

## **Nachbergbau in Großbritannien: das Steinkohlenrevier South Yorkshire**

### **Post-Mining in Great Britain: the South Yorkshire Coalfield**

Prof. Dr.-Ing. Peter Goerke-Mallet, Markscheider, Senior Consultant, Forschungszentrum Nachbergbau an der Technischen Hochschule Georg Agricola, Bochum

Dr. rer. nat. Bastian Reker, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Forschungszentrum Nachbergbau an der Technischen Hochschule Georg Agricola, Bochum

M.Sc. Sebastian Westermann, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Forschungszentrum Nachbergbau an der Technischen Hochschule Georg Agricola, Bochum

Prof. Dr. rer. nat. Christian Melchers, wissenschaftlicher Leiter, Forschungszentrum Nachbergbau an der Technischen Hochschule Georg Agricola, Bochum

### **Zusammenfassung**

Der britische Steinkohlenbergbau ist in seiner nachbergbaulichen Entwicklung in Teilbereichen weiter fortgeschritten als dies in Deutschland der Fall ist. Die massive Förderreduzierung im Steinkohlenbergbau Großbritanniens fand mit der Stilllegung des letzten Bergwerks im Jahr 2015 ihren Abschluss. Unter dieser Entwicklung hat die Kontinuität in der Verfügbarkeit von Informationen über den (nach-) bergbaulichen Prozess gelitten. Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den aktuellen Fragestellungen bildet daher eine besondere Herausforderung. Dies gilt gerade auch im Hinblick auf die große Anzahl an ehemaligen britischen Bergwerken sowie den Einfluss der bergbaulichen Anlagen und des Grubenwassers auf die Umwelt. Im Forschungszentrum Nachbergbau der TH Georg Agricola, Bochum, besteht ein großes Interesse an einem fachlichen Austausch mit den englischen Experten. Dabei ist der Fokus sowohl auf die Probleme des britischen Nachbergbaus als auch auf die Verbesserung der Möglichkeiten zur Prognose der im deutschen Steinkohlenbergbau anstehenden Prozesse gerichtet. Im Rahmen eines Besuches des British Geological Survey und der Coal Authority konnten zahlreiche persönliche Eindrücke gewonnen, das Verständnis über die aktuelle Situation vor Ort vertieft und die Kontakte verbessert werden.

### **Abstract**

The hard coal mining abandonment process in the UK is more advanced compared to Germany, and hence, in a few cases, its post mining management initiatives. The demise of deep hard coal mining in the UK resulted in a steady decline in production of hard coal from the 1980s until the year 2015. Coal mining ceased completely in 2015 when the last two mines in Yorkshire were abandoned. This abrupt “pull-out” caused severe gaps in the availability and accessibility of critical information with regards to future post mining management. The Research Institute of Post-Mining of the TH Georg Agricola in Bochum has demonstrated increased interest in collaborating with the English experts on a scientific basis. The major focus is on better forecasting trends in the field of post mining in the German sector and to understand and elucidate the current problems in the UK coal mines. During a visit of colleagues from the British Geological Survey and The Coal Authority partners, the current situation of the UK coal mining and the mine water management showcases were discussed, exchange of information intensified as well as key insights of the major issues given from individual impressions.

## **Schlagworte**

Wirtschaftspolitische Entwicklung, Stilllegungen, Grubenwasseranstieg, Grubenwasseraufbereitung

## **Keywords**

Economic policy developments, mine closure, mine water rebound, mine water treatment

## **1. Einleitung**

Mit der Schließung des Bergwerks Kellingley im Steinkohlenrevier Yorkshire endete in England im Dezember 2015 eine Bergbau-Ära, die etwa 500 Jahre andauerte. In seinen besten Zeiten förderte der britische Kohlenbergbau fast 230 Mio. t Steinkohle pro Jahr. Der höchste Bestand an Mitarbeitern war 1920 mit über 1,2 Mio. direkt Beschäftigten erreicht. Die Anzahl der Zechen betrug 3.000. Im Jahr 1980 waren es nur noch 230.000 Mitarbeiter, die auf 180 Bergwerken arbeiteten.

Der rasche Veränderungsprozess im britischen Steinkohlenbergbau belastet alle Beteiligten bis heute. Neben dem Verlust an gut bezahlten Vollzeit-Arbeitsplätzen und fehlenden Perspektiven für die betroffenen Regionen hat es offenbar an Zeit für die Entwicklung tragfähiger Konzepte für die Konversion gefehlt. Führt man sich die gesellschaftliche, soziale und wirtschaftliche Bedeutung des Steinkohlenbergbaus in Großbritannien vor Augen, fällt der Verlust an Identifikationsmöglichkeiten für die ehemaligen Bergleuten auf. Aus fachlicher Sicht macht sich in diesem Zusammenhang auch eine Reduzierung an spezifischem Know-How bemerkbar. Aus Sicht der nachbergbaulichen Aufgabenstellungen in der Bundesrepublik Deutschland wiegt dieser Aspekt schwer, da gerade der Rückzug, die nachhaltige Verwahrung und die umweltverträgliche und langfristige Wasserhaltung ein besonderes Fachwissen im über und unter Tage-Bereich langfristig erfordern.

## **2. Forschungsprojekt „Evaluierung von Grubenwasseranstiegsprozessen“**

Das Forschungszentrum Nachbergbau der Technischen Hochschule Georg Agricola Bochum untersucht im Rahmen des Forschungsvorhabens „Evaluierung von Grubenwasseranstiegsprozessen im Ruhrgebiet, im Saarland, in Ibbenbüren sowie in weiteren deutschen Bergbaugebieten und im angrenzenden europäischen Ausland“ die aktuellen Gegebenheiten der Grubenwasseranstiege in Steinkohlenrevieren und weiteren Bergbauarealen. Das Ziel besteht in der Erarbeitung von Expertise zu den revierspezifischen Prozessen und den Erfahrungen. Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den fachtechnischen Grundlagen zur konkreten Bewertung der Einwirkungspotenziale von Grubenwasseranstiegen anhand abgeschlossener Prozesse steht im Mittelpunkt. Aus den Erkenntnissen sollen Gesetzmäßigkeiten und Wirkungszusammenhänge beim Ablauf von Grubenwasseranstiegsprozessen hergeleitet werden. Von besonderer Bedeutung ist die Prüfung der Möglichkeit einer Übertragbarkeit der Wirkungszusammenhänge auf die Reviere an Ruhr, Saar und Ibbenbüren im Hinblick auf die hier bevorstehenden großräumigen Grubenwasseranstiege.

