gesamtabfluss Lohberg) eine Geschwindigkeit von 4 m/min (6,7 cm/s). In einem überwiegenden Anteil der Strecken dürften die Fließgeschwindigkeiten eher zwischen <0,1 und 1 m/min liegen. Dies gilt auch für den Standort Ibbenbüren, für den der Gesamtabfluss lediglich ca. 5 m<sup>3</sup>/min beträgt.

Zudem ist, wie auch ahu im Detailbericht 6, S. 75 beschreibt, noch zu berücksichtigen, dass in einem derartigen Röhrensystem an den Randbereichen (somit auch der Sohle) immer deutlich geringere Strömungsgeschwindigkeiten auftreten als in der Röhrenmitte. Dies bedeutet, dass unter diesen Bedingungen (blaues Feld in Abbildung 3) in diesem Geschwindigkeitsfenster keine Partikel (auch keine Feinpartikel) erodiert werden. Im ahu-Gutachten (Endbericht, S. 171) wird dies so beschrieben: „Die angenommenen Strömungsgeschwindigkeiten in wassergefüllten Röhren reichen in der Regel nicht aus, um neue Partikel zu erodieren und diese in einen Schwebezustand zu transportieren“. Es ist ein Milieu von Transport der Feinpartikel (Ton und Schluff) und Deposition der Grobschluff- und Sand-Fraktion (grünes Feld in Abbildung 3) vorherrschend.

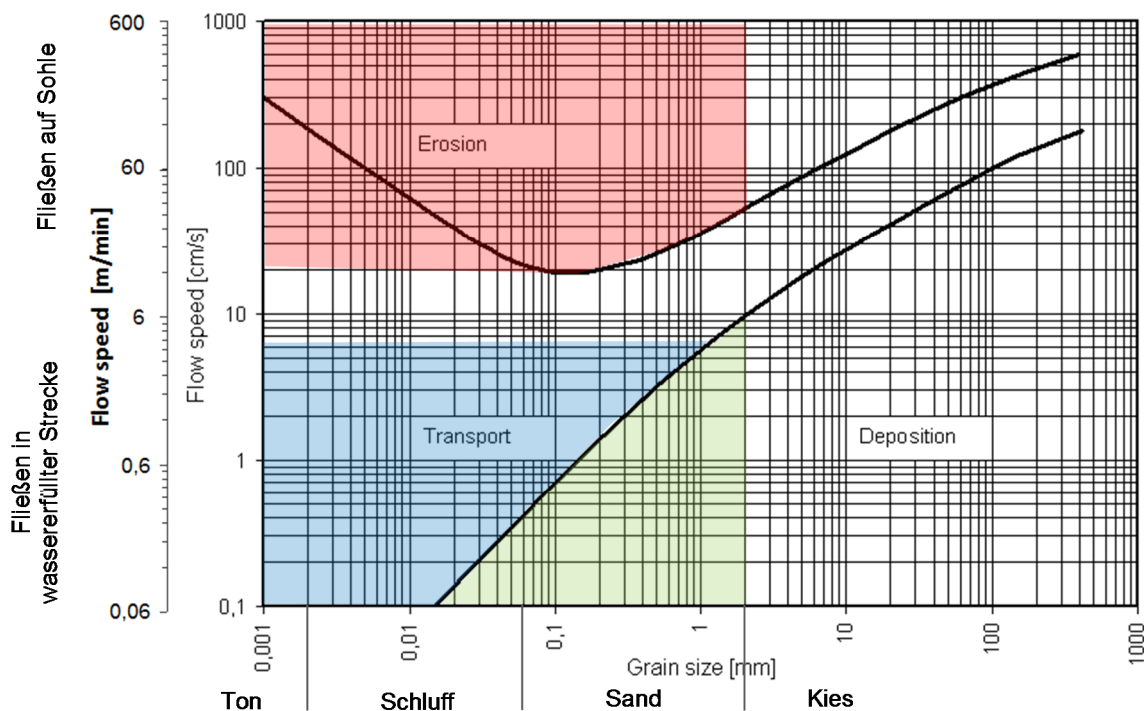


Abbildung 3: Hjulström-Diagramm mit Ergänzungen zu den bergbauspezifischen Rahmenbedingungen.

Diese theoretisch abgeleitete Einschätzung stimmt sehr gut mit den tatsächlichen Ergebnissen bei fraktionierter Filtration von verschiedenen Grubenwässern überein. Partikel wurden in einem Bereich  $>12 \mu\text{m}$  (= 0,01 mm im Diagramm) bis  $0,1 \mu\text{m}$  gefunden. Diese Partikelgrößen liegen somit ebenso wie die häufig angewendete Filtergröße  $0,45 \mu\text{m}$  (0,00045 mm) links außerhalb des Diagrammbereiches. Daraus lässt sich auch ableiten, dass einmal aufgewirbelte Feinpartikel der Tonfraktion unter den Strömungsbedingungen in am Fließgeschehen teilnehmenden Stre-

cken kaum mehr sedimentiert werden können. Dies ist nur in Standwasserbereichen möglich.

Dies wird zwar auch vom ahu-Gutachten entsprechend beschrieben, aber nicht die sich daraus ergebende Schlussfolgerung berücksichtigt, dass es demnach für Transport und Austrag von Feinpartikeln von vergleichsweise untergeordneter Bedeutung ist, wo diese von der Sohle losgerissen wurden. Das Kriterium „Nähe zum Pumpenstandort“, wie im ahu-Gutachten vorgeschlagen (ahu-Gutachten, Endbericht, S. 183), ist somit für die Minderung des partikulären PCB-Austrages von geringer Maßnahmenrelevanz.

Ergänzend ist aber ein Phänomen beim Wasseranstieg zu berücksichtigen, das in einem solchen Diagramm nicht dargestellt werden kann. Wie Modell-Untersuchungen der DMT und auch des ahu-Gutachtens zeigen, strömt das die Streckensysteme füllende Wasser beim Anstieg von diesen Strecken in die Hohlräume der Abbaubetriebe und der darüber liegenden Auflockerungszonen. Naturgemäß nimmt es dabei neben gelösten Inhaltsstoffen auch in Schwebelage befindliche Feinpartikel mit. Also werden insbesondere im Wasseranstieg mobilisierte Feinpartikel so aus dem Streckensystem entfernt. Da diese Gradienten über längere Zeiträume erhalten bleiben und dieses Wasser in solchen Bereichen später auch nicht mehr ausgetauscht wird, darf davon ausgegangen werden, dass diese Anteile dauerhaft dort fixiert bleiben.

Zurück zum Erosionsverhalten, das für die initiale Mobilisation von Partikeln von vorrangiger Bedeutung ist. Im Hjulstrøm-Diagramm ist ersichtlich, dass Erosion erst ab Strömungsgeschwindigkeiten  $>20$  cm/s (dies entspricht in Analogie zu den zuvor verwendeten Einheiten 12 m/min) zu erwarten ist (rotes Feld in Abbildung 3). Dass die Erosion von Feinpartikeln noch höhere Geschwindigkeiten erfordert, ist auf das Haftverhalten solcher Ablagerungen zurückzuführen. Demnach findet Erosion nur in einem Geschwindigkeitsbereich statt, wie er in wassererfüllten Strecken nicht realisiert ist. Im Umkehrschluss ist Erosion somit ein Phänomen des Wasserfließens vor und während des Wasseranstiegs. Das ahu-Gutachten beschreibt hier: „Vor allem durch das schnelle Fließen des Grubenwassers in nicht eingestauten Grubenbereichen werden PCB-belastete Partikel erodiert.“ (ahu-Gutachten, Zusammenfassung, S. 16).

Beim Wasseranstieg kann es, in Abhängigkeit von der Neigung der Strecken und der Dynamik der Wasseranstiegsbereiche gegenüber den gleichbleibenden Bedingungen zuvor, zu verstärkter Erosion kommen. Dies ist der Fall, „wenn im Grubengebäude ansteigendes Wasser mit gro-

ßem Gefälle und freier Oberfläche in bislang nicht geflutete Bereiche fließt (ahu-Gutachten, Endbericht, S. 183)“. Die Wassermengen sind zum Beispiel bei Überstauung einer Schwelle größer und zudem fließt Wasser durch Bereiche, die zuvor trocken oder nur gering von Wasserzutritten betroffen waren. Daher gilt es, solche Erosionspotenziale zu identifizieren und zu bewerten.

Dies geschieht durch vergleichende Analyse des Wasseranstiegsverhaltens in einzelnen Bergwerkskompartimenten in Bezug zur Neigung der Strecken, in denen sich potenzielle PCB-Quellen befinden. Das Boxmodell liefert hierzu die großräumige Analyse und Prognose für verschiedene Grubenbereiche. Aus dem Fließgeschehen an Wasserübertrittsstellen ist abzuleiten, woher ggf. Fremdwasserzuflüsse kommen. Zur Bewertung des Fließgeschehens innerhalb einer Box ist dann eine detaillierte Analyse der Neigungen der als PCB-relevant bewerteten Strecken erforderlich. Schwellen und die Verteilung von Wasserzuflüssen sind hierbei zu berücksichtigen.

Eine solche Bewertung erfolgt im Rahmen einer gutachterlichen Stellungnahme. Grundlage sind die auch von ahu benannten Parameter Streckenprofile, Zuordnung von PCB-Potenzialen und der Wasseranstieg:

- Strecken über die das Wasser langsam über die Sohle ansteigt, wird kein Erosionspotenzial im Wasseranstieg zugeordnet.
- Strecken über die Wasser gegenüber dem aktuellen Zustand verstärkt abfließt, wird ein Erosionspotenzial im Wasseranstieg zugeordnet.
- Schwellenbereiche mit geringer Wasserüberdeckung und gleichzeitig hohen Abflussmengen haben ein Erosionspotenzial und sind gesondert zu beachten.

Grundlage für diese Einordnung und daher die Maßnahmenrelevanz ist das anfangs beschriebene Partikelverhalten, das eine Erosion nur im Zustand noch nicht wassererfüllter Strecken ermöglicht. Erosion kommt nach dem Wasseranstieg in einer Strecke zum Erliegen, weshalb dieser Zustand für die Ableitung von erosionsmindernden Maßnahmen nicht mehr zu berücksichtigen ist.

Diese Sichtweise und die vorgeschlagene Methodik impliziert, dass es in der Gesamtsicht für die Minderung der PCB-Mobilisation als Feinpartikel wichtiger ist, großräumige Maßnahmen zur Erosionsminderung im Wasseranstieg zu treffen bzw. den Wasserspiegel insgesamt anzuheben, als lokal begrenzte Maßnahmen in der Nähe von Hebungsstandorten durchzuführen.

### **2.3 Analytischer Befund**

Inzwischen sind an allen Standorten in verschiedenen Kampagnen stichprobenartig untertägige Proben zur Bestimmung der PCB-Belastung im Grubengebäude genommen worden. Die so analytisch nachgewiesene Belastungssituation bildet ein wichtiges Kriterium für die weitere Vorgehensweise. Diesbezüglich ist allerdings immer zu beachten, inwieweit die untersuchten Proben als repräsentativ für den zu betrachtenden Streckenabschnitt gelten können (vgl. ahu-Gutachten, Detailbericht S. 59). Dies gilt sowohl, wenn die Analysen keine PCB-Belastung ausweisen, als auch bei deutlich positiven Befunden.

Bei der Bewertung der Analysen ist zudem zu beachten, mit welcher Methode die jeweiligen Proben genommen worden sind. Neben Feststoffproben des Sohlmaterials, die mehr als Punktanalyse zu betrachten sind, existieren Proben aus Wasserhaltungen, Pumplöchern und Standwasser (immer Feststoff im Wasser), die eine über den Einzugsbereich integrierende Bewertung ermöglichen. Hier ist auch zu berücksichtigen, dass bei solchen Proben überwiegend bewusst Feststoffmaterial aufgewirbelt wurde, um dieses repräsentativ zu erfassen und durch größere Probenmengen eine nachweisstärkere Analytik zu ermöglichen.

Bezugspunkt für diese Betrachtung sollte sein, Belastungsschwerpunkte zu erfassen und den Stoffaustrag dort - falls erosionsbedingt erforderlich - zu vermindern. Der Analyse-Datenbestand weist Feststoffgehalte  $\geq 1.000 \mu\text{g}/\text{kg}$  als typische PCB-Gehalte einer Belastungszone aus. Diese Werte leiten sich auch über Modellrechnungen für den Feststoffgehalt in den Abbauflächen mit PCB-Verwendung ab. Flächen mit geringeren PCB-Gehalten haben dementsprechend auch eine verminderte Bedeutung für PCB-Mobilisation und Austrag. Aufgrund des Punktcharakters dieser Untersuchungen stellen solche Analysen zwar immer einen wesentlichen Anhaltspunkt zur Einschätzung der Belastungssituation des jeweiligen Streckenbereiches dar, sind aber immer im Gesamtkontext zu bewerten.

Fehlen analytische Untersuchungen in dem zu bewertenden Streckenabschnitt ganz, stellt sich die Frage nach der Wahrscheinlichkeit einer PCB-Belastung aufgrund der Historie von Auffahrung und Nutzung.

### **2.4 Wahrscheinlichkeit einer PCB-Belastung**

Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass innerhalb des Verwendungszeitraumes von PCB - unabhängig von der bei der Auffahrung verwendeten Maschinenteknik - von lokalen Austritten PCB-haltiger Flüssigkeiten

sigkeiten ausgegangen werden muss. In solchen zwischen 1964 und 1991 aufgefahrenen Strecken existiert somit grundsätzlich eine hohe Wahrscheinlichkeit für PCB/PCDM-Belastungen (ahu-Gutachten, Endbericht S. 179).

Es konnte jedoch auch durch Probenahmen u.a. des LANUV im Auftrag von ahu bestätigt werden, dass solche Belastungen nicht auf diese Bereiche beschränkt sind, sondern offensichtlich Verschleppungen von belastetem Material aufgetreten sind. Dies ist aufgrund der intensiven Materialbewegungen in einem Bergwerk zu den über lange Zeiträume aktiven Schächten über die jeweiligen Hauptstrecken auch plausibel. Solche Verschleppungen erfolgen überwiegend über Materialtransport (Bänder), Abwetter und Wasser (entsprechend ahu-Beprobungskonzept). Auch für solche Strecken ist somit eine PCB-Belastung wahrscheinlich, die aber im Konzentrationsniveau - da Materialvermischung unterworfen - prinzipiell geringer sein sollte, als an den primären Austrittspunkten von PCB-haltigen Flüssigkeiten.

Auch in anderen Strecken ohne die o.g. Nutzungen sind PCB-Verschleppungen zwar nicht auszuschließen, aber auch nicht mit einer Wahrscheinlichkeit zu belegen. Im Hinblick auf das Ziel der Identifizierung von Belastungsschwerpunkten wird solchen Strecken daher kein Verschleppungspotenzial zugeordnet und sie werden aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

Ist eine nicht durch Proben untersuchte Strecke jedoch als potenziell belastet erkannt (Verschleppungspotenzial oder Erstellung 1964-1991), so besteht die Möglichkeit, diese Einschätzung durch geeignete Beprobung und Analyse zu überprüfen. Erfolgt dies nicht, ist die Strecke generell als mit PCB belastet einzustufen und es ist analog zum nachgewiesenen PCB-Befund zu verfahren.

## **2.5 Maßnahmen**

Mit der vorgestellten Vorgehensweise werden Strecken(abschnitte) mit einer PCB-Belastung identifiziert, für die Erosion beim Wasseranstieg sehr wahrscheinlich ist, so dass Feinpartikel in Schwebelagung gelangen können. In diesen Bereichen sind dann Maßnahmen sinnvoll, die dazu beitragen, diese Mobilisation beim Wasseranstieg solange zu vermindern, bis die Strömungsgeschwindigkeiten das erosionskritische Maß unterschritten haben.



