

Research Institute of Post-Mining, TFH Georg Agricola University of Applied Sciences, Bochum – Strategies, Activities and Research Priorities

In the Federal Republic of Germany the hard coal production will be phased out by the end of 2018. The abandonment of the coal mining industry triggers a crucial structural change in the former mining regions which has to be planned and shaped actively. In order to come up with the challenges, risks and chances of post-mining, the TFH Georg Agricola University of Applied Sciences, Bochum, Germany, established a new master program for post-mining which is unique in the world. In addition, the Research

Institute of Post-Mining is founded. It investigates possible solutions for central issues in coping with the perpetual obligations. A major task of the Research Institute is to maintain and pass on the mining-based know-how. The establishment of the Master course and the Research Institute is specifically promoted by the RAG-Foundation, Essen, Germany. This includes the foundation of an endowed chair.

Forschungszentrum Nachbergbau an der TFH Georg Agricola zu Bochum – Strategien, Maßnahmen und Forschungsschwerpunkte

Im Jahr 2018 endet der Steinkohlenbergbau in der Bundesrepublik Deutschland. Mit der Einstellung des Steinkohlenbergbaus erfolgt in den ehemaligen Bergbaurevieren ein grundlegender Strukturwandel. Diesen gilt es aktiv zu gestalten. Um den Herausforderungen, Risiken und Chancen des Nachbergbaus umfänglich gerecht zu werden, wurde daher an der Technischen Fachhochschule Georg Agricola zu Bochum ein weltweit einzigartiger Masterstudiengang für Nachbergbau eingerichtet.

Ebenso wird ein Forschungszentrum für Nachbergbau etabliert. Hier werden für die zentralen Fragestellungen zur Bewältigung der Ewigkeitsaufgaben des Bergbaus Lösungsansätze erforscht. Zentrale Aufgabe des Forschungszentrums stellt aber die Bewahrung und Weitergabe des bergbaulichen Know-hows dar. Die Errichtung von Studiengang und Forschungszentrum wird von der RAG-Stiftung, Essen, in besonderer Weise gefördert. Dazu zählt auch die Einrichtung einer Stiftungsprofessur.

1 Introduction

Subsidised coal mining comes to an end in Germany in 2018. The coal industry is set to leave behind a wide range of tasks that will have to be fulfilled. Particular focus here will be on the “perpetual tasks” and from the year 2018 onwards the financing of these operations in the Ruhr, Saar and Ibbenbüren coalfields will be the responsibility of the Essen-based RAG Foundation. The TFH Georg Agricola University of Applied Sciences, formerly the Bochum School of Mines, will have a special role to play in this area. After turning out new mining engineers for the industry for more than 200 years it is now time to equip the latest batch of graduates

1 Einleitung

Im Jahr 2018 endet der subventionierte Steinkohlenbergbau in der Bundesrepublik Deutschland. Er hinterlässt vielfältige Aufgaben. Im besonderen Focus stehen die sogenannten Ewigkeitsaufgaben, für deren Finanzierung in den Revieren an der Ruhr, der Saar und in Ibbenbüren nach dem Jahr 2018 die RAG-Stiftung, Essen, eintritt. Der Technischen Fachhochschule (TFH) Georg Agricola zu Bochum kommt hierbei als ehemalige „Bochumer Bergschule“ eine besondere Rolle zu. Nachdem über 200 Jahre der „Bergbau-Nachwuchs“ ausgebildet wurde, gilt es nun, die Fachleute für die Aufgaben des Nachbergbaus zu rüsten. Hierzu wurde bereits