Die Entwicklung im britischen Steinkohlenbergbau hat zur teilweisen oder vollständigen Einstellung der Grubenwasserhaltung geführt. Infolge dessen vollziehen sich in vielen Bergwerken Grubenwasseranstiege. Die Befahrung ehemaliger Bergwerksareale im Steinkohlenrevier South Yorkshire diente der Aufnahme persönlicher Kontakte zu englischen Experten, der Erweiterung des Kenntnisstandes auf beiden Seiten und der Initiierung von Kooperationen. Der vorliegende Beitrag basiert auf den im Rahmen des Forschungsprojektes vorgenommenen Recherchen, den mündlichen Informationen der britischen Experten des British Geological Survey (BGS) und The Coal Authority (TCA) sowie den persönlich gewonnenen Eindrücken [1].

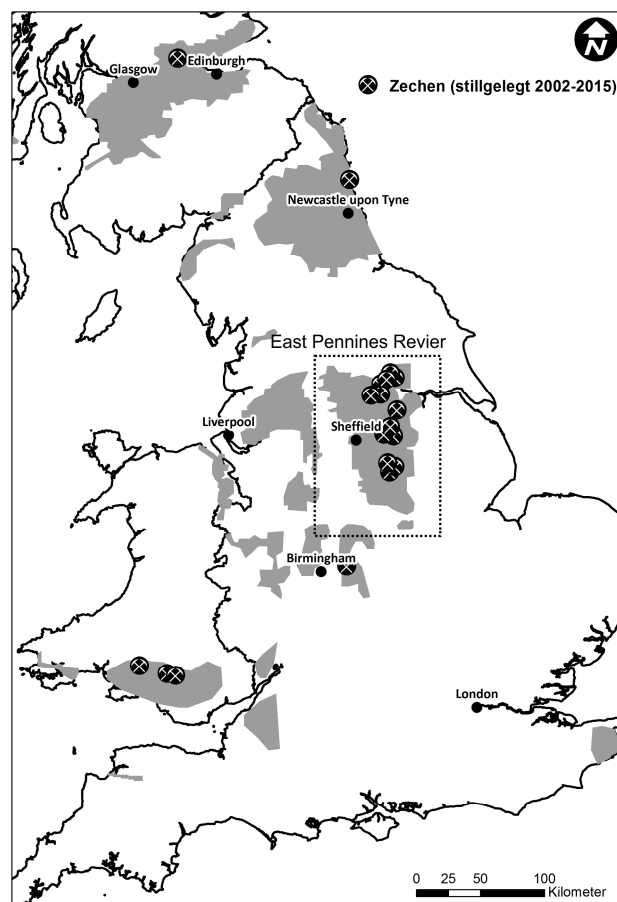
### 3. Geographie, Geologie und Lagerstätte: Allgemeines

Zunächst bedarf es der Klärung von Bezeichnungen, die häufig synonym gebraucht werden. Großbritannien ist ein geographischer Begriff, der für die größte der britischen Inseln benutzt wird. Auf ihr befinden sich die Landesteile England, Schottland und Wales. Die Abkürzung UK wird für die politische Struktur "United Kingdom" verwendet, die aus Großbritannien und Nordirland besteht.

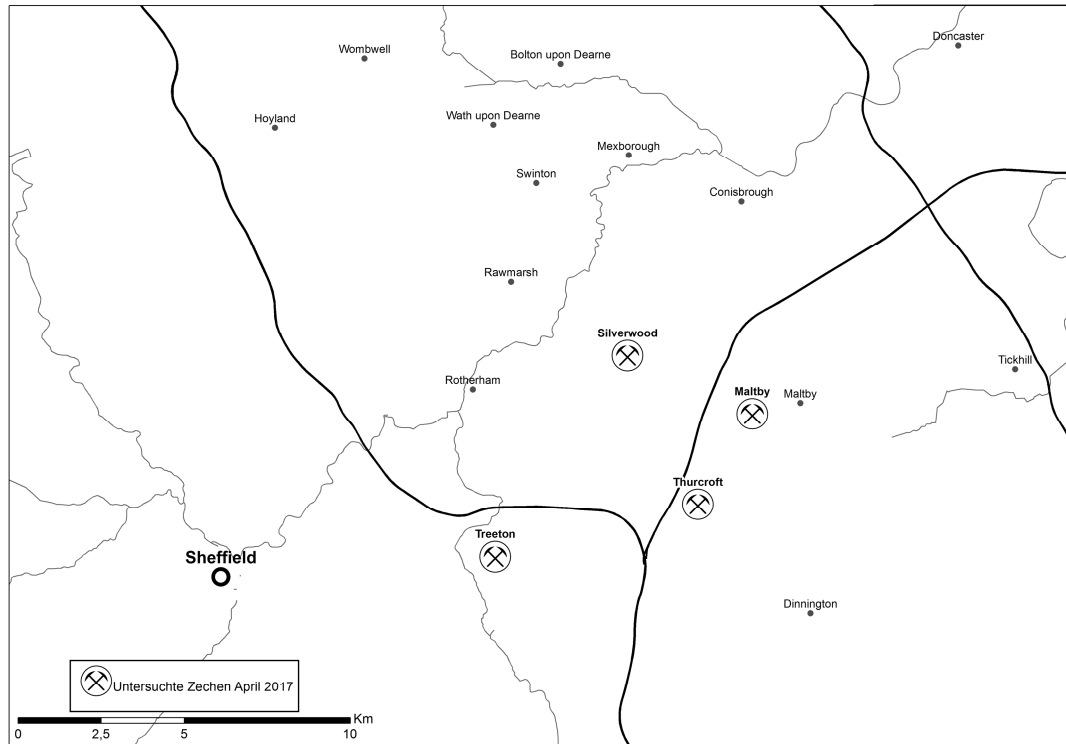
Großbritannien verfügt über fünf bedeutende Steinkohlenlagerstätten (Bild1), die die Revierbezeichnungen

- Nord-Schottland,
- Great Northern,
- East Pennines,
- West Pennines,
- Süd Wales

tragen. Das Revier East Pennines gehört zum zentralen Abbaugebiet Englands und setzt sich aus den Abbaufeldern Yorkshire und Nottinghamshire zusammen (Bild 2).



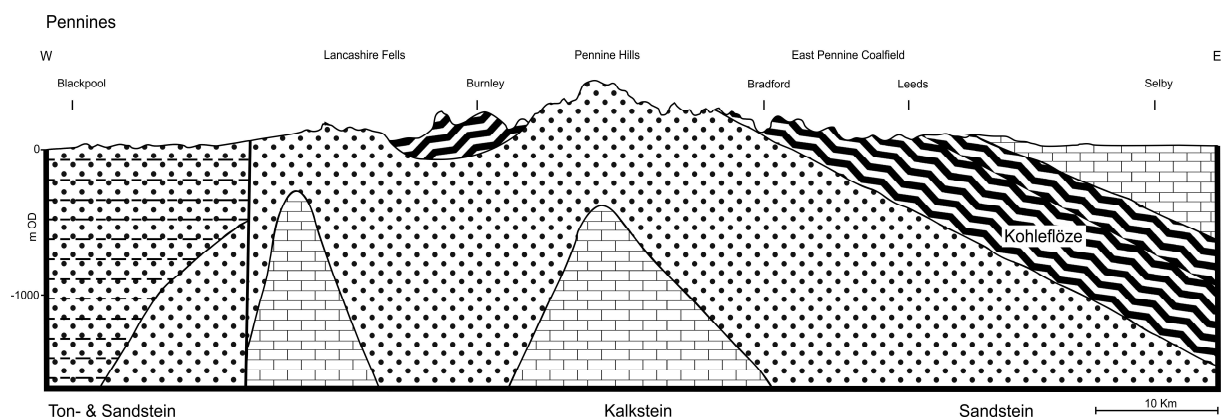
**Bild 1:** Steinkohlenreviere in Großbritannien (verändert nach BGS und TCA)