Bei möglichen Maßnahmen ist grundsätzlich zwischen Sanierung und Sicherung zu differenzieren. Bei der Sanierung werden die Schadstoffe entfernt. Bei der Sicherung werden mögliche Stoffausträge unterbunden. Aus derzeitiger Sicht steht folgender Maßnahmenkatalog untertägig zur Verfügung, der noch um spezifische Lösungen erweitert werden kann:

- **Hydraulische Maßnahmen**
  - Führung von Wasserströmen mit dem Ziel eines Wasseranstiegs entgegen dem Streckengefälle (Wehre, Dämme)
  - Verlangsamung von Strömungsgeschwindigkeiten (Schwellen, Mauern)
  - Aufstau und Erhöhung des Fließquerschnitts schon beim Wasseranstieg (Wehre, Dämme)
- **Abdeckung der Stoffquelle**
  - Aufbringung einer Schotterschicht (Vorteil: flexibel bei Sohleninstabilität)
  - Abdeckung mit Baustoff (Vorteil: Verhinderung von Lösungsprozessen)
- **Wasserführung**
  - Überbrückung des belasteten Bereiches während des Wasseranstiegs durch eine Rohrbrücke
- **Auskoffierung**

Solche Maßnahmen sind, auch nach Empfehlung ahu (Endbericht, S. 183), in Abwägung der Verhältnisse am Standort auszuwählen. Aufgrund der zu berücksichtigenden komplexen Rahmenbedingungen erscheint eine gutachterliche Begleitung unverzichtbar. Als diesbezügliche Einflussfaktoren sind z.B. zu nennen:

- **Höhe der Belastung**
- **Streckenbeschaffenheit (Material auf der Sohle, Einbauten)**
- **Zugänglichkeit und Transport**
- **Erosionsszenario**

Eine Entfernung des belasteten Materials ist z.B. nur sinnvoll bei lokal sehr starker Schadstoffanreicherung mit hohem Erosionspotenzial. Bei einer diffusen Stoffverteilung ist dies nicht möglich bzw. nicht verhältnismäßig. Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass die Maßnahmen zur Minimierung des partikelgebundenen PCB-Austrags ihre Wirksamkeit nur solange aufweisen müssen, bis die Strecken wassererfüllt sind und die Strömungsgeschwindigkeiten den erosiv wirksamen Bereich verlassen haben.

## **2.6 Anlagenstandorte mit Einsatz wassergefährdender Betriebsmittel**

Neben diesem in die Fläche gehenden Bewertungs- und Maßnahmenansatz werden Anlagenstandorte, an denen wassergefährdende Stoffe eingesetzt worden sind, separat begutachtet (vgl. Kap. 2, Abbildung 2). Hinsichtlich der wasserrechtlichen Auswirkungen aus dem Umgang mit wassergefährdenden Stoffen wird hierbei geprüft, ob und wo in diesem Bereich Betriebsstoffe unter Tage eingesetzt wurden und ob hieraus ein Gefährdungspotenzial im Rahmen der Überstauung mit den zulaufenden Grubenwässern entsteht. Falls erforderlich, werden Maßnahmen zur Beseitigung, Beherrschung oder Minimierung solcher Auswirkungen abgeleitet.

Solche Anlagenstandorte entsprechen zum Teil den im ahu-Beprobungskonzept ausgewiesenen Sonderbereichen. Für diese Standorte werden neben den zeitübergreifend eingesetzten Mineralölprodukten Betriebszeiten von PCB-haltigen Betriebsmitteln besonders berücksichtigt und schlagen sich bei Art und Umfang von Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen nieder.

## **2.7 Zusammenfassung Methodik**

Dieses Konzept schlägt ausgehend von den Empfehlungen des ahu-Gutachtens, eine Vorgehensweise vor, diffus vorliegende PCB-Belastungen zu bewerten und mit Maßnahmen zu belegen. Anders als an ehemaligen Anlagen liegt hier kein konkreter Standortbezug vor. Ziel war es daher, in den noch zugänglichen Strecken nachgewiesene und wahrscheinliche Belastungsschwerpunkte zu identifizieren und hier Mobilisationen und damit potenzielle Stoffausträge vor und während des diesbezüglich besonders sensitiven Wasseranstiegs zu vermindern. Entscheidende Bedeutung kommt der Verminderung der Erosion von Feinpartikeln zu, da diese gute Transporteigenschaften aufweisen. Die Nähe einer PCB-Belastung zum Wasserhebungsstandort besitzt hingegen im Zuge des Wasseranstiegs nur eine untergeordnete Bedeutung, da hierbei das Wasser in den wenigsten Fällen am Hebungsstandort verbleibt. Bei Anlaufen der Pumpen sind die Strecken längst überstaut und auch unter maximal strömenden Wassermengen werden dann keine Erosionsbedingungen mehr erreicht.

Diese Maßnahmen sind aber auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass der überwiegende Teil der PCB-Belastungen dem bergmännischen Zugriff

nicht mehr zugänglich sind. Obgleich dort früher solche Maßnahmen nicht getroffen worden sind, belegen die Messergebnisse an verschiedenen Standorten, dass die Gehalte an Feinpartikeln im Grubenwasser aus bereits gefluteten Bergwerken gering sind. Dies spricht dafür, dass die Mengen an erodierten Feinpartikeln entweder vergleichsweise gering sind oder/und doch ausreichend Sedimentationsmöglichkeiten existieren (Strömungsverhältnisse beim Wasseranstieg s.o.). Darüber hinaus ist auch zu berücksichtigen, dass zwischen dem Fließgeschehen beim Wasseranstieg in einer Strecke und der Wasserannahme in einem meist deutlich höherem Niveau überwiegend mehrere Jahre vergehen, in denen dort sehr wenig Wasserbewegungen stattfinden. Entsprechend eröffnen sich zusätzliche Bedingungen zur Sedimentation der Partikel (auch in Schachtnähe), die dann bei Wasserannahme und Wiedereinsetzen von nun viel langsameren Strömungsgeschwindigkeiten nicht mehr erodiert werden.

Bei der Umsetzung von Sicherungsmaßnahmen nicht lokal gebundener Schadstoffgehalte sind daher nach Vorgabe auch technische Machbarkeit sowie Wirksamkeit und Nutzen zu berücksichtigen. Ziel dieser Maßnahmen ist es, die umweltverträgliche Einleitung der Grubenwässer durch Maßnahmen an der Stoffquelle zu unterstützen.

Dabei wird grundsätzlich angestrebt, die vorgegebenen Kategorien vollständig abzarbeiten. Spezifische Standortgegebenheiten können aber immer erfordern, und die Methodik muss dies auch ermöglichen, dass von dem vorgestellten Schema abgewichen wird, auch wenn einige offensichtliche Alternativwege in dem Schema bereits berücksichtigt wurden. Es ist nicht möglich alle Verhältnisse insbesondere für die noch aktiven Bergwerke, mit ihren deutlich komplexeren und längeren Streckenverhältnissen vorab einzuschätzen und vor allem auch in einem solchen Schema darzustellen, das ja auch eine gewisse Übersichtlichkeit bewahren soll. Die vorgestellten Bearbeitungsebenen sind daher vor allem als Hierarchie bei der Ableitung eines Maßnahmenbedarfes zu verstehen.

### 3 Erosionspotenzial der Restgrubenbaue im BW Ibbenbüren

Ein Erosionspotenzial entsteht durch das Zusammenwirken von Streckengefälle und Verteilung der Wasserzuflüsse bzw. Verlauf des Wasseranstieges. Das Bergwerk Ibbenbüren weist eine lange Historie ausgehend von oberflächennahen Flözen mit sukzessivem Fortschreiten in die Tiefe auf, was, abgesehen von einem vertieften Schacht (Nordschacht), überwiegend durch das Auffahren von Strecken (hier Querschlägen) bewerkstelligt wurde. Die oberhalb des Flözsprunges endenden Oeynhausenschächte blieben gleichwohl Mittelpunkt des Bergwerkes und Förderstandort. Dementsprechend weist das Bergwerk eine Reihe von Strecken mit Gefälle auf.

Daher wird zunächst, dem zuvor beschriebenen Konzept folgend, das Grubengebäude auf die Streckenstruktur und den potenziellen Wasserabfluss hin analysiert. Gemäß der Planungen zum Wasseranstieg bis +63 mNN umfasst diese Betrachtung nahezu das gesamte Grubengebäude.

#### 3.1 Streckensystem

Grundvoraussetzung für einen möglichen PCB-Austrag ist, dass eine Strecke eine Anbindung an die Wasserbewegungen vom Ort der Zuflüsse bis zu dem vorgesehenen Abfluss hat (Abbildung 4).

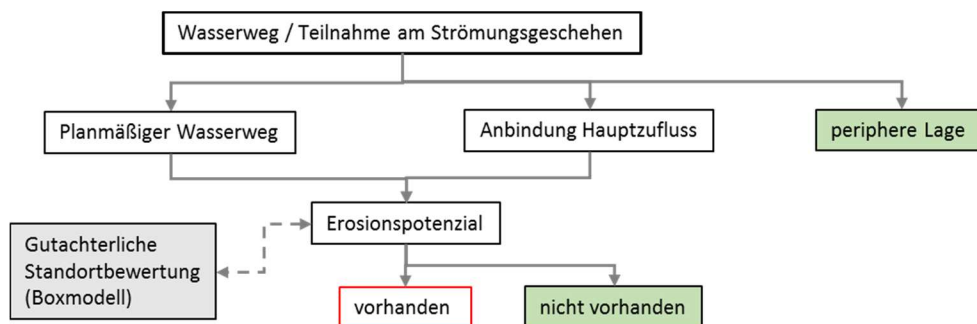


Abbildung 4: Schema zur Selektion der für PCB-Mobilisation relevanten Strecken (Ausschnitt aus Abbildung 2).

Das Ostfeld Ibbenbüren stellt einen isolierten Standort ohne externe Beeinflussung dar, weshalb für dieses Kriterium nur die geogenen Zuflüsse aus dem Gebirge in das Bergwerk zu berücksichtigen sind. Zwar haben die Analysen zu den Zuflüssen und deren Verhalten im Wasseranstieg (DMT EG-HW-2012-056, Prognose zur optimierten Wasserannahme nach

Stilllegung des Steinkohlenbergwerkes Ibbenbüren (Ostfeld), 19.02.2019) gezeigt, dass diese Insellage im Zusammenwirken mit dem deutlichen Wasseranstieg zu einer starken Verminderung der Zuflüsse führen wird. Dennoch ist für die Wasseranstiegsphase die heutige Zuflusssituation ausschlaggebend.

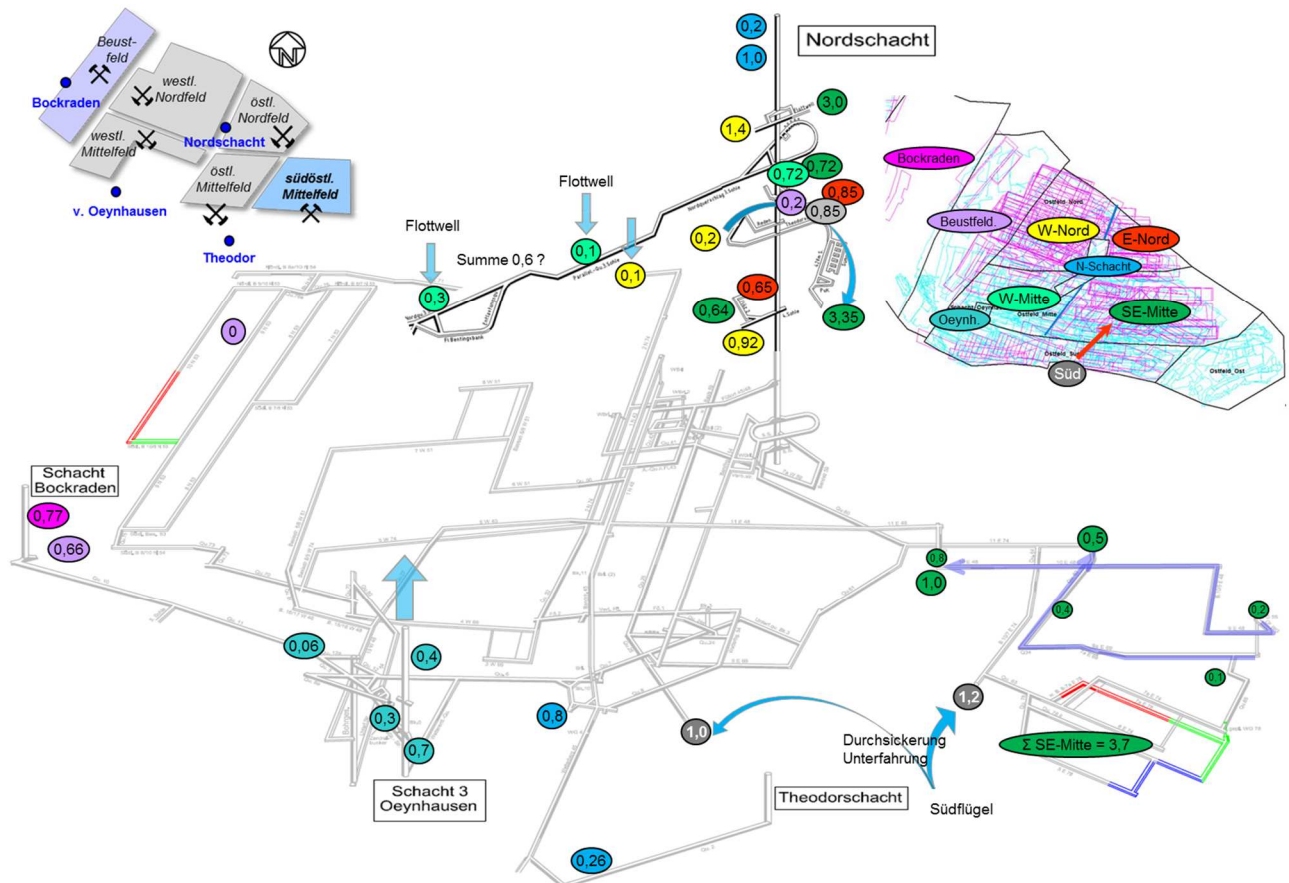


Abbildung 5: Wasserzuflüsse in das Ostfeld Ibbenbüren mit Wassermenge (m<sup>3</sup>/min) und farblicher Zuordnung zu dem Modellboxen (Stand 2016), aus DMT EG-HW-2012-056.

Die Verteilung der Zuflüsse im Grubengebäude, deren Erfassung noch im erweiterten Grubengebäude vor Abdämmung der in Kapitel 1 beschriebenen Abdämmmaßnahmen (Abbildung 5) erfolgte, zeigt, dass die Zuflüsse, trotz Konzentration auf die über den Nordschacht erschlossenen Sohlen, über das ganze Grubengebäude verteilt sind. Zuflüsse befinden sich verstärkt auf den höheren Sohlen, aber auch unterhalb des Flözsprunges existieren Zuflüsse, die sich zu relevanten Anteilen auch aus dem bereits länger abgedämmten Südflügel generieren. Aus dem Umfeld aller 4 Schachtstandorte fließt Wasser in die Grube.

Lediglich der Bereich von Beustfeld, Westlichem Nordfeld und Westlichem Mittelfeld (bereits abgedämmt und begutachtet, DMT-Bericht GEE5-2016-00951-06, Kap. 1) sind als nahezu trocken anzusehen. Allerdings wird im Zuge des Wasseranstiegs das sich in der tiefen Grube sammelnde Wasser auch in diese Bereiche einströmen. Diese Betrachtung führt dazu, dass das gesamte offene Restgrubengebäude bezüglich des Erosionspotenzials zu betrachten ist. Periphere Randlagen, für die sich Wasseraustausch ausschließen würde, existieren nicht.

### **3.2 Streckenneigungen**

Zur Minimierung von PCB-Gehalten im künftig gehobenen Grubenwasser sollen Mobilisationen von PCB-haltigen Partikeln so weit wie möglich vermieden werden. Wesentlichster Aspekt für den Übergang von Partikeln von der Streckensohle in die Schwebform in der Wasserphase ist die Erosion.

Es ist daher zu untersuchen, ob und wo in Folge des Einstellens der Wasserhaltungen gegenüber dem aktuellen Betriebszustand zusätzliche Erosion in diesbezüglich belasteten Streckenabschnitten erfolgen kann. Wie in Kapitel 2.2 ausführlich beschrieben, werden hierfür Strömungsgeschwindigkeiten benötigt, wie sie in wassererfüllten Strecken nicht auftreten können, womit sich der Betrachtungszeitraum auf die Phase bis Vollendung des Wasseranstiegs beschränkt.