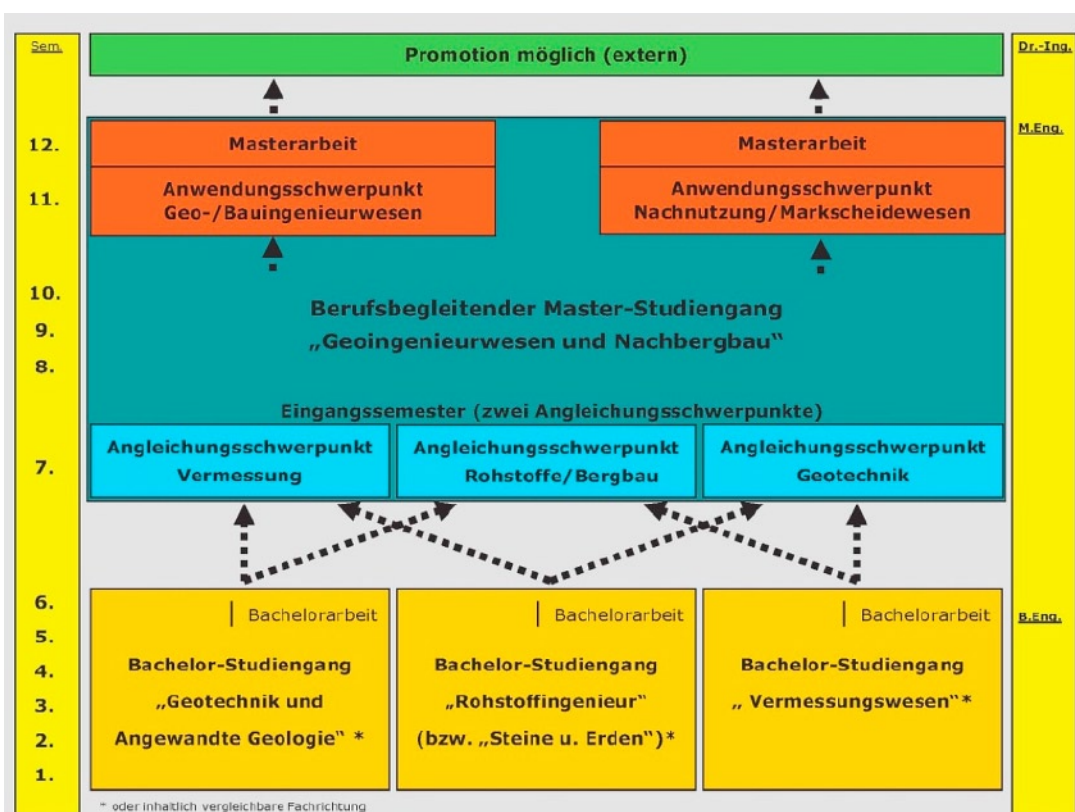


Fig. 1. Master's course "Geotechnical engineering and post-mining" (1).
Bild 1. Masterstudiengang „Geotechnik und Nachbergbau“ (1).

for the specialist tasks that will be part of the post-mining age. With this in mind the master's course "Geotechnical engineering and post-mining" was accredited back in 2012 and became a regular part of the university curriculum in the summer semester of 2013. The university is currently engaged in building a "Research Institute of Post-Mining". The master's course "Geotechnical engineering and post-mining", along with the coal-industry perpetual tasks and the new Research Institute, are all presented and discussed below.

2 Master's course "Geotechnical engineering and post-mining"

The master's course "Geotechnical engineering and post-mining", which is the only one of its kind in Germany, prepares engineers to take up responsible positions for planning and implementing the complex procedures required for mine closure and aftercare. The studies combine the scientific and technical qualifications and skills needed at the interface between mining engineering, mine surveying, land surveying and geotechnics.

The master's course "Geotechnical engineering and post-mining" is designed as a part-time programme for working students. The course, which lasts for six semesters, is consecutively structured around the University's bachelor degree courses "Geotechnical engineering and applied geology", "Mineral resource engineering" and "Surveying" (Figure 1). Applicants with comparable specialisations can also be accepted. The study course ends with graduation as a Master of Engineering (M.Eng.). This gives graduates the basic qualifications to proceed to Ph.D. studies.

im Jahr 2012 der Masterstudiengang „Geotechnik und Nachbergbau“ akkreditiert. Zum Sommersemester 2013 erfolgte der Regelbetrieb des Studiengangs. Ebenso erfolgt gegenwärtig an der TFH der Aufbau des „Forschungszentrums Nachbergbau“. Nachfolgend werden der Masterstudiengang „Geotechnik und Nachbergbau“, die sogenannten Ewigkeitsaufgaben sowie das Forschungszentrum Nachbergbau im Einzelnen vorgestellt.