**Bild 2:** Übersichtskarte Kohlenrevier Yorkshire;

### Regionale Geologie des Steinkohlenreviers Pennines

Nach verschiedene Hebungs- und Senkungsvorgänge während der Genese bilden die heutigen Pennines eine Sattel-Struktur in N-S-Ausrichtung, wodurch in weiten Bereichen das Karbon mit zahlreichen Kohleflözen direkt an der Tagesoberfläche aufgeschlossen ist (Bild 3). Der Höhenrücken der Pennines erreicht Höhenlage bis etwa +500 m NHN. Die sich östlich anschließende Region zeigt ein bewegtes Relief mit Höhen zwischen etwa +50 m NHN und + 100 m NHN.



**Bild 3:** West-Ost Schnitt: Pennines und Steinkohlenlagerstätte, überhöht (verändert nach BGS)



Die Schichten fallen sowohl westlich als auch östlich der Sattelachse zur Teufe hin ein. Auf beiden Seiten der Pennines wird das flözführende Karbon von Gesteinen des Perms und weiter entfernt auch der Trias überlagert. Die kohleführenden Schichten werden als „Coal Measures Group“ bezeichnet und in Lower, Middle und Upper Coal Measures Formation untergliedert. Die „Lower Coal Measures Formation“ entspricht dabei stratigraphisch dem Westfal A, die „Middle Coal Measures Formation“ dem Westfal B und die „Upper Coal Measures Formation“ dem Westfal C. Lithographisch handelt es sich bei den Gesteinen der Coal Measures zumeist um eine Wechselfolge von Ton-, Silt- und Sandsteinen, in denen Kohleflöze variierender Mächtigkeit eingeschaltet sind. Die Gesteinsabfolgen weisen die bekannte Struktur von Zyclothem auf. Östlich der Pennines, erreicht das flözführende Karbon Mächtigkeiten von bis zu 1250 m [2].

### **Steinkohlenlagerstätten**

Das Yorkshire Kohlerevier überdeckt eine Fläche von 1300 km<sup>2</sup> und wird von den Städten Leeds im Norden, Sheffield im Westen, Doncaster im Osten und Nottingham im Süden eingerahmt (Bild 2). Es bildet das nördliche Ende des Great Midland Coalfield, dass insgesamt eine Fläche von 2400 km<sup>2</sup> bedeckt. Die westliche Grenze des Yorkshire Coalfield bildet, wie bereits dargestellt, der Ausbiss der steinkohleführenden Schichten an der Ostflanke des Höhenrückens der Pennines. Die Breite der Ausbisszone beträgt im Mittel etwa 20 km. Das Generaleinfließen der Schichten ist mit ca. 5 gon nach Osten gerichtet.

Die Steinkohlenlagerstätte wurde vor 1850 im Bereich der deckgebirgsfreien Ausbisszone sowohl im Tage- als auch im Tiefbau abgebaut. Mit fortschreitender Industrialisierung wanderte der Bergbau weiter nach Osten und in größere Teufen. Die Stadt Doncaster, etwa 20 km von der Ausbisszone entfernt, wurde vor etwa 100 Jahren von den Abbaubetrieben erreicht.

Die Flöze des produktiven Karbons befinden sich in der Mitte der steinkohleführenden Schichten (Middle Coal Measures), sind also dem Westfal B zuzurechnen. Der Frage der Flözgleichstellung mit dem westdeutschen Karbon wird im Rahmen des Projektes noch nachgegangen.

In den Middle Coal Measures zeigen die Flöze die höchste Dichte und die besten Gegebenheiten unter den Aspekten Mächtigkeit, Qualität und Bauwürdigkeit. Als wichtigstes Flöz des Reviers ist das Barnsley Seam zu nennen. Es besteht aus drei Bänken und weist neben einer weichen, bituminösen Hausbrand- und Kokskohle eine hochwertige und harte Kraftwerkskohle auf.

Weitere Flöze, auf die sich die Produktion der Bergwerke im South Yorkshire Revier konzentriert hat, sind Haigh Moor, Flockton, Parkgate und Silkstone. Diese Flöze befinden sich in der genannten Reihenfolge im Liegenden des Barnsley Seam. Insgesamt weist die Schichtenfolge etwa 30 bauwürdige Flöze auf, von denen das Barnsley Seam die größte Mächtigkeit besitzt. Bereichsweise finden sich im Nebengestein der Flöze Eisenstein, feuerfeste Tone und Quarzite, die örtlich parallel zum Abbau der Kohle gewonnen wurden.

Das Barnsley Seam hat im Revier South Yorkshire den Charakter eines "Leitflözes". Der wirtschaftliche Erfolg der Bergwerke in diesem Revier beruhte ganz wesentlich auf der herausragenden Qualität der Kohle. Außerdem ist das Flöz auf einer Fläche von insgesamt mehr als 1600 km<sup>2</sup> ohne besonderen tektonischen Einfluss abgelagert. Aus diesen Gründen ist das Barnsley Seam das am intensivsten abgebaute Flöz im Revier. Es lieferte etwa 50% der gesamten Produktionsmenge und stellt damit bis in die 1930er Jahre die direkte Beschäftigung von etwa 60000 Bergleuten sicher [3].

Das Flöz trägt seinen Namen nach der Stadt Barnsley, in dessen Umgebung es mit über 3 m seine größte bauwürdige Mächtigkeit erreicht. Über das gesamte Revier gesehen schwankt die Mächtigkeit dieses Flözes zwischen 0,9 m und 3,3 m. Sie dünnt von Westen nach Osten aus.

### **Hydrogeologische Aspekte**

Die flözführenden karbonischen Schichten werden östlich der Ausbisszone von permischen Schichten überdeckt. Weiter nach Osten folgen Ablagerungen aus der Trias (Bild 4). Die älteren Gesteine des Perms sind vor allem als Kalkmergel bzw. mergeliger Kalkstein ausgebildet. Darüber folgen magnesi-umreiche Kalksteine (Dolomit), die lokal auch bedeutende Grundwasserleiter bilden können (Zechstein-Gruppe/Magnesian Limestone).