Die vorgenannte Einstellung der Wasserhaltungen hat bezüglich Erosion zwei Auswirkungen:

- Wasser, das zuvor in Nebenwasserhaltungen/Pumpenlöchern gefasst und über Rohrleitungen abgeführt wurde, fließt über die Sohlen dem Gefälle folgend ab.
- Dieses Wasser sammelt sich im Grubentiefsten oder in sonstigen Senken und steigt dann an. Wenn dabei Schwellen überstaut werden, hinter denen die Strecke einen tieferen Wasserstand aufweist, können vergleichsweise große Wassermengen erosiv abfließen.

Das Gefällefließen (eines Wasserzutrittes, nach Überstauen einer Schwelle) auf einer ansonsten trockenen Strecke stellt somit die extremste Form der erosiven Strömung dar; die teilgefüllte Strecke ist eine individuell zu betrachtende Zwischenvariante. Grundsätzlich werden diese Zusammen-

hänge bezüglich der Prozesse im Wasseranstieg im ahu-Gutachten (Detailbericht S. 96) wie folgt beschrieben:

- Dies (*Aufnahme von Schweb durch schnell strömendes Wasser*) tritt vor allem dann auf, wenn im Grubengebäude ansteigendes Wasser mit großem Gefälle und freier Oberfläche in bislang nicht geflutete Bereiche fließt.
- Bei einem langsamen Anstieg des Grubenwassers „von unten“ kommt es nicht zur Erosion

Demnach können Strecken, in denen ausschließlich ein langsamer Anstieg des Grubenwassers „von unten“ erfolgt, aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen werden (Erosionspotenzial nicht vorhanden vgl. Abbildung 4). Die Fortdauer des Fließens bereits aktuell bestehender Zuflüsse in den Strecken entspricht ebenfalls nicht den o.g. Erosionsanforderungen („ansteigendes/zuvor gefasstes Wasser fließt mit großem Gefälle und freier Oberfläche in bislang nicht geflutete Bereiche“).

In einem nächsten Schritt ist es somit erforderlich, das Streckensystem zunächst auf seine Neigung hin zu analysieren. Hierzu wurden die digital (ProGrube) verfügbaren Höhenprofile einzelner Streckensegmente miteinander verbunden grafisch dargestellt (Abbildung 6). Verwendet wurden in der X-Achse die Daten zur söhligigen Länge (= Aufsichtlänge).

Die Strecken werden in einer solchen Darstellung somit als aufgefaltetes Linear in ihrer (söhligigen) Gesamtlänge dargestellt; Knicke und Kurven treten nicht mehr in Erscheinung. Die Darstellung unterscheidet sich somit von einer seitlichen Ansicht des originalen Grubenbildes. Dies ermöglicht die Darstellung von in verschiedenen Richtungen von einem Bezugspunkt abzweigenden Strecken und Fokussierung auf das tatsächliche Streckeneinfallen.

Um Überlagerungen zu vermeiden, wird meistens die längste Verbindung zwischen zwei Punkten als zentrale Achse verwendet. Die wichtigsten Stütz oder Knotenpunkte bilden die drei Oeynhausens-Schächte (Schacht Oeynhausens 3 wurde als 0-Punkt gewählt) und der weiter östlich gelegene Nordschacht sowie der Schacht Bockraden im Westen (Abbildung 7). Die Darstellung in Abbildung 6 zeigt somit im Wesentlichen eine West-Ost-Ansicht.

Abbildung 6 enthält das gesamte auch in Abbildung 1 dargestellte Grubengebäude. Deutlich erkennbar ist, wie Schacht Bockraden über die 3. Sohle und die Querschläge 11 und 5 an die Oeynhausens-Schächte angebunden ist. Zum Nordschacht setzt sich die 3. Sohle über den Nord-

querschläge fort. Die zweite Achse zur Tiefe hin bilden die Querschläge 6 und 7, über die zuletzt auch die Kohlenförderung erfolgte.

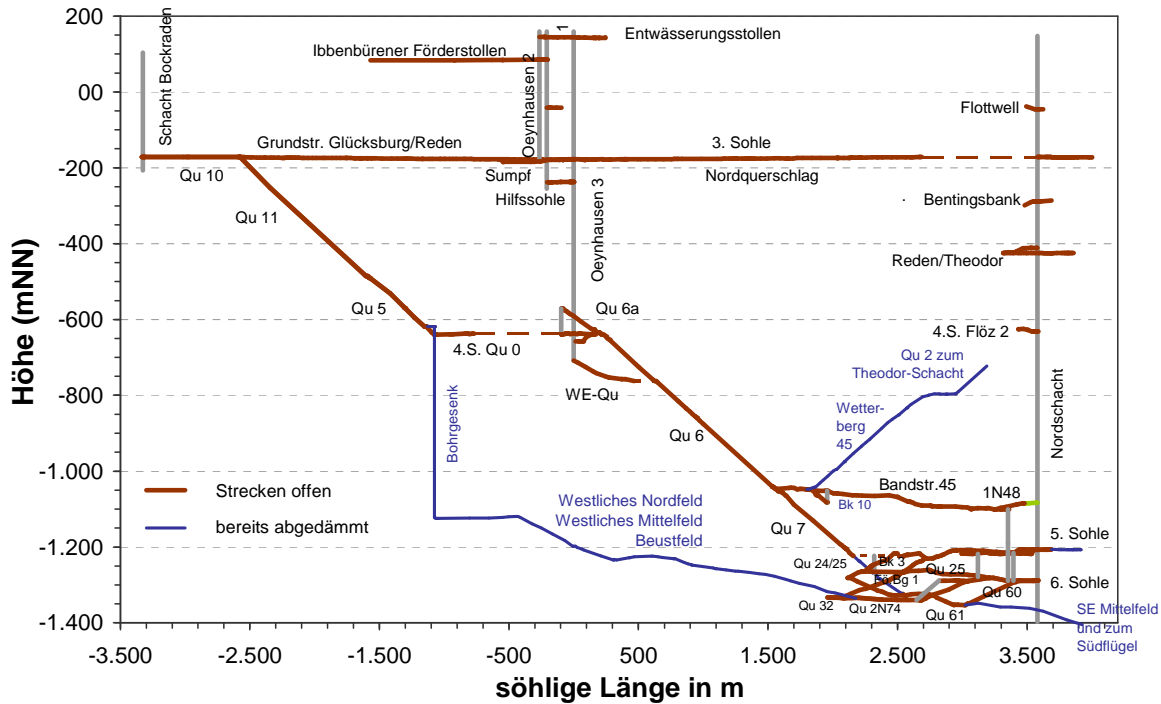


Abbildung 6: Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren.

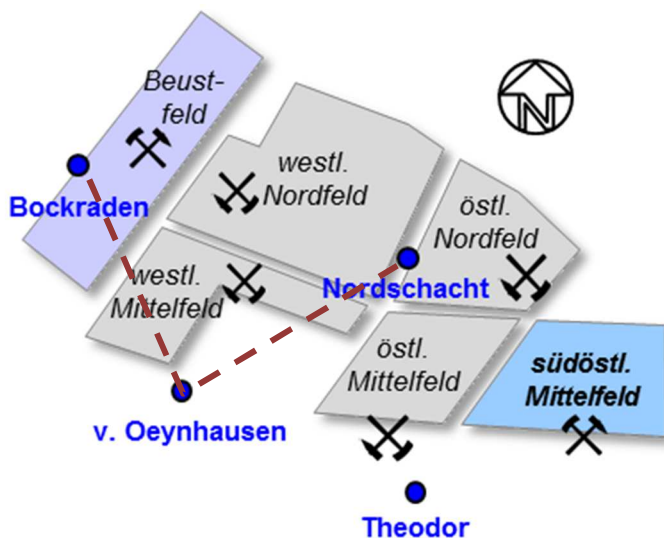


Abbildung 7: Lageübersicht der Schächte und Baufelder mit Profillinie aus Abbildung 6.

Unterhalb des Flözsprunges (unterhalb der 4. Sohle) existieren drei Streckenniveaus in Flöz 45/48 sowie der 5. und 6. Sohle. Das Südöstliche Mittelfeld ist ebenso abgedämmt wie die Verbindung zum Theodorschacht, die beide eine Randlage innerhalb des Bergwerkes aufweisen und daher



nur angedeutet werden. Das abgedämmte Westliche Nordfeld und Mittelfeld (die Dämme werden im Rückzug geöffnet) bildet jedoch, angebunden über das Bohrgesenk, eine zusätzliche Verbindung zwischen Nordschacht und Oeynhausens-Schächten und ist daher ebenfalls dargestellt.

Weitere Vertikalverbindungen im tiefen Bergwerk existieren in Form von Wetterbohrlöchern. Zwischen 5. und 6. Sohle im Umfeld des Nordschachtes befinden sich die meisten noch offenen Strecken, die über zahlreiche Querschläge sowie den Förderberg zum Bunker 3 (ebenfalls abgedämmt) sowie die genannten Wetterbohrlöcher mehrfach miteinander verbunden sind.

In dieser Darstellung ist immer nur eine Verbindung zwischen den o.g. Bezugspunkten korrekt dargestellt. Für die Alternativstrecken sind im jeweiligen Anschlussniveau gestrichelte Linien eingefügt. Dies ist aber für die Aussage und Interpretation nicht wesentlich, da die Neigung der einzelnen Streckenabschnitte separat betrachtet werden muss. Im Zweifelsfall erfolgte eine detaillierte Prüfung der jeweiligen Streckenabschnitte.

Als besonders exponierte Gefällestrrecken werden so die Querschläge 11 und 5 von der 3. zur 4. Sohle erkennbar, die sich dann über Querschlag 6 und 7 zur 6. Sohle fortsetzen.

### **3.3 Auswirkungen der Einstellung der Wasserhaltungen**

Dieses Streckensystem ist nun in den Zusammenhang von Wasserzuflüssen, Wasseranstieg und Wasserströmung zu stellen. Zunächst ist die Frage zu beantworten, wie die Zuflüsse in die Strecken erosiv wirken, wenn die diversen Wasserhaltungen des Bergwerks eingestellt werden, die das Wasser derzeit von den Sohlen fernhalten. Dazu überträgt Abbildung 8 die in Abbildung 5 dargestellten Zuflüsse in das Vertikalprofil des Streckensystems. Durch Pfeile wird hier angedeutet, wie dann - ohne weitere Maßnahmen gemäß Kapitel 5 – das Wasser fließen wird, wo zuvor eine Ableitung über Rohrleitungen erfolgte.

Durch Einstellung der Wasserhaltung im Übergang von Querschlag 10 in Querschlag 11 wird das Wasser (Schacht Bockraden) aus der in Querschlag 10 verlaufenden Rösche den Gefälleweg durch Querschlag 11 und 5 nehmen. Bisher fließt dort nur eine geringe Wassermenge die oberhalb von Querschlag 12a zum Bohrgesenk gefasst wird. Während dieser Zufluss aufgrund seiner Kontinuität nicht zu berücksichtigen ist, verursacht das Bockraden-Wasser auf seinem Weg zur 4. Sohle in jedem Fall eine

zusätzliche Erosion. Solche Erosionsbereiche sind in Abbildung 9 mit roten Pfeilen dargestellt.

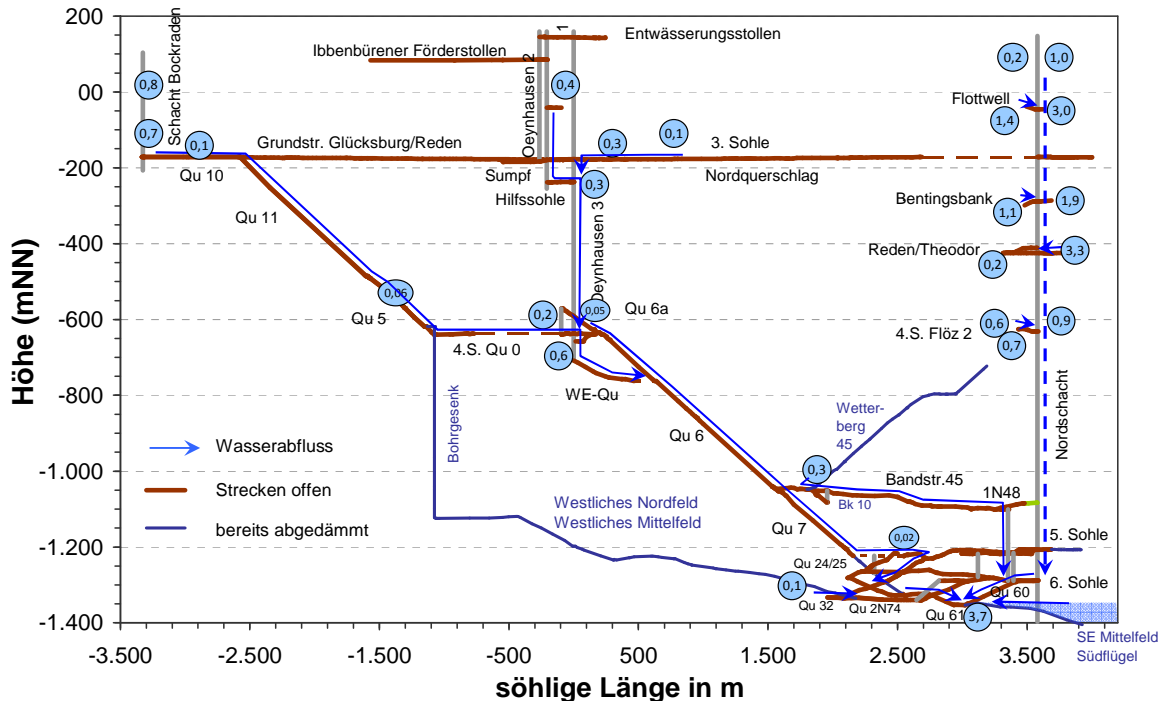


Abbildung 8: Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren mit Zuflusspunkten und -mengen sowie natürlichen Fließwegen.

Die höheren Wasserzutritte im Einzugsbereich der Oeynhausens-Schächte werden derzeit unterschiedlich geführt. Das Grubenwasser aus dem Trinkwasserquerschlag (gesammelt am Wasserannahme-Damm) wird im freien Gefälle über eine Rohrleitung DN 150 auf die 3. Sohle zum Süßwasserspeicherbecken geleitet und von dort aus Nutzungen im Grubengebäude zugeführt. Die beiden Wasserzutritte in den Nordquerschlag 3. Sohle werden in Wasserbecken gefasst und dem Sumpf der Wasserhaltung zugeleitet. Dies trifft auch für das Wasser von der Hilfssohle zu.

Darüber hinaus wird (deutlich tiefer auf der 4. Sohle) Wasser durch eine Drainage um den Zentralbunker gefasst (ca. 0,1 m<sup>3</sup>/min) und in der Unterfahrungsstrecke gesammelt. Von dort wird es über eine Pumpe zum Wasserkasten in Querschlag 0 gefördert, wo sich weitere Drainagen für den Zentralbunker (ca. 0,1 m<sup>3</sup>/min) befinden. Zusammen werden diese Wässer über die PK Messband der 3. Sohle (Sumpf) zugeführt.

Nach Aufgabe dieser Wasserfassungen würde das Wasser aus diesen Zutrittsstellen (in Summe 1,3 m<sup>3</sup>/min) schließlich frei über Schacht Oeynhausens 3 verströmt in Richtung Schachtbasis u. Wetterentlastung und sich

dort mit den restlichen Schachtwasser-Zutritten ( $0,6 \text{ m}^3/\text{min}$ ) vereinigen. Dieses Schachtwasser wird heute im Wasserentlastungsquerschlag in der Senke vor Querschlag 6 gefasst und abgepumpt. Nach Einstellung auch dieser Wasserhaltung würde das dann insgesamt über den Schacht Oeynhausens 3 abfließende Wasser (dann insgesamt  $1,9 \text{ m}^3/\text{min}$ ) ohne zusätzliche Maßnahmen in den Querschlag 6 abfließen. Hinzu käme das Wasser aus dem Bereich Bockraden über Querschlag 5, so dass sich der Gesamtabfluss auf  $3,3 \text{ m}^3/\text{min}$  summiert. Querschlag 6 ist allerdings aktuell trocken und wäre somit beträchtlicher zusätzlicher Erosion ausgesetzt.