2 Masterstudiengang „Geotechnik und Nachbergbau“

Der deutschlandweit einzigartige Masterstudiengang „Geotechnik und Nachbergbau“ bildet Ingenieurinnen und Ingenieure dafür aus, in verantwortlicher Position die komplexen Vorgänge der Bergwerksschließung und der Nachsorge zu planen und durchzuführen. Das Studium kombiniert naturwissenschaftliche und technische Qualifikationen an den Schnittstellen zwischen Bergbau, Markscheidewesen, Vermessung und Geotechnik.

Der Masterstudiengang „Geotechnik und Nachbergbau“ wird berufsbegleitend in Teilzeit durchgeführt. Die Studiendauer beträgt sechs Semester. Der konsekutiv konzipierte Masterstudiengang basiert auf den Bachelor-Studiengängen „Geotechnik und Angewandte Geologie“, „Rohstoffingenieurwesen“ und „Vermessung“ der TFH (Bild 1). Außerdem können Absolventen mit inhaltlich vergleichbaren Fachrichtungen zugelassen werden. Das Studium endet mit dem Abschluss Master (M.Eng.). Hierdurch erhalten die Absolventen die grundsätzliche Qualifikation zur Promotion.

The master's course comprises the following modules:

- Modules 1–4: Harmonisation themes (surveying, resources/mining, geotechnics)
- Module 5: Rock mechanics and mineral geology
- Module 6: Mining technology
- Module 7: Geotechnical support
- Module 8: Law
- Module 9: Hydrogeology
- Module 10: Surface stresses
- Module 11: Technical business management
- Modules 12–13: Applications
- Module 14: Master thesis and colloquium

There is already a significant demand for specialists in this area and this requirement is likely to grow in the years ahead. The University's graduates therefore have excellent prospects of careers in a number of areas, including public bodies (mining authorities, building authorities, environmental agencies), mining companies and their follow-up operations, earthworks contractors, foundation engineering and specialist civil engineering firms, specialised engineering consultants and drilling and tunnelling contractors. The broad-based and practically oriented field of work is not restricted to post-mining activities alone, for the course also teaches skills that qualify graduates to work on projects in the Eurocode 7 category "geotechnical design". The master's course is funded by the RAG Foundation, which also sponsors an endowed professorship.

3 Long-term liabilities of the German coal industry

The industry's long-term liabilities – also referred-to as "perpetual tasks" – comprise all the tasks and operations that will have to be undertaken on a long-term (i.e. permanent) basis in order to ensure that the former mining regions are properly looked-after and remain agreeable places in which to live. These tasks include:

- mine dewatering,
- polder protection measures and
- groundwater remediation.

Long-term pumping operations in abandoned mine workings are required in order to protect against the infiltration of mine water into the drinking-water horizons. The RAG team in Herne is cur-

Der Masterstudiengang enthält folgende Module:

- Module 1–4: Angleichungsschwerpunkte (Vermessung, Rohstoffe/Bergbau, Geotechnik)
- Modul 5: Gebirgsmechanik und Lagerstättenkunde
- Modul 6: Bergbauliche Verfahrenstechnik
- Modul 7: Geotechnische Sicherungstechnik
- Modul 8: Recht
- Modul 9: Hydrogeologie
- Modul 10: Oberflächenbelastungen
- Modul 11: Betriebswirtschaftliche Aspekte
- Modul 12–13: Anwendungsschwerpunkt
- Modul 14: Masterarbeit und Kolloquium

Der Bedarf an Fachkräften ist gegenwärtig bereits groß und wird in den nächsten Jahren deutlich zunehmen. Absolventinnen und Absolventen haben daher ausgezeichnete Perspektiven in Behörden (Bergämter, Bauordnungsämter, Umweltämter), Bergbauunternehmen und deren nachsorgenden Einheiten, Firmen des Erd-, Grund- und Spezialtiefbaus, einschlägigen Ingenieurbüros sowie in Bohr- und Tunnelbauunternehmen. Das breit gefächerte, praxisbezogene Berufsfeld beschränkt sich nicht auf den Nachbergbau. Der Studiengang vermittelt die Kompetenzen, die zur Bearbeitung von Projekten in der Geotechnischen Kategorie GK3 gemäß Eurocode 7 berechtigen. Der Master-Studiengang wird unterstützt durch die RAG-Stiftung, die eine Stiftungsprofessur finanziert.