Eine höhere Bedeutung für die Trinkwassergewinnung haben jedoch die roten Sandsteine des Sherwood-Aquifers (Triassic Sandstone). Diese hochpermeable Gesteinsserie bildet den zweitwichtigsten Aquifer Großbritanniens. Sie ist durch eine Serie von teilweise salzhaltigen Mergeln von den darunter liegenden Schichten des Perms hydraulisch getrennt. Bei der Planung von Grubenwasseranstiegen werden Wasserwegsamkeiten, die durch Abbaueinwirkungen entstanden können, in Betracht gezogen. Der Anstieg von Grubenwasser in den überlagernden Grundwasserleiter ist bei entsprechenden Niveaus potentiell möglich.

## **4. Entwicklung des britischen Steinkohlenbergbaus**

Die britische Montanhistorie geht davon aus, dass bereits zur Zeit der Römer eine Gewinnung von Steinkohle stattfand [3]. Seit dem Mittelalter wird in den Steinkohlenrevieren ohne wesentliche Unterbrechung eine Gewinnungstätigkeit betrieben, die um 1920 ihren Höhepunkt erreichte. Im Jahr 1947 gelangte der Steinkohlenbergbau unter staatliche Aufsicht. Die politisch Verantwortlichen verfolgten das Ziel, die heimische Energiereserve schlagkräftig und für den wirtschaftlichen Aufschwung gelenkt einzusetzen.

Die nationale Bedeutung und politische Kraft der Bergleute wird u.a. im Jahr 1974 deutlich, als es der Bergarbeiter-Gewerkschaft (National Union of Mineworkers, NUM) gelingt, den Premierminister Edward Heath zum Rücktritt zu bewegen [4]. Eine Dekade später wendet sich das Blatt. Die Regierung unter Margret Thatcher hat sich die Privatisierung britischer Schlüsselbranchen wie Steinkohlenbergbau und Kraftwirtschaft zum Ziel gesetzt. Der Einfluss der Gewerkschaften soll damit zurückgedrängt werden.

Im Jahr 1984 kommt es zum größten Arbeitskampf in der Geschichte des Landes. Die NUM nimmt Stilllegungspläne und damit verbundene Verluste an Arbeitsplätzen zum Anlass, einen insgesamt etwa zwölf Monaten andauernden Streik auszurufen. Zeitweise befanden sich 180.000 Bergleute im Ausstand. Im Ergebnis hat dieser Streik der Arbeitnehmerschaft mehr geschadet als genützt und den Einfluss der Gewerkschaft auf politische und unternehmerische Entscheidungen auf Dauer massiv reduziert. Letztlich setzte sich Margret Thatcher mit ihrer Politik des Ausstiegs aus unrentablen Bergwerken und der Privatisierung weiterer Bereiche der Industrie durch. Ein bis heute relevanter Faktor ist die durch die Privatisierungen ausgelöste Arbeitslosigkeit in den Steinkohlerevieren.

Die wirtschaftspolitische Entwicklung des britischen Steinkohlenbergbaus unterscheidet sich in vielerlei Hinsicht von der des deutschen. Der britische Steinkohlenbergbau war bis weit in das 20. Jahrhundert hinein durch eine breite privatwirtschaftliche Struktur gekennzeichnet. So umfasste die 1938 ge-

gründete Coal Commission etwa 800 eigenständige Bergwerks-Unternehmen. Im Jahr 1946 verabschiedete die damalige Labour-Regierung den Coal Industry Nationalisation Act, womit der britische Kohlenbergbau verstaatlicht und das National Coal Board (NCB) als zuständige Instanz geschaffen wurde. Das NCB wurde im Jahr 1987 in British Coal Corporation (BC) umbenannt.

Mit dem Coal Industry Act von 1994 wurden die branchenweiten administrativen Aufgaben von BC auf eine neue Organisation, die Coal Authority, übertragen. Die Vermögenswerte (Aktiva) von BC wurden privatisiert. So wurden u.a. englische Bergbauaktivitäten mit denen des Unternehmens RJB Mining verschmolzen und damit UK Coal geschaffen. Die British Coal Corporation stellte ihre Geschäftsaktivität im Jahr 1997 endgültig ein. The Coal Authority (TCA) mit Sitz in Mansfield/Nottinghamshire beschäftigt nach eigenen Angaben heute etwa 250 Personen.

Die Coal Authority ist eine regierungsnahe Einrichtung, die die britischen Kohlenreserven verwaltet und zuständig für alle Genehmigungen und Pachtverträge ist. Der rechtliche Status von TCA wird im Englischen mit Executive Non-departmental public body (NDPB) beschrieben. NDPB ist eine „quasi autonomos non-governmental organisations“ (quangos). Organisationen dieser Art sind kein integraler Bestandteil irgendeines Teils der Regierung. Sie üben ihre Funktion mit Abstand zu dem Ministerium aus, dem sie zugeordnet sind, wobei allerdings die letzte Verantwortung gegenüber dem Parlament beim Minister liegt. Die Coal Authority ist dem Wirtschaftsministerium zugeordnet (Department for Business, Energy & Industrial Strategy) [1].

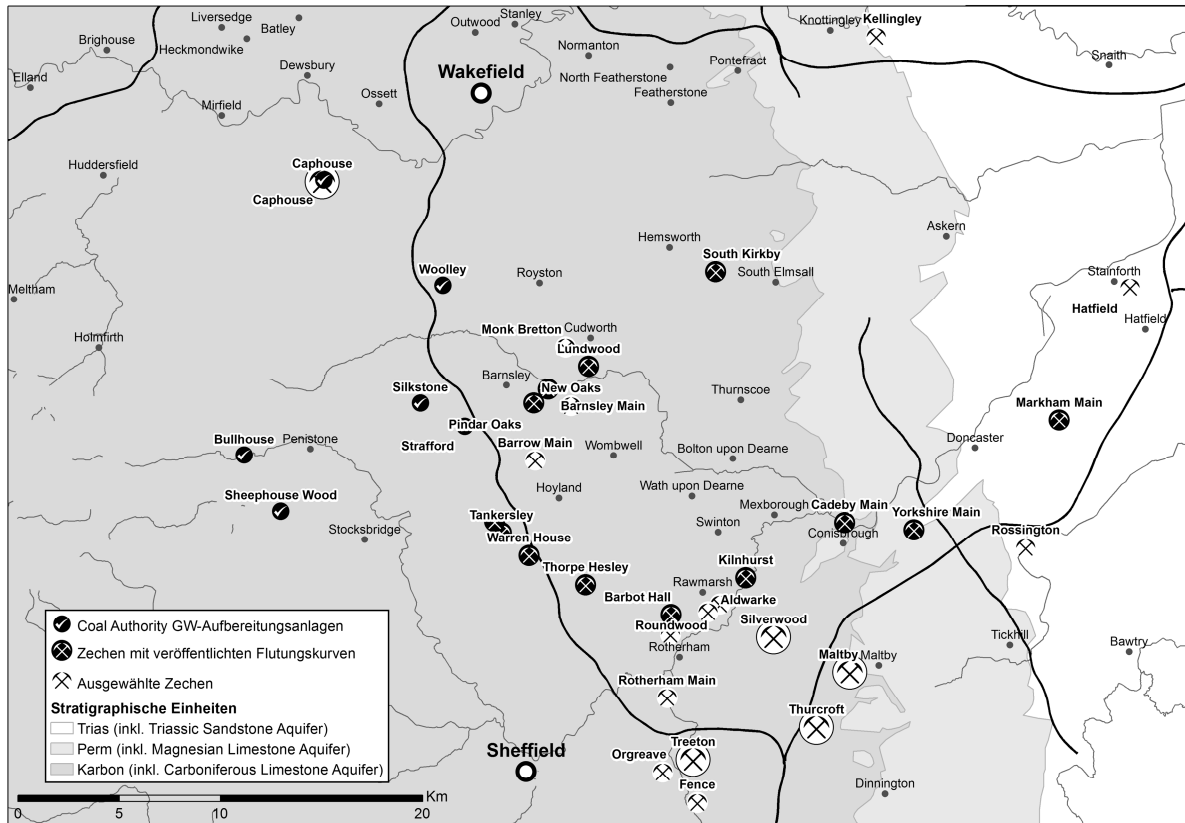
Eine wesentliche Aufgabe von TCA besteht in der Bearbeitung der Einflüsse aus früherer bergbaulicher Gewinnung von Steinkohle einschließlich der Forderungen nach Regulierung von Bergschäden, soweit nicht Bergbauunternehmen mit entsprechender Genehmigung zuständig sind. TCA beschäftigt sich mit verunreinigtem Grubenwasser und anderen Fragen des bergbaulichen Erbes.