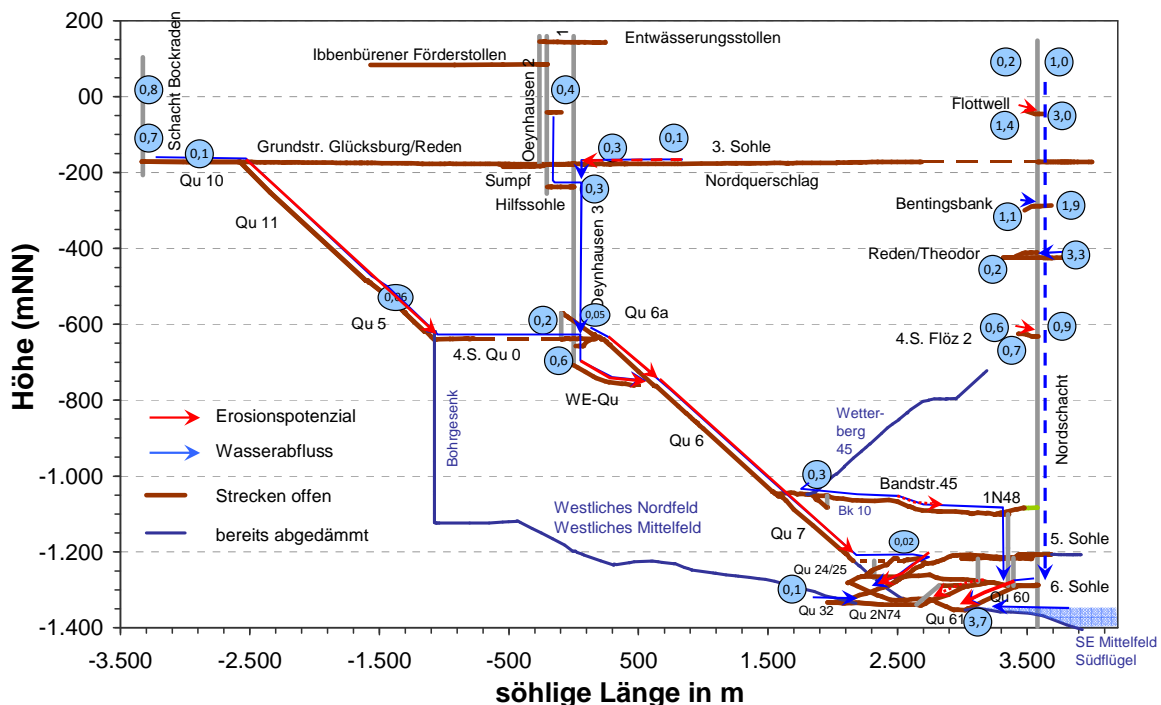


Abbildung 9: Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren mit Zuflusspunkten und -mengen sowie erosionsexponierten Strecken (rot).

Dieses Wasser fließt kontinuierlich über Querschlag 6 in Querschlag 7 und dann, da dessen Verlängerung zur Unterfahrung von Bunker 3 inzwischen durch einen Damm (wird nicht geöffnet) verschlossen ist, über das Drahtmagazin in den Bandberg 54 (5. Sohle) und von dort in die Senke mit Anschluss Förderberg. Über den Förderberg (Erosion!) sammelt sich das Wasser schließlich im tiefen Querschlag 2 Norden Flöz 74.

Der Abfluss aus dem bereits abgedämmten ehemaligen Abwetterweg zum Theodorschacht über Wetterberg 45 und Querschlag 2 wird über die Bandstrecke n. N. Fl. 45 in Richtung Nordschacht abfließen (geringe Erosion) und dann über das Wetterbohrloch 2 auf die tieferen Sohlen gelangen (über Querschlag 41 und 42 oder 7a W 59, ebenfalls geringe Erosion).

Die größte Konzentration von Grubenwasserzutritten im Ostfeld befindet sich im Nordschacht, dessen Anbindungen an die diversen höheren Abbauniveaus nur noch aus kurzen Streckenstümpfen mit Wasserannahmedämmen bestehen. Dieses Wasser wird nach Öffnen der Dämme bzw. Einstellung der Wasserhaltungen davor über diese Sohlen in den Schacht fließen und sich dann im Sumpf sammeln. Auf der 4. Sohle (Bandstrecke nach Norden) fallen allerdings relevantes Gefälle zum Schacht hin (7 m Höhe auf 60 m Länge) und Zuflussmenge (0,6 m<sup>3</sup>/min) zusammen, so dass hier Erosion möglich erscheint. Ähnlich stellt sich die Situation für den westlichen Damm auf der Flottwell-Sohle dar.

Dieses Wasser (in der Summe ca. 14 m<sup>3</sup>/min) fließt nach Auffüllung des Schachtsumpfes über Querschlag 60 (aufgrund der Wassermenge signifikante Erosion!) ab und vereinigt sich dort mit dem Zufluss aus Südöstlichem und Östlichem Mittelfeld sowie dem Südflügel (ca. 3,7 m<sup>3</sup>/min) aus dem dort bereits vorhandenem Standwasserbereich. Von diesem Tiefpunkt des heutigen Grubengebäudes steigt das Grubenwasser an.

Von den erosiv wirkenden Abflüssen ist vor allem die zentrale Querschlag-Achse 11 - 5 - 6 - 7 betroffen, da sich diese Strecken durch ausgeprägtes über lange Distanzen kontinuierliches Gefälle auszeichnen. Insbesondere durch Querschlag 60 wird die Hauptwassermenge des Bergwerkes aus dem Nordschacht fließen.

### **3.4 Auswirkungen des Wasseranstiegs**

Der Verlauf des Wasseranstiegs ergibt sich vor dem Hintergrund der Hauptzuflüsse im Nordschacht und dem Tiefpunkt an der Basis von Querschlag 60 bzw. 61, wo sich der Großteil der Grubenwässer sammelt. Von diesem Punkt steigt der Wasserspiegel entlang Querschlag 60-7aW59 bzw. auf der Achse Querschlag 61-9E69-Querschlag 25 an. Im Querschlag 25 erreicht der Wasserspiegel nicht weit vom Nordschacht eine Wasserscheide, von wo es über Querschlag 41-42 in den tieferen Abschnitt von 2 N 74 nach Süden abfließt. Dieser Abfluss wird aufgrund Gefälle und Wassermenge mit deutlicher Erosion verbunden sein und ist in Abbildung 10 mit einem roten Pfeil gekennzeichnet.

Zwar wird die Strecke 2 N 74 auch von Wasser aus dem Westlichen Nordfeld gefüllt, jedoch ist diese Menge mit 0,1 m<sup>3</sup>/min sehr gering, so dass das in Kapitel 3.2 beschriebene ahu-Kriterium für Erosion im Wasseranstieg in den o.g. Querschlägen 41-42 zutreffen wird.

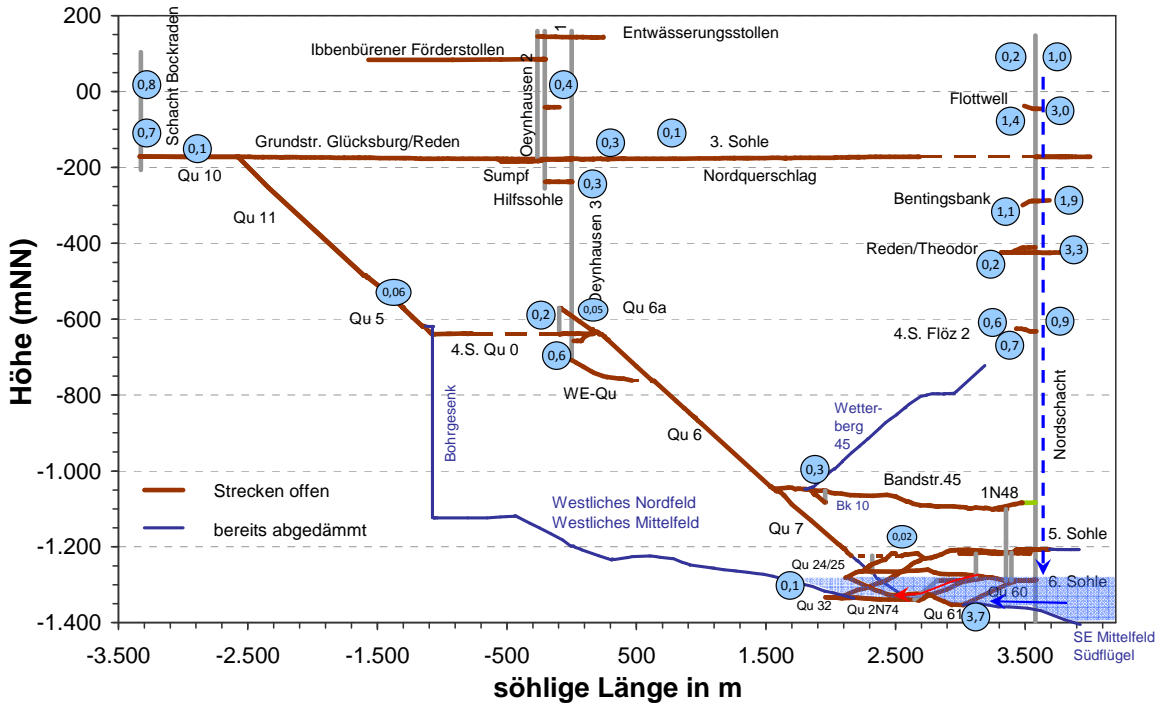


Abbildung 10: Höhenprofil bei Wasserniveau -1.281,1 mNN und erosionswirksamen Abfluss bei Erreichen dieser Schwelle (rot).

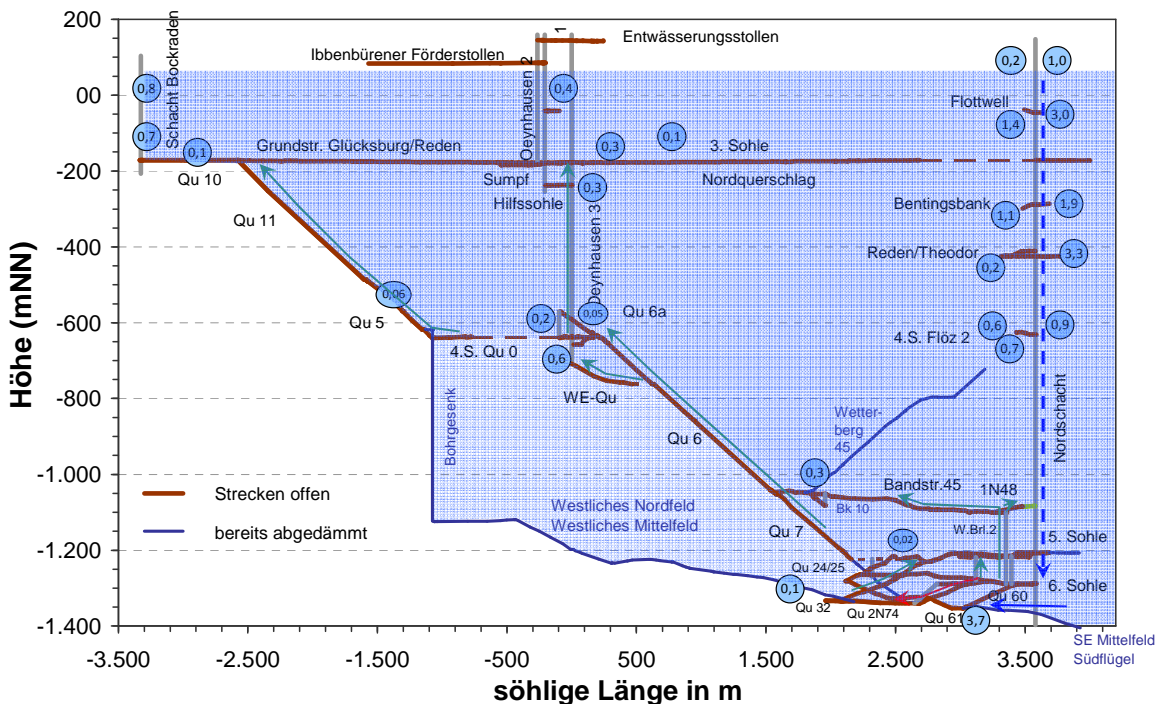


Abbildung 11: Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren bei Wasserniveau +63 mNN.

Während des weiteren Wasseranstiegs bis +63 mNN konnten bei Analyse des Streckennetzes keine weiteren derartigen Streckenbereiche identi-

ziert werden (Abbildung 11). Da das Wasser abgesehen vom Streckennetz auch die Möglichkeit hat, z.B. über das Wetterbohrloch zur Strecke 2 N 65/68 und über das Wetterbohrloch 2 nach 1 N 48 anzusteigen, füllen sich die jeweiligen Strecken trotz vorhandener Senken und der Gefälleverhältnisse stets von einem Tiefpunkt aus.

Es ist erforderlich diese Einschätzung nochmal vor dem Hintergrund der bezüglich Erosion der Abflüsse getroffenen Maßnahmen zu überprüfen, da sich Wasserströme und Wasseranstiegsverhalten dadurch ändern können (s. Kapitel 5.5). Die in Kapitel 1 genannten bereits abgedämmten Bereiche sind bereits auf die hier beschriebenen Wasseranstiegsverhältnisse untersucht und falls erforderlich entsprechend vorbereitet worden.

### 3.5 Fazit Erosionspotenzial

Abbildung 12 fasst die Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungen zusammen und stellt in Rot die Erosionspotenziale dar, die aus den sich frei in das Bergwerk verteilenden Einzelzuflüssen und auch aus den Abflüssen im Wasseranstieg resultieren. Der allergrößte Teil der möglichen Auswaschungen aus den Sohlen ergeben sich durch den Abfluss in die tiefen Grubenbereiche direkt nach Einstellung der Wasserhaltungen. Für diese Streckenabschnitte sind im Falle einer PCB-Belastung Maßnahmen zur Erosionsminderung erforderlich.

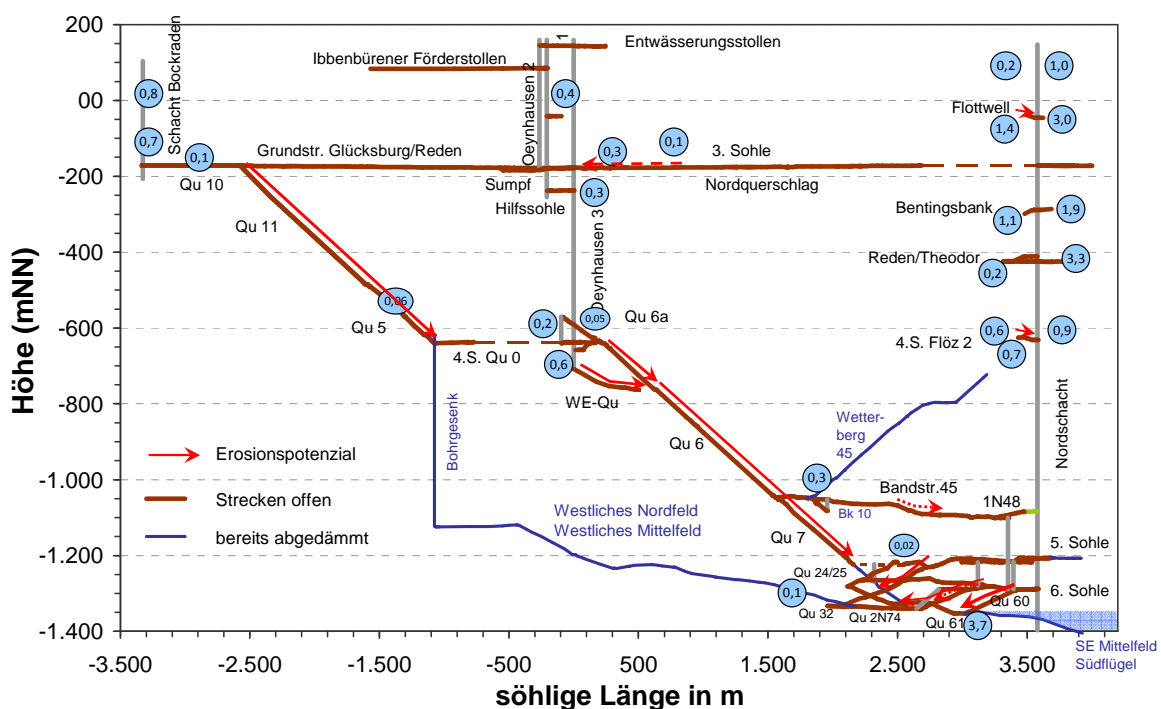


Abbildung 12: Höhenprofil mit potenzieller Erosion nach Einstellung der Wasserhaltungen.