3 Ewigkeitsaufgaben des deutschen Steinkohlenbergbaus

Die Ewigkeitsaufgaben – mitunter auch als Ewigkeitslasten bezeichnet – umfassen sämtliche Aufgaben, die zur lebenswerten Erhaltung der ehemaligen Bergbauregionen dauerhaft und somit „ewig“ erforderlich sind. Hierzu zählen folgende Aufgaben:

- Grubenwasserhaltung,
- Poldermaßnahmen und
- Grundwassersanierung.

Die langfristige Grubenwasserhaltung in stillgelegten Bergwerken dient dem Schutz vor dem Eindringen von Grubenwasser in trinkwasserführende Schichten. Hierzu werden derzeit langfristi-

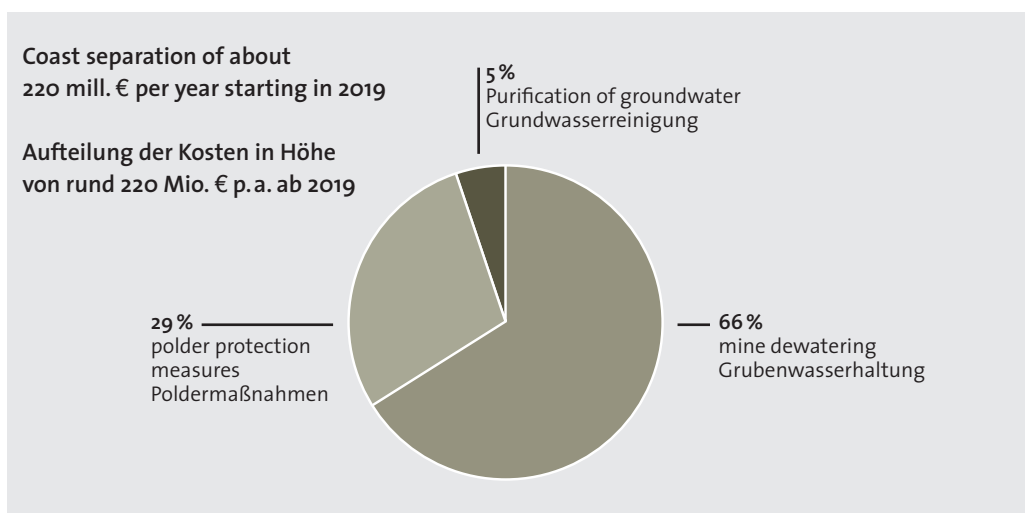


Fig. 2. Long-term liabilities of the German coal industry (2).
Bild 2. Ewigkeitsaufgaben des deutschen Steinkohlenbergbaus (2).

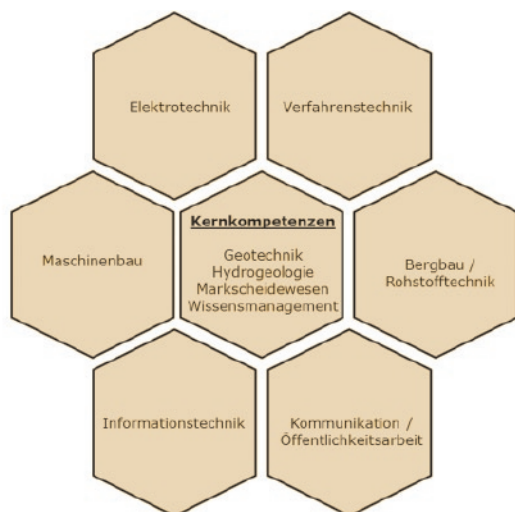


Fig. 3. Interdisciplinary network supporting the Research Centre Post-Mining

Bild 3. Interdisziplinäres Netzwerk des Forschungszentrums Nachbergbau.



Fig. 4. The Research Centre Post-Mining has access to a broad-based network of partners

Bild 4. Übergreifendes Netzwerk des Forschungszentrums Nachbergbau.

rently drawing up long-term mine dewatering plans for the various coalfield areas.