Die Coal Authority arbeitet in zahlreichen Aufgabenstellungen eng mit dem British Geological Survey mit Sitz in Nottingham zusammen. Beide Organisationen werden nur zum Teil durch die öffentliche Hand budgetiert und müssen sich daher auch durch Drittmittel finanzieren.

## **5. Bergwerke im Steinkohlenrevier South Yorkshire**

Im Verlauf der vergangenen 15 Jahre hat sich die Situation des Bergbaus in diesem Revier grundlegend gewandelt. Förderten im Jahr 2002 noch etwa 12 Schachtanlagen, so wurden mit der Stilllegung der Bergwerke Hatfield, Thoresby und Kellingley im Verlauf des Jahres 2015 gleichzeitig auch die letzten Tiefbau-Gruben auf Steinkohle in Großbritannien geschlossen [5]. Die über-Tage-Anlagen der stillgelegten Bergwerke wurden relativ rasch zurückgebaut. Eine Folgenutzung bestand auf einigen Anlagen in einer Aufwältigung von Schlammteichen mit dem Ziel einer Rohstoffproduktion. Im Übrigen gestaltet sich die Konversion offenbar problematisch.

In den Grubenbetrieben vollzieht sich mittlerweile der Anstieg des Grubenwassers. Angesichts der Vielzahl an ehemaligen Bergwerken sollen an dieser Stelle einige Anlagen im Großraum Sheffield/Rotherham/Doncaster exemplarisch in den Blick genommen werden (Bild 4). Es handelt sich um die Bergwerke Treeton, Thurcroft, Maltby und Silverwood, die unter Tage durch hydraulisch wirksame Verbindungen miteinander verbunden sind. Die Grubenwasseranstiegsprozesse weisen daher bestimmte Abhängigkeiten auf.



**Bild 4** Ausgewählte Bergwerke & Grubenwasser-Aufbereitungsanlagen im Steinkohlenrevier South Yorkshire (verändert nach BGS)

In diesem Zusammenhang muss auf eine britische Besonderheit bei der Festlegung des Höhendatums hingewiesen werden. In der Fachliteratur findet sich die Abkürzung OD (Ordnance Datum). Üblicherweise bezieht sich dieses Höhendatum auf den Meeresspiegel. So gilt für Großbritannien der ODN. Dies bedeutet, dass sich die Höhenangaben auf einen vor etwa 100 Jahren festgelegten Pegel in Newlyn/Cornwall beziehen. Die Abkürzungen AOD bzw. BOD bedeuten: Above Ordnance Datum bzw. Below Ordnance Datum [6].

Auf dem Bergwerk Treeton, südlich von Rotherham und östlich von Sheffield gelegen, begann man im Jahr 1874 mit dem Abteufen von Schächten und erreichte das Barnsley Flöz in einer Teufe von etwa 300 m. Bis zur Stilllegung im Jahr 1990 produzierte die Grube etwa 36 Mio. t Kohle und 10 Mio. t Bergematerial. Im Grubengebäude bestehen Verbindungen zu anderen Bergwerken (Bild 5). So ist insbesondere das Bergwerk Thurcroft im Barnsley Flöz angeschlossen [3].

Das Bergwerk Thurcroft befindet sich etwa 8 km südöstlich von Rotherham und wurde ab dem Jahr 1909 entwickelt. Das Barnsley Flöz wurde hier in etwa 750 m Teufe mit einer Mächtigkeit von etwa 2 m angetroffen. Der Grubenbetrieb hatte ständig unter einer W-O-streichenden Störung mit einem Verwurf von etwa 130 m zu leiden. Die Verbindung zur Grube Treeton wurde 1970 nach einem Grubenbrand abgedämmt. Die tiefsten Grubenbaue des Bergwerks befinden sich im Parkgate Flöz in einer Teufe von etwa 950 m. Stillgelegt wurde das Bergwerk Ende 1991.

Östlich von Rotherham wurde ab dem Jahr 1909 das Bergwerk Silverwood aufgefahren. In etwa 670 m Teufe erreichte man das Barnsley Flöz, dessen Mächtigkeit zwischen 1,5 m und 2,1 m

schwankt. Die Lagerstätte weist auf einer Fläche von 10 x 5 km nahezu ungestörte Verhältnisse auf. Das Einfallen ist mit weniger als 5 gon nach Osten gerichtet. Die größte Abbauteufe wurde mit etwa 760 m im Flöz Haigh Moor erreicht.

Noch im Jahr 1967 gehörte Silverwood zu den 50 zukunftsträchtigsten Bergwerken in Großbritannien, von denen sich 10 im Revier Yorkshire befanden. Besonders stolz war man im Jahr 1975, als Königin Elisabeth II mit Prinz Phillip das Bergwerk besuchte. Im Jahr 1994 wurde die letzte Kohle gefördert.

Das Bergwerk Maltby, östlich von Rotherham und südlich von Doncaster am Rand des gleichnamigen Ortes gelegen, produzierte bis in das Jahr 2012 hinein. Im Bereich der Grube tritt ein Deckgebirge in Form von permischem Kalkstein auf, dessen Mächtigkeit etwa 50 m beträgt. Es traten Wasserzuflüsse aus dem Deckgebirge in einer Menge von 80 m<sup>3</sup>/h beim Teufen der Schächte auf. Das Flöz Barnsley wird in einer Teufe von rund 750 m (668 m BOD) erreicht. Das Flöz neigt zur Selbstentzündung und wird als gasreich beschrieben. Auf Maltby wird schon im Jahr 1956 eine Methan-Absaugung eingerichtet. Noch heute wird an einem der abgeworfenen Schächte eine Gasabsaugung betrieben.