## 4 Belastungssituation

Zwar ist das Erosionspotenzial auf einige Streckenabschnitte beschränkt, jedoch hat sich in den bisherigen Bearbeitungen gezeigt, dass in Erweiterung des in Kapitel 2 beschriebenen Bearbeitungskonzeptes eine Betrachtung des gesamten Grubengebäudes bezüglich PCB/PCDM-Belastungen sinnvoll ist. Nur so lassen sich aufgrund der Nutzungszeiträume und der historischen Entwicklung potenzielle Verschleppungsbereiche, auf die schon in Kapitel 2.4 hingewiesen wurde, erkennen.

Auch wurden Auffahrungszeitraum und chemische Untersuchungen gleichwertig und parallel betrachtet, um so in einer Synthese aller vorliegenden Erkenntnisse zu einer Belastungseinschätzung zu gelangen. Insofern wurde von dem in Abbildung 2, Kapitel 2 vorgestellten Konzept abgewichen und die hier angewendete Vorgehensweise wird durch das Schema in Abbildung 13 repräsentiert.

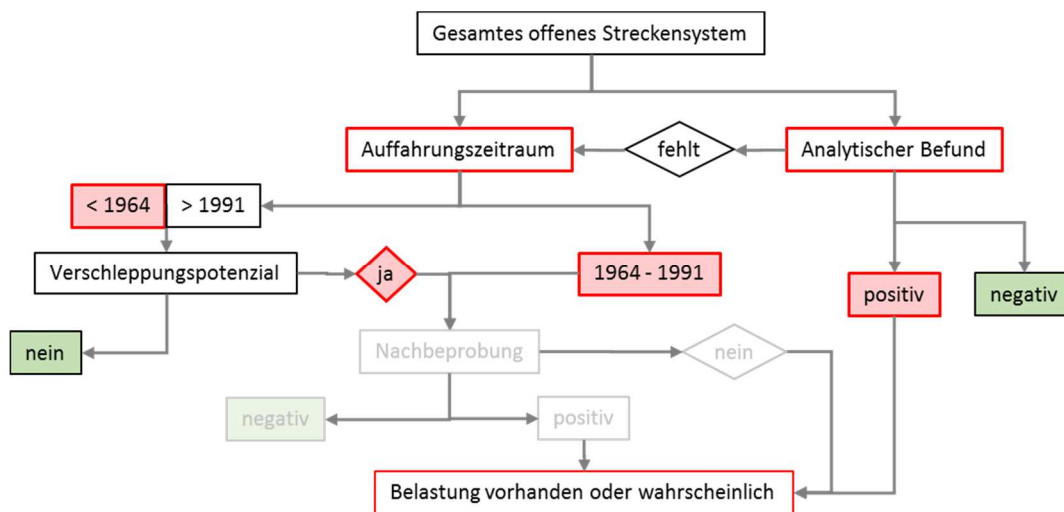


Abbildung 13: Modifiziertes Schema zur Selektion der für PCB-Mobilisation relevanten Strecken.

Dort wird auch veranschaulicht, dass die bisherigen Untersuchungen an anderen Standorten nahelegen, dass ein Verschleppungspotenzial insbesondere auch für die Strecken wahrscheinlich ist, die zwar vor dem PCB-Einsatzzeitraum aufgefahren aber über diese Phase hin genutzt worden sind, denn selbstverständlich wurden dort auch Anlagen mit den entsprechenden Betriebsflüssigkeiten verwendet und die Strecken dienten im PCB-Zeitraum als Transport- und Abwetterweg. Umgekehrt muss eine frühere PCB-Belastung heute nicht mehr so vorliegen, wie bei ihrer Entstehung. Sohlmaterial wurde umgelagert, die Sohlen wurden durchgesenkt

und das Material aus der Grube entfernt. Daher sind auch solche Informationen im Zuge der Bewertung zu berücksichtigen.

#### 4.1 Auffahrungszeitraum

Innerhalb des Verwendungszeitraumes von PCB muss von lokalen Austritten PCB-haltiger Flüssigkeiten ausgegangen werden. Dies gilt auch, unabhängig von der verwendeten Maschinenteknik, für die Streckenauffahrung, womit ein Stoffeintrag nicht auf einen Anlagenstandort bzw. einen Ereignispunkt beschränkt wäre, sondern bereits initial einen diffusen Charakter hätte.

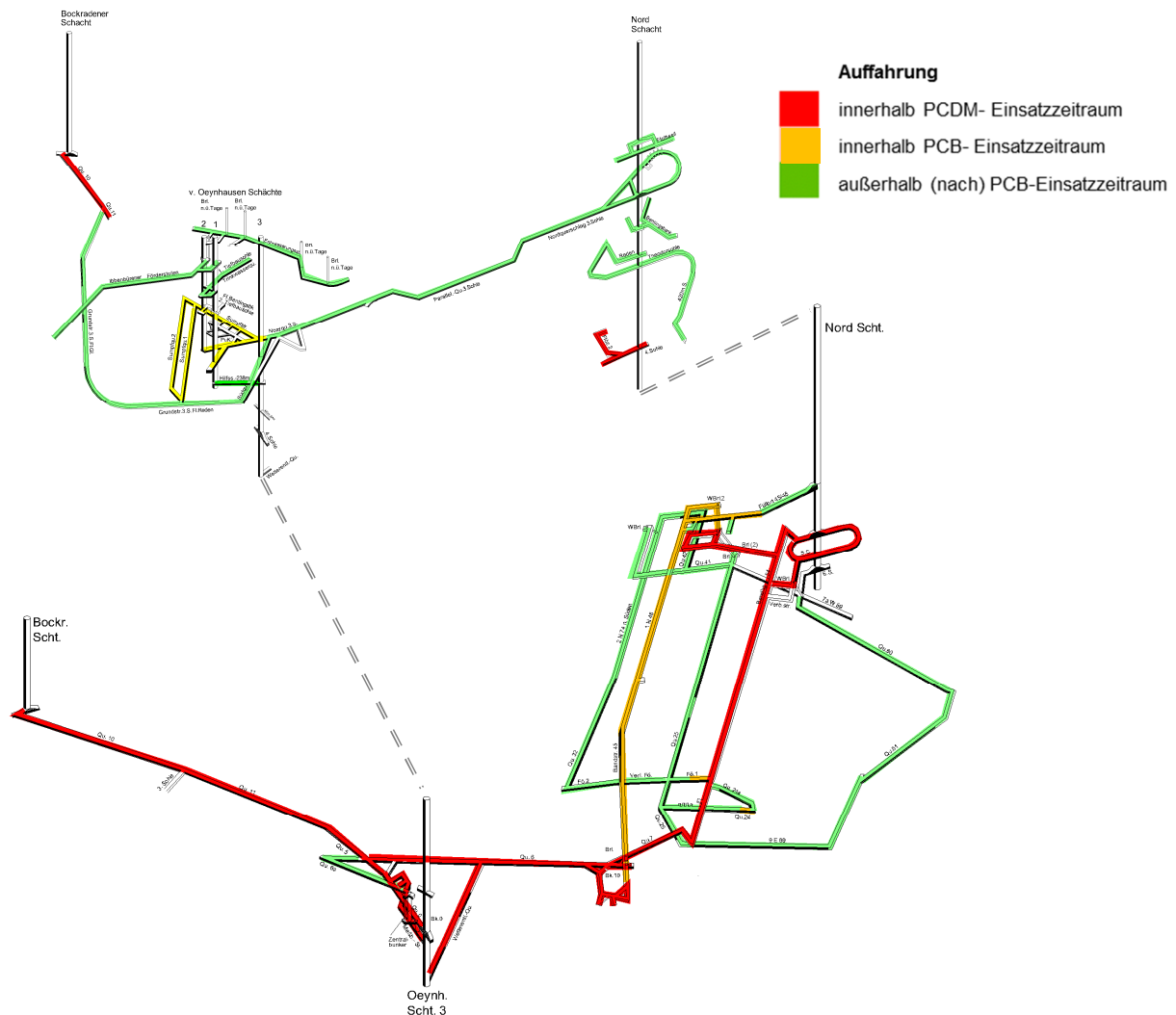


Abbildung 14: Offenes Streckensystem im Ostfeld Ibbenbüren mit farblicher Kennzeichnung des Auffahrungszeitraumes.



Die Betrachtung der Auffahrungshistorie liefert so nicht nur Anhaltspunkte für bei Erstellung der Strecken erfolgte PCB-Einträge sondern auch für den möglichen PCB-Einsatz im anschließenden Nutzungszeitraum. Auch PCDM-haltige Stoffe können in Strecken eingesetzt worden sein, die in der PCB-Zeit erstellt wurden; entsprechend gilt dies für PCB und PCDM in allen Strecken die älter sind als 1964 (s.o.). In den ab 1992 (dann sollten auch die PCB-Ersatzstoffe in den Maschinen ausgetauscht worden sein) erstellten Strecken sind PCB/PCDM-Belastungen nur noch durch spätere Verschleppungen belasteten Materials möglich.

Im Ostfeld Ibbenbüren wurde die bereits öfter erwähnte zentrale Querschlagachse (10-11-5-6-7) sowie die 5. Sohle zum Nordschacht im PCB-Einsatzzeitraum aufgefahren (Abbildung 14). Auch die Grubenbaue der 4. Sohle sowohl am Schacht Oeynhaus 3 wie auch am Nordschacht fallen in diesen Zeitraum. Das Niveau der Flöze 45/48 wurde erst später im PCDM-Zeitraum erschlossen.

Die 6. Sohle fällt hingegen in die spätere Bergbauphase. Ebenso wie für die zuletzt noch offenen Grubenbaue im Südöstlichen Mittelfeld bzw. Beustfeld/Westlichen Nord- und Mittelfeld darf hier am ehesten davon ausgegangen werden, dass keine Belastung mit PCB/PCDM vorliegt.

Die Sohlen oberhalb der 4. Sohle sind älter und wurden daher auch im PCB-Einsatzzeitraum genutzt. Von daher ist auch hier grundsätzlich von Eintrag bzw. Verteilung derartiger Stoffe auszugehen. Dies gilt insbesondere für die 3. Sohle, die auch in dieser Phase als Wetter- und Transportweg genutzt wurde.

## **4.2 Beprobung und Standortsituation**

Die untertägige Befundsituation bezüglich PCB ist ausführlich im DMT-Gutachten GEE5-2018-00188 (Einfluss eines Wasseranstiegs im Ostfeld des Steinkohlenbergwerkes Ibbenbüren auf die PCB-Gehalte im Grubenwasser, 28.02.2019) beschrieben, weshalb hier der Sachverhalt nur zusammengefasst wiedergegeben wird.

Es liegen Daten sowohl aus Feststoffproben von den Sohlen als auch aus Wasserproben vor. Allerdings sind von diesen Wasserproben nur wenige für die Fragestellung der Sohlbelastung verwertbar, da die meisten Proben aus Wasserzuläufen aus bereits abgedämmten Bereichen entnommen wurden. Nur wenige Proben im Querschlag 10 sowie im bereits abgedämmten Wetterberg 45/Querschlag 2 repräsentieren Sohlwasser. In beiden Bereichen wurden Belastungen mit PCB und PCDM in ähnlichen

Größenordnungen festgestellt. Beide Auffahrungen stammen aus dem PCB-Einsatzzeitraum womit die PCDM-Gehalte nur über spätere Nutzung/Verschleppung zu erklären sind. Bei beiden Streckenabschnitten handelt es sich um die langjährig genutzten Abwetterwege.

Im März 2017 wurden im Rahmen der Erstellung des ahu-Gutachtens im Ostfeld 7 Feststoffproben aus den Sohlen entnommen (ahu/LANUV). Von diesen Proben sind 5 für die Fragestellung relevant und stammen aus dem jetzt zu betrachtenden Streckensystem (Tabelle 1). Die Lage dieser Proben ist der Schnittdarstellung des Streckensystems in Abbildung 15 zu entnehmen. Hier sind auch die Auffahrungszeiträume der bereits in den vorigen Abbildungen beschriebenen Strecken gekennzeichnet.

Zusammengefasst ist festzustellen, dass Streckenalter und Befundsituation recht gut korrelieren. Die vergleichsweise geringe Belastung in der Probe aus Querschlag 7 erklärt sich aus der in Tabelle 1 beschriebenen Betriebssituation. Auch das Analyseergebnis aus dem Nordquerschlag ist auf Grundlage der zuvor beschriebenen Nutzungshistorie dieser Strecke plausibel. Daher kann bzw. muss diese Einschätzung als potenziell belastet auf die gesamte 3. Sohle übertragen werden (dunkelgrüne Markierung in Abbildung 15).

Die höheren, aber ebenfalls älteren Sohlen wurden in der PCB-Periode nicht mehr intensiv bewirtschaftet, weshalb hier das Belastungspotenzial als geringer eingeschätzt werden darf. Dies gilt auch für das Bentingsbank-Niveau am Nordschacht, denn in diesem Flöz wurde kaum mehr Abbau im PCB-Zeitraum betrieben. Dies gilt nicht für die Flöze Reden/Theodor, weshalb hier das Belastungspotenzial auch der Restsohle am Nordschacht höher einzuschätzen ist.

In dieser Darstellung wird deutlich, dass die tiefen Grubenbaue unterhalb der 5. Sohle als PCB-frei bzw. gering belastet gelten dürfen. Eine Verschleppung könnte hier vor allem durch Verteilung von Sohlmaterial aus Bandberg 54 erfolgt sein und hier wäre der Förderberg 1 besonders exponiert. Dessen direkter Anschlussbereich ist aber auch schon im PCDM-Einsatzzeitraum aufgefahren worden und daher als belastet charakterisiert.

Tabelle 1: Beschreibung der untertage im Ostfeld genommenen Feststoffproben.

Nr.	Ort	Beschreibung	PCB µg/kg	TCBT µg/kg
Nordschacht				
1	4. Sohle, Waldenbahnhof	Probenahme im Bereich Pumpensumpf (Umbau 2016)	690	55
3. Sohle und Förderquerschlag				
2	Nordquerschlag/Parallelquerschlag	Hinter Leitung am Stoß, nahe Wasserzufluss, Sediment stark von Eisenocker verfärbt	1.286	202
3	Querschlag 7, 50 m oberhalb Blockabstieg	Am Stoß unter der Bandanlage, Bandanlage wird regelmäßig gereinigt, Säuberungsarbeiten (Senkarbeiten) ca. 2000er Jahre	193	131
10	Querschlag 6, Maschinenkammer Band 2	Sediment aus südwestlichem Stoß, Bereich wird wöchentlich gereinigt	464	419
Unterhalb Flözsprung				
9	Bandberg 54 an Str. 6 W 54	Wenig Sediment vorhanden, meist „Staub“, Bandberg wurde mehrfach gesenkt und nachgebaut	1.811	1.420

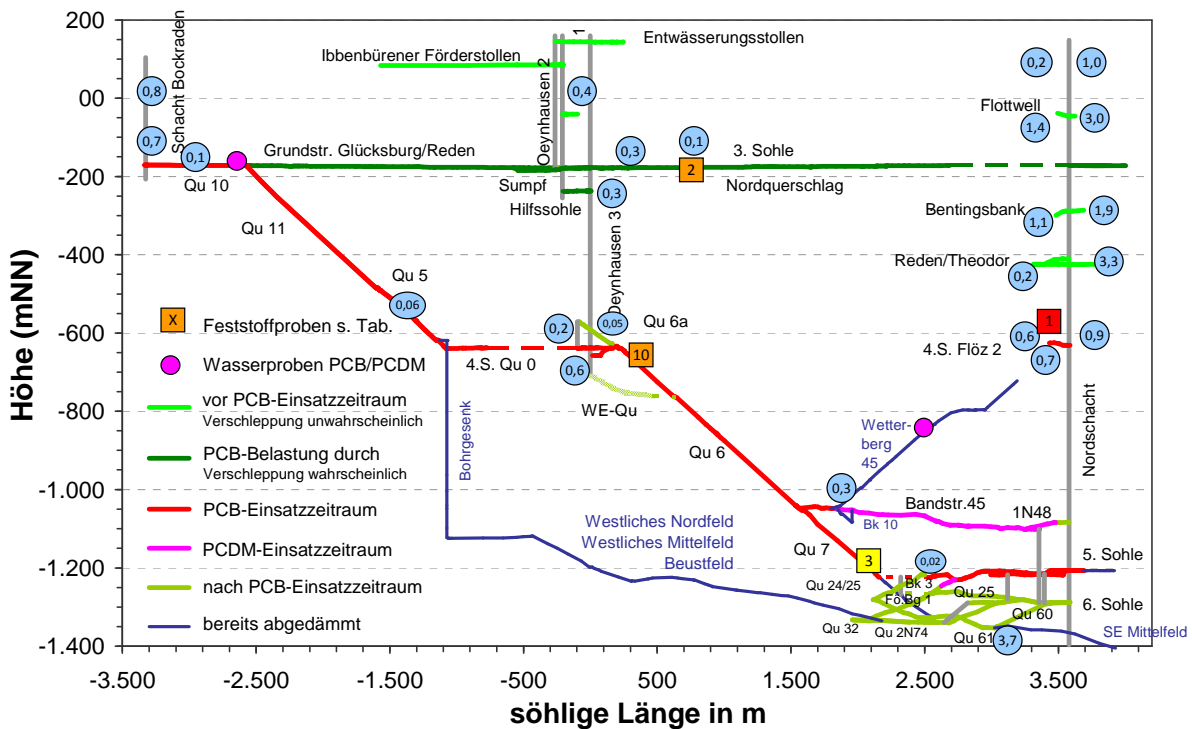


Abbildung 15: Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren mit PCB/PCDM-Belastungspotenzial.

Aus der, wenn auch anhand weniger Proben dokumentierten, Übereinstimmung der Bewertungen anhand von Auffahrungszeitraum und Analytik

folgt, dass die über den Auffahrungszeitraum erfolgte Einstufung nicht grundsätzlich durch sekundäre Maßnahmen (Durchsenken der Strecken etc.) aufgehoben werden kann. Eine Ausnahme stellt der Wetterentlastungsquerschlag am Schacht Oeynhaus 3 dar, da hier mehrere PCB-mindernde Faktoren zusammentreffen. Seit Erstellung der Strecke ist hier das Schachtwasser abgeflossen. Verstärkt wird dieser Ausspül- und Räumeffekt dadurch, dass ebenso lange auch die bei der Skipbefüllung herabfallende Kohle mittels eines Schrappers in Richtung des unteren Wetterentlastungsquerschlages gezogen und dann wieder auf das Kohlenband verladen wurde. Zudem wurde die Strecke zwischenzeitlich auch durchgesenkt. In der Summe dieser Gegebenheiten ist es mehr als unwahrscheinlich, dass sich noch relevante PCB-Mengen in dieser Strecke befinden, die durch künftigen Wasserabfluss vom Schacht erodiert werden können. Daher wurde der Status dieser Strecke entsprechend geändert und entspricht in der Farbgebung in Abbildung 15 den später aufgefahrenen Strecken.

Die in Abbildung 15 farblich entsprechend (PCB und PCDM-Einsatzzeitraum, Belastung durch Verschleppung wahrscheinlich) markieren Strecken sind somit auf dort vorhandenes Erosionspotenzial abzugleichen.

### 4.3 Erosionspotenzial für PCB

Für diese Analyse wurde in Abbildung 16 das PCB-Belastungspotenzial aus Abbildung 15 mit dem Erosionspotenzial aus Abbildung 12 kombiniert. Diese Darstellung im Höhenprofil erlaubt die angestrebte Einschätzung im Hinblick auf eine etwaige Notwendigkeit von Maßnahmen zur Sicherung gegen Partikelmobilisation. Solche Maßnahmen sind nur dort erforderlich, wo sich beide Kriterien überlagern. Diese Bereiche sind in Abbildung 16 durch rote Pfeile gekennzeichnet. Erosionszonen ohne erkennbaren Einfluss auf zusätzliche PCB-Mobilisation sind jetzt durch grüne Pfeile markiert.

Demnach sind für die folgenden Streckenbereiche Maßnahmen zur Minderung der PCB-Mobilisation nach Einstellung der Wasserhaltungen erforderlich:

- **Querschlag 11 und 5** – hier würde zwischenzeitlich das Wasser aus dem Bockraden-Schacht und Querschlag 10 abfließen, bis die Verfüllung des Schachtes abgeschlossen ist.

- **Querschlag 6 und 7** stellen den Fließweg in die tiefen Sohlen für alle Wässer im Einzugsbereich der Oeynhausens-Schächte sowie des o.g. zeitlich limitierten Bockraden-Wassers dar.
- Über den **Förderberg 1** sowie **in die Senke in Bandberg N 54** fließt die gesamte Wassermenge ab, die durch Querschlag 7 aus dem westlichen Grubengebäude heranströmt. Der betroffene Streckenabschnitt ist vergleichsweise kurz.

Nur diese Strecken erfüllen die in Kapitel 3 abgeleiteten Erosionsanforderungen, dass größere Wassermengen mit großem Gefälle und freier Oberfläche abfließen zusammen mit wahrscheinlicher PCB-Belastung.

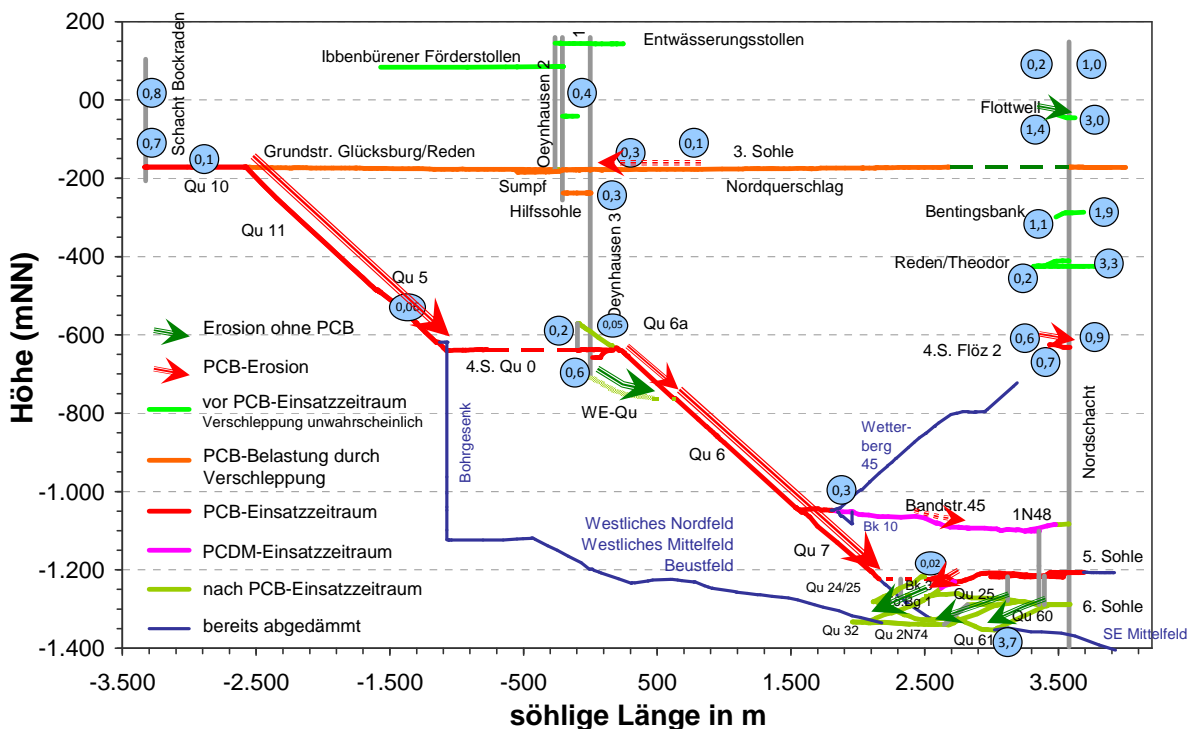


Abbildung 16: Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren mit PCB/PCDM-Erosionspotenzial.

Für die folgenden Grubenbaue sind Wassermengen und/oder Gefälle deutlich geringer:

- Auf der **4. Sohle Flöz 2 am Nordschacht**, ist nur ein 60 m langer Streckenabschnitt betroffen und der Wasserabfluss beträgt hier  $0,6 \text{ m}^3/\text{min}$ . Die übrige Sohle ist nur gering geneigt. Der Abzweig zum Waldenbahnhof ist zudem (mit den damit verbundenen Aushubmaßnahmen) getunnelt worden. Auch die Restbereiche wurden teilsaniert.
- Über die **Bandstrecke 45** fließen nur  $0,3 \text{ m}^3/\text{min}$  aus dem bereits abgedämmten Wetterberg 45/Querschlag 2 ab. Wahrscheinlich würde

diese Wassermenge eher durch die Sohle sickern als erosiv an der Oberfläche abfließen.

- Dies gilt auch für den Streckenabschnitt der **3. Sohle** zwischen Schacht Oeynhausen 3 und den Wasserzutritten in den Nordquerschlag, in dem zudem abschnittsweise ein Wassergraben am nördlichen Stoß existiert. Am neu zu erstellenden Damm bei 350 m (Abdämmung Nordschacht) würde der Zufluss aus der Parallelstrecke angestaut und dann über die bis dahin trocken gehaltene Sohle zusammen mit dem Wasser von der Wagenverteilung zum Schacht Oeynhausen 3 abfließen.

Die verschiedenen Szenarien zu Rückzug und Wasseranstieg legen nahe, dass die genannten belasteten und potenziell belasteten Gefällestrecken einen erosiv wirkenden Wasserabfluss erfahren, wenn das Wasser von den jeweiligen Zutrittsstellen frei auf die Sohlen ausfließt. Letztlich sind dann nahezu alle mit größerem Gefälle aufgefahrenen Strecken des Bergwerkes auch der Erosion ausgesetzt. Dass für manche dieser Strecken keine Maßnahmen erforderlich sind, basiert nicht auf einem langsamen Anstieg des Grubenwassers „von unten“, sondern aus dem Umstand, dass dort keine PCB-Belastung erwartet wird.

## 5 Maßnahmen

Auch bedingen ausschließlich die heute noch gefassten und abgepumpten Grubenwasserzuflüsse eine zusätzliche Besicherung im Rückzug und nicht zukünftige Wasserbewegungen im Grubenwasseranstieg. Daraus folgt, dass alle erforderlichen Maßnahmen bereits frühzeitig durchgeführt und auf Wirksamkeit überprüft werden können. Zum Teil sind entsprechend Vorkehrungen auch bereits im laufenden Rückzug unter Berücksichtigung der hier dargestellten Verhältnisse getroffen worden.

Die Standortanalyse hat ergeben, dass im untersuchten Ostfeld des Bergwerkes Ibbenbüren große Bereiche des heute noch genutzten Grubengebäudes als PCB/PCDM-belastet gelten müssen. Dies ist dadurch bedingt, dass wesentliche Strukturen des Bergwerkes in diesem Zeitraum angelegt wurden. Es handelt sich um flächig diffuse, nicht lokal eingrenzbar Belastungen bzw. Verdachtsflächen. Von daher sind Maßnahmen wie Abdeckung mit Beton oder Schotter, wie sie im ahu-Gutachten erwähnt werden, hierfür nicht flächendeckend umsetzbar. Es ist somit erforderlich, alternative Maßnahmen an die Standortgegebenheiten anzupassen.

Da in dem Streckensystem, das zu großen Teilen im Einsatzzeitraum von PCB schon existierte, natürlich auch stationäre Anlagen unter PCB-Verwendung betrieben wurden, ist ein dadurch bedingter lokal verstärkter Stoffeintrag nicht auszuschließen bzw. sogar wahrscheinlich. Diese Standorte werden in einem separaten Gutachten im Hinblick auf den Eintrag von wassergefährdenden Stoffen allgemein (DMT GEE5-2016-00951-13, Gutachterliche Stellungnahme zu Standorten mit potenzieller Exposition von wassergefährdenden Stoffen im BW Ibbenbüren - Einstellen der Wasserhaltungen Nordschacht und HWH) bezüglich des direkten Standortfeldes untersucht und falls erforderlich mit Maßnahmen belegt. Dafür werden auch die Ergebnisse aus den hier beschriebenen PCB-Untersuchungen verwendet. Eventuelle von diesen Anlagen in die Fläche ausgehende PCB-Belastungen werden dagegen im Rahmen dieses Gutachtens und der vorgeschlagenen Maßnahmen berücksichtigt.

Behandelt werden die Kernbereiche von Erosion und PCB-Belastung, wie sie in der allgemeinen Analyse gemäß ahu-Gutachten für die Verbesserung der Situation im Wasseranstieg ermittelt wurden. Aufgrund der Streckenführung und der resultierenden Abflusswege sind die zuvor einzeln benannten Streckenabschnitte hydraulisch miteinander verknüpft, so dass Maßnahmen im Bereich höher gelegener Zuflüsse auch Wirksamkeit in dem nachgeschalteten tieferen Grubengebäude entfalten. Daher werden im Folgenden jeweils Maßnahmenpakete für sich im Abfluss vereinigende Grubenwasserzutritte beschrieben.

### **5.1 Schächte Oeynhausen und Bockraden oberhalb der 4. Sohle**

Ziel aller Maßnahmen ist es, die höher gelegenen Zuflüsse auf unschädliche Weise in das tiefe Grubengebäude zu leiten. In Strecken unterhalb -1.250 mNN wurde kein PCB/PCDM mehr eingesetzt, so dass generell keine PCB-Erosion mehr zu besorgen ist, wenn das Wasser erst einmal dieses Grubengebäude erreicht hat.

Außer der Achse Querschlag 6 – 7 und dem Nordschacht steht noch das bereits abgedämmte Bohrgesenk als vertikaler Zugang zu diesem tieferen Grubengebäude zur Verfügung (Abbildung 16). Die Eignung dieser Alternativverbindung zur Wasserableitung wurde bereits frühzeitig vor Abdämmung von Beustfeld/Westlichen Nord- und Mittelfeld erkannt und bei der entsprechenden Bewertung berücksichtigt (DMT GEE5-2016-00951-06 s. Kap. 1). Dort eingeleitetes Wasser wird sich von der Basis Bohrgesenk über die Unterfahrungs-Strecke Flöz 54 ausbreiten (PCB-Auffahrung aber

Wasseranstieg von unten) und dann über ein Erosion verhinderndes Wehr weiter in die PCB-unbelasteten Baufelder strömen. Das Bohrgesenk ist über die Querschläge 12 (-639 mNN Niveau 4. Sohle Querschlag 0) und 12a (-619 mNN, Abzweig von Querschlag 5) mit zwei Dämmen abgeschlossen.