Im Verlauf der 1980er Jahre wird in das Bergwerk investiert, um die jährliche Produktion auf etwa 2 Mio. t anzuheben. Die größte Abbauteufe wird im Flöz Park Gate mit etwa 950 m erreicht.

Aus der Literatur [7, 8, 9] lassen sich folgende Angaben zur Grubenwasserhaltung auf den genannten Bergwerken während der Betriebszeit ableiten:

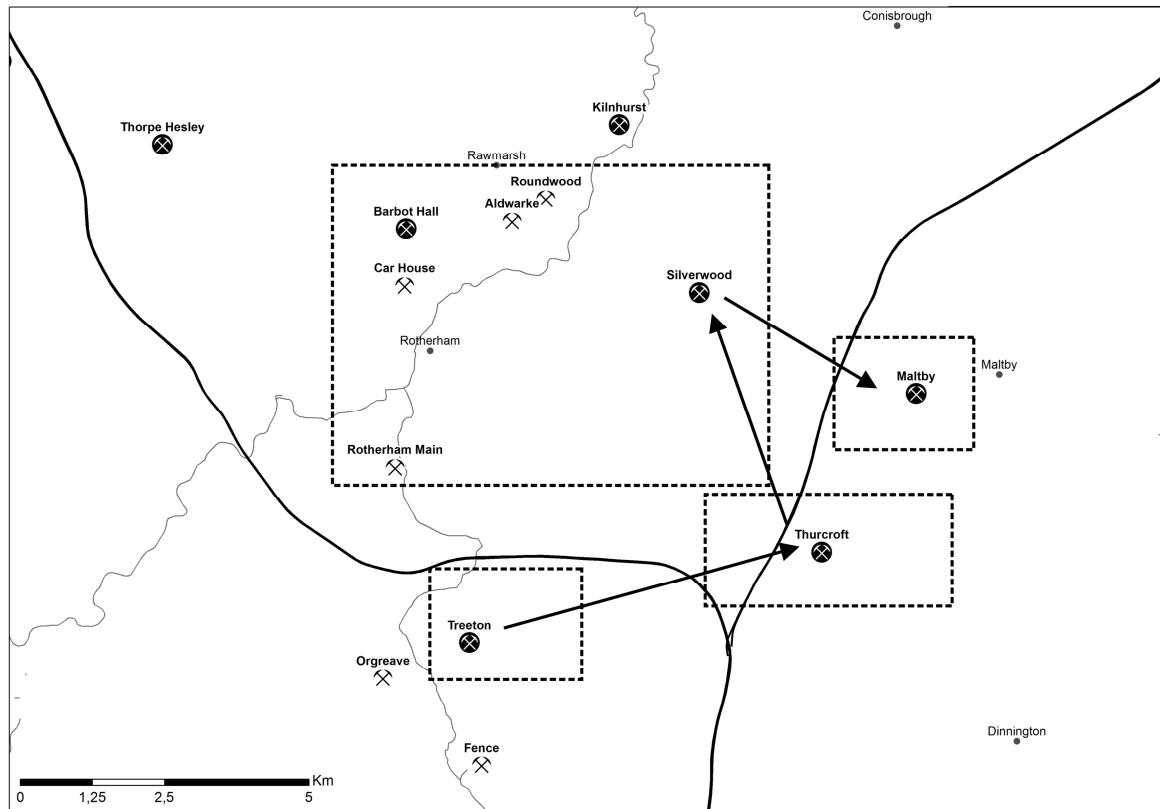
Treeton: 1,9 m<sup>3</sup>/ min

Thurcroft: 0,7 m<sup>3</sup>/ min

Silverwood: 0,7 m<sup>3</sup>/ min

Maltby: 1,2 m<sup>3</sup>/ min

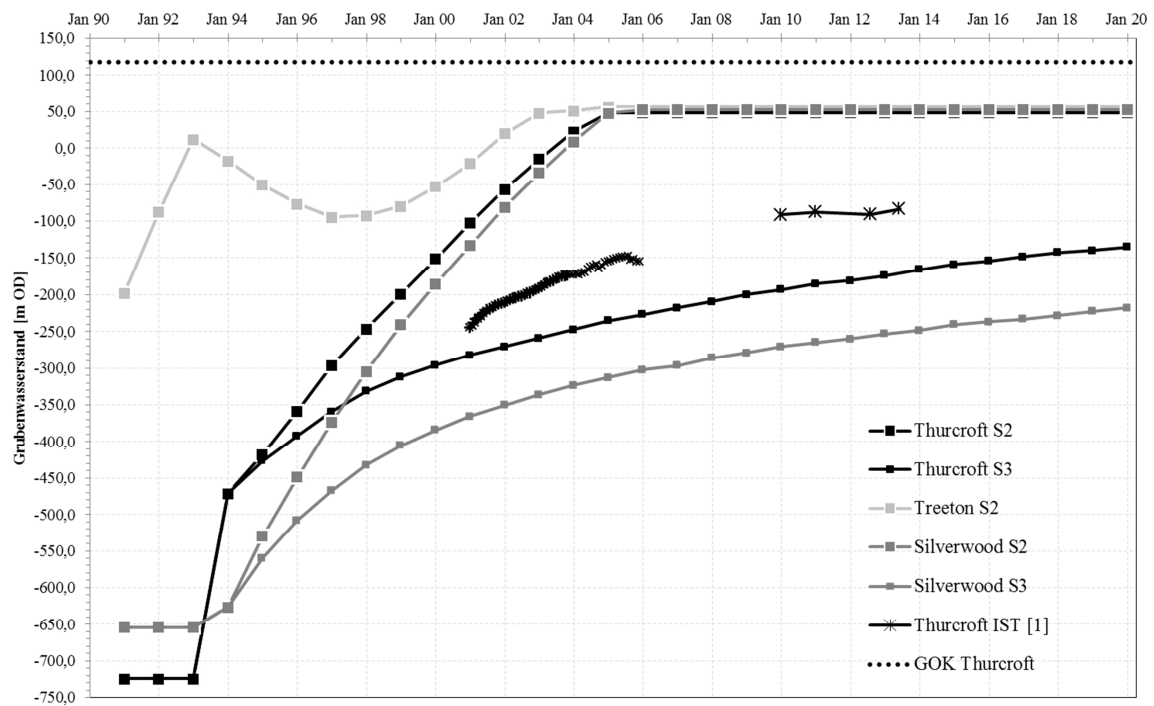
Auf den Bergwerken wurden die Wasserhaltungen sehr bald nach den jeweiligen Stilllegungen außer Betrieb genommen. Im Verlauf der 1990-er Jahre wurden von Burke Überlegungen zur Entwicklung des Grubenwasseranstiegs auf den Bergwerken angestellt [8]. Dabei ging man von hydraulisch wirksamen Verbindungen zwischen den Grubengebäuden Treeton, Thurcroft und Silverwood aus. Unbekannt war zum damaligen Zeitpunkt die hydraulische Leistungsfähigkeit von möglichen Verbindungen zwischen den Bergwerken Silverwood und Maltby (Bild 5).



**Bild 5** Bergwerke mit hydraulisch wirksamer Abgrenzung (Boxen/Ponds)

Burke entwickelte hierzu drei Szenarien: kein Wasserübertritt (S1), ein eingeschränkter Wasserübertritt (S2) und eine hohe Grubenwassermenge, die von Silverwood nach Maltby abgeführt wird (S3). Das erste Szenario konnte im Verlauf der letzten Jahre auf der Basis von Monitoringergebnissen ausgeschlossen werden und ist deswegen in Bild 6 nicht dargestellt. Ein Monitoring findet nach bisherigem Kenntnisstand nur auf Thurcroft statt. Messergebnisse, die über die Phase 2000 – 2006 / 2013 hinausgehen, liegen zurzeit nicht vor [1].

Das Bild 6 zeigt die Szenarien S2 und S3 sowie einige Messergebnisse, die den Grubenwasseranstieg auf Thurcroft wiedergeben. Im Jahr 1992 wird auf Treeton die hydraulisch wirksame Übertrittschwelle zu Thurcroft erreicht, womit sich in dieser relativ trockenen Grube die Flutung beschleunigt. Mit kurzer zeitlicher Verzögerung folgt der Grubenwasseranstieg auf Silverwood. Das Szenario S2 sieht bereits im Jahr 2005 gleiche Grubenwasserstände und damit den Abschluss der Flutung auf den drei Bergwerken vor. Dem stehen die Monitoringergebnisse entgegen. Die von Burke angestellten Überlegungen gehen davon aus, dass noch zur Betriebszeit von Maltby (bis 2013) Grubenwässer von Silverwood nach Maltby abgegeben und hier gehoben wurden. Seit Einstellung der Wasserhaltung vollzieht sich auch hier der Grubenwasseranstieg. Monitoringergebnisse liegen hierzu bisher nicht vor. So verhindert auf Silverwood ein Schachtverbruch in 350 m Teufe (255 m BOD) eine Beobachtung des Grubenwasserspiegels an dieser Stelle.



**Bild 6** Modellierter Grubenwasseranstieg in Treeton, Thurcroft und Silverwood sowie gemessene Grubenwasserstände in Thurcroft



**Bild 7** Verwahrter Schacht des Bergwerkes Thurcroft

## 6. Grubenwasseranstieg

Auch im britischen Nachbergbau ist man sich der Komplexität der Prognose von Grubenwasseranstiegen sehr bewusst. Die Beurteilung der Wirkung der verschiedenen Faktoren, die den Prozess beeinflussen, setzt ein erhebliches Fachwissen voraus. Zur Herstellung der notwendigen Transparenz dienen die nachfolgenden Überlegungen.

Die Analyse von Grubenwasseranstiegen in unterschiedlichen Bergwerken muss sich mit folgenden Parametern intensiv befassen (Tabelle 1):

BEREICH 1		GEOLOGISCHE BEDINGUNGEN				
		Deckgebirge				
Merkmale	Lithologie	Tektonik	Grundwasser-leiter	flutungsfähiges Volumen	Grundwasser-neubildung	Umfeld
<i>Randbedingungen</i>	<i>Art der Schichtenfolge</i>	<i>hydraulische Wirksamkeit</i>		<i>tektonische Elemente GW-Horizonte</i>	<i>Niederschlags-abhängigkeit</i>	<i>hydraulisches Niveau</i>
		Lagerstätte				
<i>Randbedingungen</i>	<i>Art des Bodenschatzes</i>	<i>tektonische Beanspruchung</i>	<i>flutungsfähiges Volumen</i>	<i>Wasserzuflüsse</i>		
				<i>Zuflüsse von Tiefenwässern</i>		
				<i>Sickerwässer</i>		
				<i>hydraulisches Gleichgewicht</i>		
BEREICH 2		BERGWERK				
Merkmale	Abbauteufe	Umfang des Grubengebäudes	Gebirgs-mechanik	Wasserweg-samkeit	Infiltrationsrate	Gewicht des Wasserkörpers
<i>Randbedingungen</i>	<i>Abbau-verfahren</i>	<i>Restvolumina Abbau und Grubengebäude</i>	<i>Gebirgsdruck</i>	<i>hydraulische Wirksamkeit</i>	<i>Alter Mann</i>	<i>Deformation des Liegenden/der Schichtenfolge</i>
	<i>Durchbauungs-grad</i>	<i>flutungsfähiges Volumen</i>	<i>Gesteins-festigkeit</i>		<i>Gebirgskörper</i>	
		<i>Abdämmungen</i>	<i>Druck-verhältnisse</i>			
		<i>Wasserübertritts-stellen</i>				
		<i>Wasserzuflüsse und Lokationen</i>				
		<i>Hydrochemie</i>				
BEREICH 3		GEBIRGS- UND BODENBEWEGUNGEN				
Merkmale	Schichtenfolge	Abbauteufe	Hebungen			
<i>Randbedingungen</i>	<i>Lithologie</i>					
	<i>Gesteins-festigkeit</i>		<i>Durchbauungs-grad</i>			
			<i>Grundwasser-leiter</i>			
			<i>Zuwachs des flutungsfähigen Volumens</i>			

**Tabelle 1:** Parameter eines Grubenwasseranstiegs

Die genannten Parameter zeigen teilweise eine erhebliche Abhängigkeit von der Teufe. Ein Ziel des Forschungsvorhabens besteht in der qualitativen und quantitativen Bewertung der aufgeführten Faktoren. Die Evaluierung einer möglichst großen Anzahl von Grubenwasseranstiegsprozessen wird dazu beitragen, zukünftige Vorhaben besser prognostizieren zu können.



## **Markscheiderische Aspekte**

Es muss an dieser Stelle kaum näher erläutert werden, dass ein verlässliches und aussagekräftiges Risswerk in allen Phasen des bergbaulichen Lebenszyklus von Bedeutung ist. Es besteht kein Zweifel, dass die englischen Fach-Kollegen dies bis über die Stilllegung der Bergwerke hinaus auch so gesehen haben und nach wie vor sehen. Der rasche Veränderungsprozess in der Branche hat in Verbindung mit fehlenden Archivierungsvorschriften offenbar auf verschiedenen Bergwerken zu einem Verlust risslicher Unterlagen geführt. Für die Planung des Rückzugs aus dem Grubengebäude und des Grubenwasseranstieges sind damit die Rahmenbedingungen erheblich erschwert. Eine substantielle Prognose eines Grubenwasseranstieges ist ohne eine umfassende Analyse des Rißwerks des betrachteten Bergwerks kaum möglich.