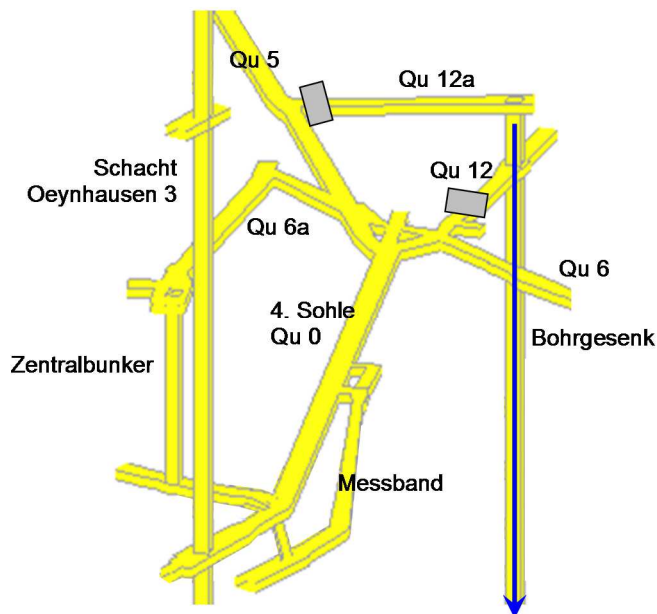


Abbildung 17: Anbindung des Bohrgesenkes an das noch offenen Grubengebäude am Schacht Oeynhaus 3.

Zur Fassung der Wässer, die oberhalb der 4. Sohle zufließen und so im natürlichen Gefälle noch in das Bohrgesenk geführt werden können, sind mehrere Maßnahmen erforderlich:

- Das Wasser aus dem Bereich des Bockraden-Schachtes wird derzeit noch im höheren Teil des Schachtes aufgefangen und als Brauchwasser verwendet. Das Restwasser wird am Schachtfuß gesammelt und über eine Rösche durch Querschlag 10 zum Abzweig der Grundstrecke 3. Sohle geführt, wo sich ein Pumpenbecken befindet. Dieses Gerinne ist schon langjährig im Betrieb und überbrückt so den Querschlag 10, für dessen Sohle ein signifikanter Gehalt an PCB/PCDM nachgewiesen ist (vgl. Abbildung 16).

Derzeit laufen Arbeiten, die eine Fassung und Ableitung aller Wässer im und am Schacht während der Schachtverfüllung ermöglichen sollen. Diese Gesamtwassermenge wird dann für die Schachtverfüllung über Rohrleitungen zum o.g. Abzweig geleitet. Hierdurch wird keine zusätzliche Erosion der Sohle in Querschlag 10 bewirkt. Am Abzweig wird am Ende von Querschlag 10 ein Wehr errichtet, an das eine durch die Grundstrecke Glücksburg/Reden zum Schacht Oeynhau-



sen 3 führende Rohrleitung DN 300 angeschlossen ist (Abbildung 18, die mit diesem Maßnahmenpaket erfassten Zuflüsse sind grün eingefärbt). Auf diese Weise werden auch die gegenüber dem Schachtwasser deutlich geringeren Zuflüsse gefasst, die über Querschlag 10 verteilt dem Gerinne aus dem Stoß zutreten (ca. 0,1 m<sup>3</sup>/min).

Durch diese Wasserefassung werden Querschlag 11 und 5, für die aufgrund Beschaffenheit und Nutzung von einer beträchtlichen PCB/PCDM-Belastung auszugehen ist, vom Schachtwasser Bockraden und den Zuflüssen in Querschlag 10 entlastet. Das Wasser wird in eine Falleitung DN 500 im Schacht Oeynhausen 3 geführt und von dort durch eine Leitung DN 300 über Querschlag 0 durch Damm 1223 (im Querschlag 12) in das Bohrgesenk.

- Das Wasser, das sich bereits seit Auffahrung im Querschlag 5 sammelt und als kleines Gerinne abfließt (kein zusätzlicher Abfluss, keine zusätzliche Erosion) wurde früher in einem Pumpenloch in Höhe von Querschlag 12a gesammelt. Heute befindet sich dort ein Wehr, das das Wasser anstaut und in eine Rohrleitung DN 100 zur weiteren Ableitung überführt.

Im Rückzug wird diese Leitung umgeschiebert und das Wasser fließt durch den Damm in Querschlag 12a in das Bohrgesenk. Hierdurch wird ein Abfließen dieses Wassers in Querschlag 6 vermieden.

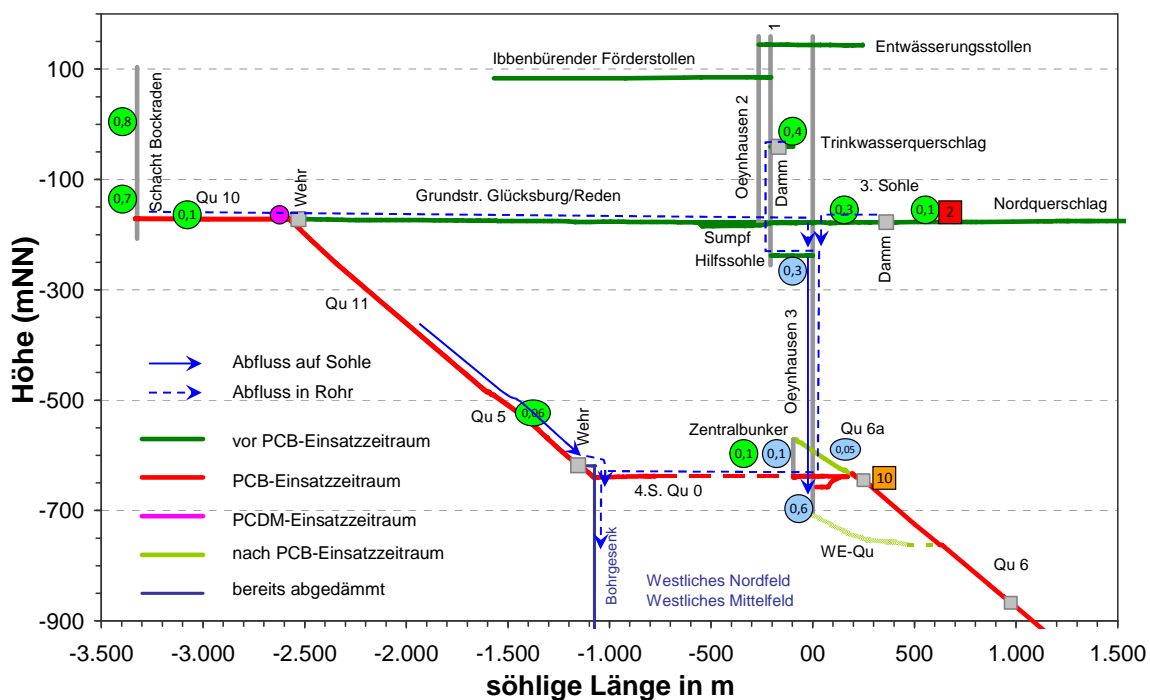


Abbildung 18: Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren (Bockraden – Oeynhausen) mit Fassungs- und Ableitungssystem für Zuflüsse oberhalb der 4. Sohle.

- Im Trinkwasserquerschlag wird der Damm bis an den Schacht Oeynhaus 2 vorgezogen und die auch bislang verwendete Rohrleitung DN 150 über die 3. Sohle an die DN 500-Leitung im Schacht 3 angeschlossen. Das Grubenwasser wird so zur 4. Sohle geführt und weiter Richtung Bohrgesenk.
- Etwas komplexer stellt sich die Situation auf der 3. Sohle / Nordquerschlag dar. An zwei Stellen tritt Wasser der Sohle zu (Abzweig Parallelstrecke, Wagenverteilung Flottwell) und wird in Pumpenbecken gesammelt. Hier wird für den Rückzug hinter dem Abzweig zum Lokschuppen der sog. Nordschachtdamm (350 m-Damm) errichtet. Trotz dieses Dammes soll hier die Besicherung des Hauptwasserwegs nicht beeinträchtigt werden. Gleichzeitig sollen er und die durchgeführten Rohrleitungen genutzt werden, um die o.g. Zuflüsse im Nordquerschlag zu fassen und abzuleiten. Hierzu wurde die in Abbildung 19 gezeigte Konstruktion entwickelt.



Abbildung 19: Seitenansicht des Damms 3. Sohle / Nordquerschlag.

Der Zulauf vom Abzweig Parallelstrecke staut sich am Damm (in Abbildung 19 rechts). Aufgrund der Streckenneigung in Richtung Oeynhaus bildet sich so ein Stauwasserbereich, der seinen Überlauf an den beiden der 600er-Leitung angeschlossenen T-Stücken findet. An diese zum Schacht Oeynhaus 3 durchgeschlossene Leitung wird auch der Zufluss an der Wagenverteilung Flottwell angeschlossen. Das 600er Überlaufrohr in der Firste dient zum freien Durchfluss nach Überstauung der 3. Sohle.

- Die Bohrungen, die im Querschlag 0 Wasser aus der Firste (Drainage Zentralbunker) annehmen (0,1 m<sup>3</sup>/min), werden ebenfalls an die Leitung in Richtung Bohrgesenk angeschlossen. Das Wasser aus der Unterfahrungsstrecke muss separat abgeführt werden (s. Kap. 5.2).

Mit diesen Wasserfassungen werden diese Wässer am Zutritt in den Schacht gehindert. Da einmal in den Schacht gelangtes Wasser über den Wetterentlastungsquerschlag nach Querschlag 6 abfließen würde, ver-

mindern sich hierdurch die Mengen, die im Wetterentlastungsquerschlag abgefangen werden müssen (s. Kap. 5.2).

Stattdessen wird es über das Bohrgesenk in die tiefen Grubenbaue des Westlichen Nord- und Mittelfeldes geleitet. Über zwei alternative Wasserwege kann diese Einleitung (in diesem Baufelder existieren kaum Eigenzuflüsse) dann in die Strecke 2 N 74 gelangen und trägt zur Auffüllung des Grubengebäudes vom Tiefsten bei (s. Kap. 5.5).

## 5.2 Schächte Oeynhausen auf der 4. Sohle

Die verbleibenden Zuflüsse fallen unterhalb der 3. Sohle an und verteilen sich für eine Ableitung über das Bohrgesenk ungünstig.

- Die in den Oeynhausen-Schächten verbleibende Restwassermenge speist sich zum größten Teil aus dem Schachtwasser im Schacht Oeynhausen 3, das im höheren Teil des Schachtes, aber unterhalb der geplanten Schachtverfüllung, aus der Schachtwand austritt (ca. 0,6 m<sup>3</sup>/min).
- Hinzu kommt das Wasser von der Hilfssohle (0,3 m<sup>3</sup>/min), das nach Einstellung der Wasserhaltung dort über die Sohle zum Schacht abfließen wird. Ein Anschluss an die Schachtleitung zum Bohrgesenk wird durch die räumlichen Verhältnisse behindert. Dieses Wasser fällt somit zunächst auf die Schachtbasis unterhalb der Messbandsohle (Anschluss Wetterentlastungsquerschlag).
- Das Zentralbunker-Drainagewasser aus der Unterfahrungsstrecke (0,1 m<sup>3</sup>/min) wird über Bunker 0 in die Messbandstrecke geführt. Eine in der Messbandstrecke vorhandene Leitung (DN 200) wird auf die Sohle gelegt und mit einer Staumauer (im Bereich Bunker 0) versehen, damit das Wasser nicht über die Sohle Messbandstrecke abfließt. Danach läuft auch dieses Grubenwasser in den Schacht und Richtung Wetterentlastung.

Der Wetterentlastungsquerschlag, in den dieses Wasser (ca. 1 m<sup>3</sup>/min) von der Schachtbasis dann zwangsläufig abfließt, stammt zwar auch aus dem PCB-Einsatzzeitraum, wurde allerdings aufgrund seiner Betriebshistorie als nicht mehr PCB-freisetzend eingestuft (vgl. Kapitel 4.2). Zudem wird die bislang schon existierende Abflussmenge kaum verändert. Daher steht einem künftigen Wasserabfluss auf der Sohle des Wetterentlastungsquerschlags nichts entgegen.

Daraus ergibt sich, dass vor allem Querschlag 6 – 7 gegenüber dem freien Abfluss dieses Wasser zu schützen ist. Hierzu dient die Errichtung eines

Wehres hinter der Senke kurz vor Einmündung in Querschlag 6 (Abbildung 20). An dieser Stelle wurden auch bislang die Wässer vom Schacht gesammelt und abgepumpt. An dieses Wehr wird eine bereits in den Querschlägen vorhandene Rohrleitung (DN 150) in die tiefere Grube (Querschlag 16) angeschlossen.

Diese Rohrleitung nimmt derzeit bereits den geringen Wasserabfluss aus dem Querschlag 6a auf, der über eine Stauvorrichtung etwas oberhalb der 4. Sohle gesammelt wird. Dieses System wird auch über den Rückzug hinaus beigehalten.

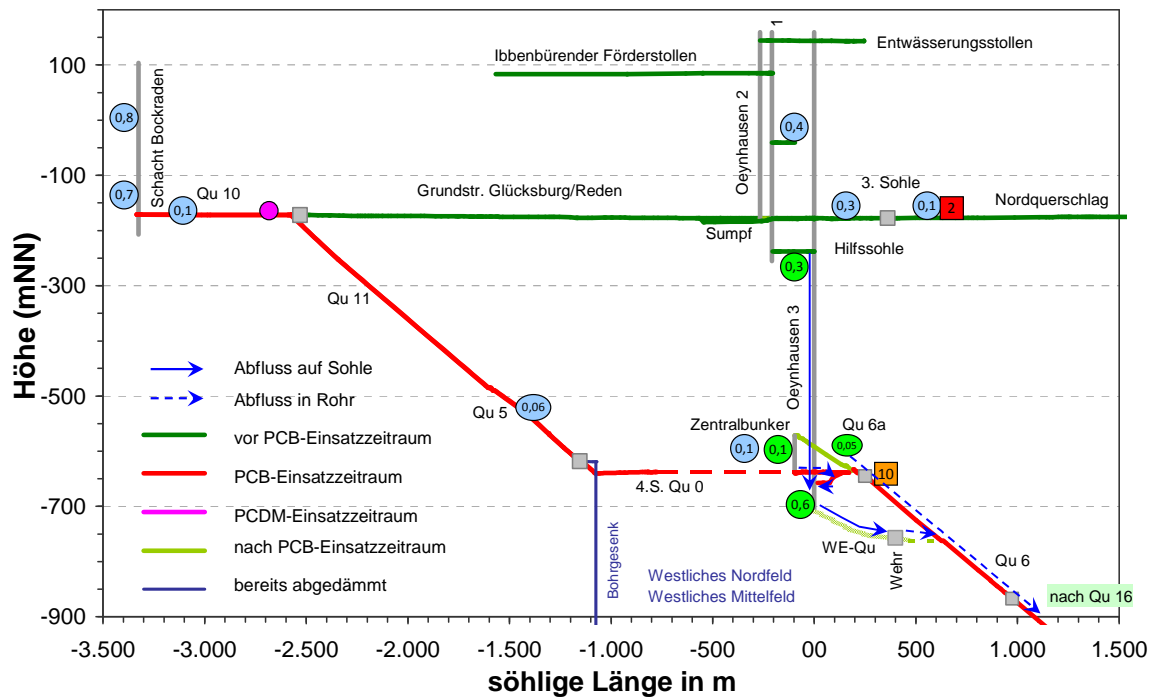


Abbildung 20: Höhenprofil des noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren mit Fassungs- und Ableitungssystem für Zuflüsse im unteren Schacht Oeynhaus 3.

Querschlag 6 wird so von gegenüber dem heutigen Zustand zusätzlichen Zuflüssen freigehalten. Wasserzuflüsse existieren im Querschlag 6 selbst nur in sehr geringem Maße. Die Stauvorrichtungen im Bereich der Bandkammern stellen derzeit bereits Sammelvorrichtungen solcher Tropfwässer dar und werden so auch weiterhin fungieren. An diesen Stellen gelangt das Wasser in eine seitliche Rinne und von dort in abgedämmte Strecken.

### 5.3 Tiefe Sohlen

Die beschriebene Sammelleitung führt durch Querschlag 6 bis zum Bahnhof 45 im Übergang nach Querschlag 7 und dort in den Querschlag 16. Die Beaufschlagung dieser Strecke mit Grubenwasser, die das Niveau Flöz 45 mit Flöz 48 verbindet, wird bereits seit mehreren Jahren praktiziert. Während des Bergbaubetriebs wurden bis zu 1,0 m<sup>3</sup>/min dort eingeleitet. Es handelte sich dabei um Grubenwässer aus Flöz 48, Qu 5, Wetterentlastung (Notfalleitung) und Kühlwasser aus Maschinenkammer Qu 6.