Aber auch die Verfügbarkeit eines Risswerks setzt in der Auswertung und Interpretation fachliche Kenntnisse voraus. Es wurde der Eindruck gewonnen, dass qualifiziertes Personal, welches günstigenfalls auch noch über eine unter-Tage-Erfahrung verfügt, kaum noch für die Mitwirkung an der Lösung der Aufgaben des Nachbergbaus zur Verfügung steht.

Da außerdem die Ausbildung von Nachwuchs für die Bearbeitung von (nach-)bergbaulichen Aufgaben nahezu nicht mehr vorgenommen wird, schreitet der Prozess des Know-How-Verlusts rasch voran.

## **Grubenwasserbehandlung**

Im englischen Sprachgebrauch wird für saures Grubenwasser allgemein die Bezeichnung „acid mine drainage“ (AMD) benutzt. Darunter wird ein Grubenwasser verstanden, dass infolge der Aufnahme von Oxidationsprodukten des Pyrit eine Versauerung erfahren hat. Für die Reduzierung der Mineralisation des Grubenwasser bestehen grundsätzlich zwei verschiedene Verfahren [10].

Die aktive Grubenwasseraufbereitung (active treatment of polluted mine waters) basiert auf Methoden zur Verbesserung der Wasserqualität, die die ständige Zuführung von Energie und /oder (bio-) chemischen Reagenzien erforderlich machen. Als passive Aufbereitung von Grubenwasser (passive treatment) bezeichnet man die gezielte Verbesserung der Wasserqualität unter ausschließlicher Nutzung natürlicherweise verfügbarer Energie (Gravitation, Photosynthese, Energie aus bakteriellem Stoffwechsel) in Systemen, die über ihre gesamte Lebensdauer nur selten einer Betreuung bedürfen.

Für die aktive Grubenwasseraufbereitung gibt es im deutschen Steinkohlenbergbau die in Ibbenbüren betriebene Enteisungsanlage für das Grubenwasser des Westfeldes [11]. Auf dem ehemaligen Pyrit-Bergwerk Meggen wird das Grubenwasser ebenfalls einer aktiven Behandlung unterzogen [12].

In Großbritannien gibt es an zahlreichen ehemaligen Bergwerken mit Wasserhaltungsanlagen eine passive Aufbereitung des Grubenwassers. So befindet sich auf dem Gelände des „National Coal Mining Museum for England“ in Overton/Wakefield das Bergwerk „Hope Pit“, auf dem Grubenwasser mit einem erhöhten Eisengehalt gehoben wird. An der Tagesoberfläche nimmt das Wasser Luftsauerstoff beim Überwinden einer Kaskade mit einem Höhenunterschied von etwa 2,5 m auf (Bild 7). Damit wird der Oxidationsprozess beschleunigt. Anschließend wird das Grubenwasser durch mehrere Beruhigungsbecken geleitet, in denen Teilmengen des Eisenhydroxid-Schlammes sedimentieren. Vor der Ableitung an die Vorflut wird das Grubenwasser durch eine Pflanzenkläranlage (wet land) geleitet (Bild 8).



**Bild 8:** Enteisung auf dem Bergwerk Hope Pit / Overton, Wakefield



**Bild 9:** Pflanzen-Kläranlage (Wetland)

## 7. Fazit

Die aktuellen Projekte des Forschungszentrums Nachbergbau der Technischen Hochschule Georg Agricola, Bochum, weisen als eine wesentliche Komponente die Erweiterung des Netzwerkes im europäischen Nachbergbau auf. Die kürzlich in England mit Experten geführten Gespräche über den aktuellen Stand der Grubenwasseranstiege und der spezifischen Forschung haben wesentliche Erkenntnisse geliefert. Die intensive Auseinandersetzung mit den Herausforderungen des britischen (Nach-) Bergbaus wird im Ergebnis dazu beitragen, das Verständnis über die Prozesse in den deutschen Steinkohlenrevieren zu verbessern. Angesichts des Umfangs des nachbergbaulichen Sektors des ehemaligen britischen Steinkohlenbergbaus wird die Aufarbeitung der Erkenntnisse Zeit in Anspruch nehmen. Insofern ist an eine Fortsetzung dieses Beitrages gedacht.

## Quellenverzeichnis

1. Informationen aus den Gesprächen und Befahrungen mit Dr. Sean Burke, British Geological Survey, Environmental Science Centre, Nottingham, UK, sowie aus dem Gespräch mit den Herren Dr. Ian Watson, Prinipal Hydrogeologist, und Chris Satterley, Chemist and Technical R&D Manager, The Coal Authority, Mansfield.
2. <https://www.bgs.ac.uk/research/ukgeology/regionalGeology/home.html> (zuletzt aufgerufen am 27.4.2017)
3. Hill, Alan (2001): The South Yorkshire Coalfield. A History and Development. Tempus Publishing Ltd. 260 S.
4. [https://de.m.wikipedia.org/wiki/Britischer\\_Bergarbeiterstreik\\_1984/1985](https://de.m.wikipedia.org/wiki/Britischer_Bergarbeiterstreik_1984/1985) (zuletzt aufgerufen am 25.4.2017)
5. <http://www.n-tv.de/wirtschaft/Ende-der-Kohle-Ara-In-Grossbritannien-ist-Schicht-im-Schacht-article16599821.html> (zuletzt aufgerufen am 27.4.2017)
6. [https://en.wikipedia.org/wiki/Ordnance\\_datum](https://en.wikipedia.org/wiki/Ordnance_datum) (zuletzt aufgerufen am 30.4.2017)
7. Younger, P.L., Adams, R. (1999): Predicting Mine Water Rebound. Environment Agency, R&D Technical Report, W 179.
8. Burke, S. P., Younger, P. L. (2000): Groundwater Rebound in the South Yorkshire Coalfield: A First Approximation using the GRAM Model. Quarterly Journal of Engineering Geology, 33, S. 149-160.
9. Gandy, C. J., Younger, P. L. (2007): Predicting Groundwater Rebound in the South Yorkshire Coalfield, UK. Mine Water and Environment, 26 (2), S. 70-78.
10. Younger, P.L., Banwart, S. A., Hedin, R. S. (2002): Mine Water. Hydrology, Pollution, Remediation. Kluwer Academic Publishers. 442 S.
11. Goerke-Mallet, P. (2000): Untersuchungen zu raumbedeutsamen Entwicklungen im Steinkohlenrevier Ibbenbüren unter besonderer Berücksichtigung der Wechselwirkungen von Bergbau und Hydrologie. – RWTH Aachen, Dissertation
12. <https://www.igmc.tu-clausthal.de/fileadmin/h...>(zuletzt aufgerufen am 29.4.2017)