Derzeit wird das Wasser aus Wetterberg 45/Querschlag 2 (0,3 m<sup>3</sup>/min) dort eingeleitet (Abbildung 21). Ohne diese Rohleitung würde das Wasser dem Gefälle der Bandstrecke 45 folgend in Richtung Wetterbohrloch 2 fließen (Erosion s. Kap. 3.3, Abbildung 9). Daher wird diese Wasserfassung auch im Rückzug beibehalten. Die Bandstrecke 45 bleibt daher bis zur Überstauung trocken.

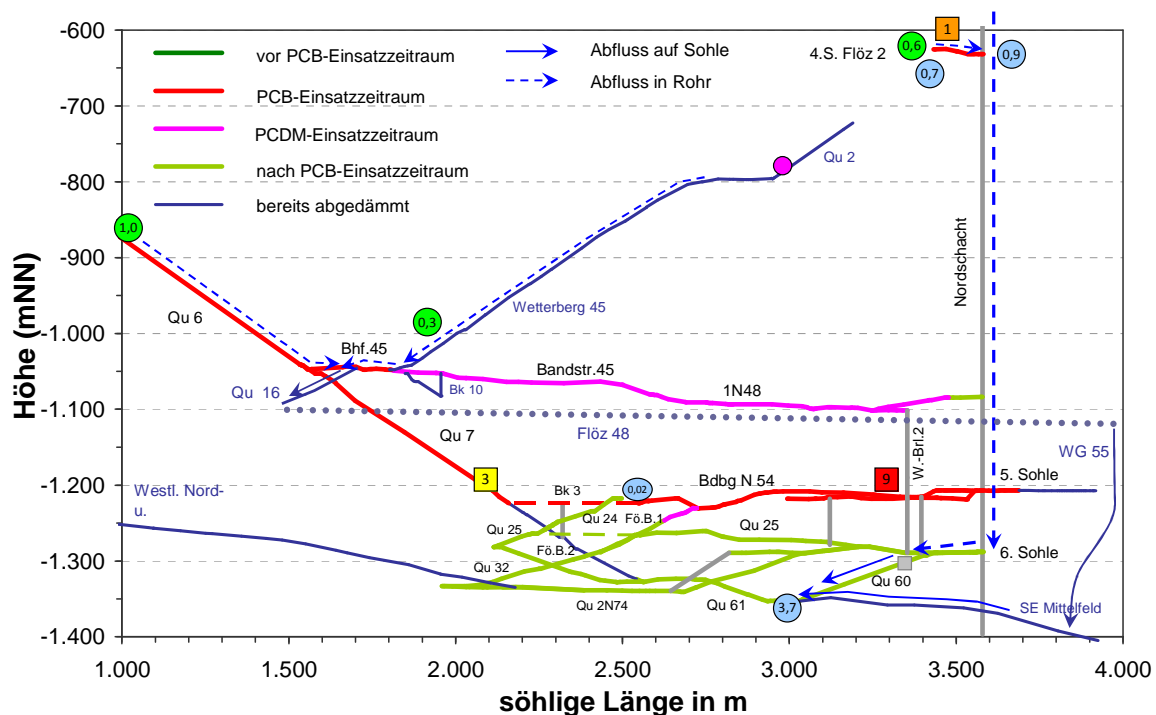


Abbildung 21: Höhenprofil des tieferen noch offenen Streckensystems im Ostfeld Ibbenbüren mit Fassungs- und Ableitungssystem der Zuflüsse.

Das in Kapitel 5.2 beschriebene Sammelsystem hält analog Querschlag 7 wasserfrei. Die geplante Einleitung von ca. 1,0 m<sup>3</sup>/min erhöht die bislang in Querschlag 16 eingeleitete Wassermenge nicht. Aufgrund der betrieblichen Erfahrungen muss somit davon ausgegangen werden, dass diese

Menge weiterhin problemlos von diesem Strecken- und Abbausystem aufgenommen werden kann. Querschlag 16 hat über verschiedene Strecken im Flöz 48 Anschluss an das Wettergesenk 55, über das dann weitere Bauhöhen und Strecken im Südöstlichen Mittelfeld erreicht werden (Abbildung 21). Letztlich wird sich das Wasser mit dem ansteigenden Wasser des Südöstlichen Mittelfeldes vereinigen.

Zwar soll im Rahmen dieses Gutachtens primär das noch offene Streckensystem untersucht und bewertet werden, dennoch ist natürlich eine bewusste Herbeiführung von PCB-Erosion in bereits abgedämmten Strecken durch die vorgeschlagenen Maßnahmen zum Schutz des offenen Streckensystems zu vermeiden. Dies wurde entsprechend auch für das Beustfeld und die Einleitung über das Bohrgesenk beachtet.

Querschlag 16 wurde 1997 aufgefahren und ist demnach als PCB-frei einzustufen. Flöz 48 wurde ohne Einsatz PCB-haltiger Betriebsstoffe abgebaut und ist von daher ebenfalls für eine Wasserdurchleitung unproblematisch. Die durchflossenen Strecken (z.B. 10 E 48) wurden nach dem Jahr 2000 aufgefahren. Unterhalb dieses Einleitungsbereiches befinden sich mehrere Flöze (52, 53, 54, 59) in denen Abbau mit PCB bzw. PCDM stattgefunden hat. Diese Flöze werden allerdings durch das Wettergesenk 55, das seine Basis im Niveau von Flöz 69 hat, überbrückt. Die PCB-Situation in den Strecken des Südöstlichen Mittelfeldes incl. 10 E 48, Wettergesenk 55 und den dort angeschlossenen Strecken wurde bereits im DMT-Gutachten GEE5-2016-00951-04 (s. Kapitel 1) beschrieben.

Die Wassereinleitung in Querschlag 16 existiert bereits seit Mai 2015, womit davon auszugehen ist, dass Erosion auf dem Wasserweg bereits stattgefunden hat und sich durch die geplanten Maßnahmen nicht wesentlich verstärken wird. Die vorgesehene zusätzliche Einleitung von Wasser aus Schacht Oeynhausen 3 ist daher auch unter PCB-Gesichtspunkten in der vorhandenen Abdämmung unproblematisch.

Da Querschlag 7 heute trocken ist und kein Zufluss aus Querschlag 6 erfolgen wird, sind zur Erosionsminderung in Querschlag 7 keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Dies gilt auch für den sensiblen Bereich in der Senke von Bandberg N54 und den oberen Teil von Förderquerschlag 1, durch die ein Abfluss aus Querschlag 7 erfolgen würde. Die geringe Wassermenge am Drahtmagazin am Endpunkt von Bandberg N54 ist zu gering um erosionswirksam abzufließen und wird nach Auffüllung der Senke durch in der Sohlbasis versickern.

## 5.4 Nordschacht

Beim Rückzug aus dem Nordschacht ist nach Einstellung der Wasserhaltung auf der 6. Sohle ein tagesgestaffelter Rückzug von Flöz 45/48 über die 4. Sohle, Theodorsohle, Bentingsbank bis 3. Sohle/Flottwell geplant. Das bedeutet, dass dann sukzessive das Wasser von diesen Sohlen in den Nordschacht stürzen und auf der 6. Sohle abfließen wird. Wie in Kapitel 3.3 beschrieben, wird dieser Abfluss über einen vorbereiteten Wasserweg durch den Damm in Querschlag 60 erfolgen und ist (s. Kap. 4.3) PCB-unkritisch.

In dem beschriebenen Rückzug erfordert somit lediglich noch die Wasserannahme aus der Bandstrecke nach Norden, 4. Sohle Flöz 2, Maßnahmen zur Erosionsminderung (Abbildung 21). Derzeit fließt das Wasser aus dem Damm in ein Pumpenbecken und wird von dort zum Schacht geführt. Nach dem Rückzug muss vor allem der 60 m lange Gefälleabschnitt nach der Streckenverzweigung von Sohlabfluss freigehalten werden. Dazu ist geplant, die Rohrleitung, über die jetzt das Wasser abgepumpt wird, am Nordschacht zu öffnen und am Wasserannahmedamm direkt an den Siphon im Damm anzuschließen. Auf der Restsohle wird dann zwar auch Wasser aus den beiden anderen Dämmen abfließen, aber die Strecken weisen nahezu kein Gefälle auf.

## 5.5 Auswirkungen der Maßnahmen auf den Wasseranstieg

Die wichtigste Auswirkung der beschriebenen Maßnahmen ist die Einleitung der höheren Zuflüsse des westlichen Ostfeldes in das Bohrgesenk. Anfangs und zeitlich limitiert ist von einer Wassermenge von 2,6 m<sup>3</sup>/min in den ansonsten fast trockenen Abdämmbereich auszugehen, die sich nach Verfüllung des Schachtes Bockraden auf ca. 1,1 m<sup>3</sup>/min reduzieren wird. Die Strecken des Westlichen Mittel- und Nordfeldes sind für diese Einleitung geeignet und vorbereitet. Der Zutritt dieser Wässer in das Streckensystem unterhalb der 6. Sohle führt zu einem Wasseranstieg in einem PCB-unkritischen Streckensystem. Wenn diesbezügliche sensible Strecken zur Überstauung gelangen, hat sich dieses Wasser längst mit dem von Querschlag 60/61 aus ansteigenden Wasserkörper vereinigt, so dass die in Kapitel 3.4 beschriebenen Prozesse zum Tragen kommen, die an einer Stelle zwar erosiven Abfluss (vgl. Abbildung 10) aber im PCB-freien Streckensystem (vgl. Abbildung 16) zur Folge haben.

Die Fassung der Wässer, die ansonsten über Querschlag 6 in die tiefe Grube laufen würden, und deren Umleitung in Querschlag 16 konzentriert

den Gesamtzulauf im tiefen Südöstlichen Mittelfeld und beeinflusst somit das betrachtete Wasseranstiegsszenario nicht. Die Rohrdurchleitung auf der 4. Sohle Nordschacht bedeutet gar keinen Eingriff in den Wasseranstiegsprozess.

## **6 Zusammenfassung.**

Für die heute noch zugänglichen Strecken an den verbliebenen Bergbaustandorten soll sichergestellt werden, dass während des künftigen Rückzugs und Wasseranstiegs mögliche geringe Mobilisationen von PCB-haltigen Partikeln bewirkt werden, die dann später in der Wasserhaltung als mobile Feinfraktion zum PCB-Auftrag mit dem gehobenen Grubenwasser beitragen. In diesem Gutachten wurden für das Bergwerk Ibbenbüren diese Bewertungen für alle heute noch zugänglichen Strecken unter Berücksichtigung der in den letzten Jahren erfolgten Abdämmungen sowie der Planungen für den weiteren Rückzug durchgeführt.

Aufbauend auf der inzwischen umfangreichen PCB-Befundsituation an untertägigen Bergwerksstandorten, den im ahu-Gutachten dargelegten allgemeinen Prozessen sowie eigenen Untersuchungen und Modellrechnungen wurde eine zuerst für den Standort Haus Aden entwickelte Methodik angewendet, um für noch zugängliche Strecken in Bergwerken und an Wasserhaltungsstandorten konkreten Maßnahmenbedarf bzw. Maßnahmen zur geforderten Verringerung der Exposition der mit PCB belasteten Sohlen ableiten zu können. Das dazu genutzte Konzept, das in einem Fließschema zusammengefasst wurde, beinhaltet verschiedene Untersuchungskriterien, anhand derer für Teile des Grubengebäudes zwischen weiterer Betrachtung und möglicher Nichtrelevanz für die PCB-Mobilisation unterschieden werden kann.

Ziel der Vorgehensweise ist es, falls erforderlich, noch vor dem Rückzug von untertage bzw. vor dem Abdämmen von Teilen des Grubengebäudes wirksame Maßnahmen in PCB-belasteten Bereichen zu treffen, die dazu beitragen, nach Wasseranstieg die partikuläre PCB-Fracht bei Wasserhebung und Ableitung zu vermindern bzw. minimieren. Eine hervorgehobene Bedeutung nimmt dabei das Erosionspotenzial ein, da viele Untersuchungen darauf hinweisen, dass einmal mobilisierte und in Schwebelage befindliche Feinpartikel nur sehr schwierig noch sedimentieren.

Grundlage zur Einschätzung der Erosion ist, dass diese nur unter Bedingungen vor vollständiger Füllung mit Wasser in (stark) geneigten Strecken möglich ist. Dies kann unter stationären Verhältnissen vor dem Wasseran-



stieg der Fall sein oder aber während des Wasseranstiegs, wenn Wasser gegenüber dem aktuellen Zustand lokal verstärkt abfließt. Das derzeit noch offene Grubengebäude im Ostfeld des Bergwerkes Ibbenbüren wurde bezüglich der verschiedenen Kriterien überprüft und es wurden auch mehrere Stellen identifiziert, an denen PCB-Belastung und Erosionspotenzial zusammentreffen. Die Bewertung "PCB-belastet" erfolgte auf Grundlage verschiedener bergbaulicher und analytischer Befunde. Kritische Verhältnisse resultieren ausschließlich aus Einstellung von Wasserhaltungsmaßnahmen oberhalb der 6. Sohle. Der Wasseranstieg selbst verursacht in dem Streckensystem keine Abflusssituationen, die zu beachten wären.

Nur unter der Bedingung einer nachgewiesenen oder wahrscheinlichen PCB-Belastung sowie einem sehr wahrscheinlichen Erosionsszenario sind Maßnahmen erforderlich. Ist ein Grubengebäude erst einmal vollständig mit Wasser erfüllt, ist unter den üblichen Bedingungen von Streckenquerschnitt und Abflussmengen keine Erosion mehr möglich. Nach den Modellrechnungen zum Stofftransport dürften die hydraulischen Verhältnisse nach erfolgtem Wasseranstieg zudem bewirken, dass das Wasser im Grubengebäude unterhalb der 4. Sohle kaum ausgetauscht wird, wodurch auch partikulär gebundene PCB in diesen Hohlräumen verbleiben würden.

Im Gegensatz zu den in separaten Untersuchungen und Gutachten bewerteten Anlagenstandorten mit lokalem Einwirkungsbereich induziert die hier vorgegebene Betrachtung diffuser, flächiger PCB-Belastungen, dass klassische Sanierungs-Sicherungs-Maßnahmen meist nicht geeignet sind. Unter Berücksichtigung der beschriebenen Grundlagen sowie der bergbaulichen Rahmenbedingungen wurden aus dem mit dem Konzept entwickelten Katalog geeignete Maßnahmen ausgewählt, die für die kritische Übergangsphase zwischen Einstellung der Wasserhaltungen und Überstauung Erosion verhindern bzw. minimieren. Meistens erweist sich die Wasserfassung an Dämmen oder Wehren mit Überbrückung der sensiblen Neigungsbereiche mittels Rohrleitungen als das geeignetste Verfahren, zumal die Besicherung nur zeitlich befristet wirksam sein muss.

Es ist zu beachten, dass sich Maßnahmen gegenseitig beeinflussen können und so immer das Gesamtsystem im räumlichen Zusammenhang und seiner zeitlichen Abfolge betrachtet werden muss. Der Wasseranstieg im Ostfeld Ibbenbüren ist diesbezüglich vergleichsweise einfach, da Wechselwirkungen mit externem Bergbau nicht existieren und ein klar definierter Tiefpunkt im Umfeld des Nordschachtes existiert.

Im Ostfeld Ibbenbüren, das heute dem Zustand zur geplanten Einstellung der Wasserhaltungen entspricht, wurden für die Bereiche im Grubengebäude, die PCB-Belastung und Erosionspotenzial vereinen, Maßnahmen vorgeschlagen, die den Kriterien von Wirksamkeit, Machbarkeit sowie Kosten/Nutzen Rechnung tragen. Zur Vermeidung von partikulären PCB-Austrägen aus dem untertägigen Grubengebäude durch eine Wasserhaltung stellt ein möglichst hoher Grubenwasserspiegel die wirkungsvollste Maßnahme dar. Die in diesem Konzept entwickelten Maßnahmen gewährleisten die Minimierung der PCB-Frachten auch während des Grubenwasseranstiegs.