Mining-induced surface subsidence on a large scale has meant that entire areas are now below the water level of the Rhine, Ruhr, Lippe and Ems rivers. Surface pumping operations will therefore have to be maintained on a permanent basis in order to regulate the natural water balance in the polder zones. The groundwater will also have to be purified in and around the sites of former coke-works.

From 2019 on the total cost of the “perpetual tasks” will be in the region of 220 mill. € a year (Figure 2). The financing of these operations will be one of the responsibilities of the RAG Foundation.

The permanent upkeep of former mine workings and the elimination of mining subsidence are finite assignments and so do not come under “long-term liabilities”. RAG will be setting aside provisions for these operations in its balance sheet.

4 Research Institute of the Post-mining Era

Preparations have to be put in place for the post-mining era. This means closing down the coal industry in an orderly fashion and sustainably managing the impact and legacy of decades of mining operations. Former mining sites and infrastructure will also have to be made available for practical development and utilisation projects. The Research Institute of Post-Mining sees itself as the central point for dealing with the complex issues that will arise after coal mining ceases: its role will be to pool existing knowledge, identify new areas of research and undertake research of its own. The regions, companies, administrative bodies and other institutions affected by the closure of the coal industry will therefore have a capable and independent point of contact to deal with.

The Research Institute of Post-Mining is an integral part of the University. While the Institute has its own set of specialist core skills, the diverse disciplines that are practised within the wider

ge Wasserhaltungskonzepte für die einzelnen Reviere durch die RAG Aktiengesellschaft (RAG), Herne, erarbeitet.

Durch die bergbaubedingte Absenkung großer Flächen liegen heute zudem ganze Gebiete unter dem Wasserspiegel von Rhein, Ruhr, Lippe und Emscher. Daher müssen auch über Tage dauerhaft Pumpen betrieben werden, um in den sogenannten Polderflächen den Wasserhaushalt zu regulieren. Außerdem gilt es, im Umfeld ehemaliger Kokereien das Grundwasser zu reinigen.

Die Kosten für die Ewigkeitsaufgaben belaufen sich ab 2019 auf insgesamt rd. 220 Mio. € jährlich (Bild 2). Ihre Finanzierung ist eine der Aufgaben der RAG-Stiftung.

Die dauerhafte Verwahrung der Grubengebäude und die Beseitigung von Bergschäden sind endlich und zählen daher nicht zu den Ewigkeitsaufgaben. Die RAG bildet für diese Sachverhalte Rückstellungen in ihrer Bilanz.

4 Forschungszentrum Nachbergbau

Die Zukunft nach dem Bergbau ist vorzubereiten und zu gestalten. Hierzu ist der Bergbau geordnet zu beenden und die nachlaufenden Auswirkungen des getätigten Bergbaus sind nachhaltig beherrschbar zu machen. Ebenso sind die ehemaligen Bergbauflächen und Infrastrukturen einer sinnvollen zukünftigen Nutzung zur Verfügung zu stellen. Das Forschungszentrum Nachbergbau versteht sich als zentrale Einrichtung für die komplexen Fragestellungen im Nachbergbau, die das vorhandene Wissen bündelt, Forschungsnotwendigkeiten identifiziert sowie eigene Forschung betreibt. Hiermit erhalten die vom Nachbergbau betroffenen Regionen, Unternehmen, Behörden und sonstigen Institutionen einen kompetenten und unabhängigen Ansprechpartner.

Das Forschungszentrum Nachbergbau stellt einen integralen Bestandteil der TFH dar. Es verfügt einerseits über fachspezifische Kernkompetenzen, andererseits wirken die vielfältigen Fachdisziplinen der TFH, die sich traditionell durch einen hohen Bergbaubezug auszeichnen, als interdisziplinäres Netzwerk (Bild 3).

University – which has traditionally had a high mining content – help create an interdisciplinary network (Figure 3). As a result, the complex issues associated with the post-mining society can be tackled in a multi- and interdisciplinary way, thereby providing the central platform for the Research Institute.

As well as having its own University-based interdisciplinary set-up the Research Institute also has access to a comprehensive network of mining and former mining companies, public authorities, water boards and regional associations, industry organisations, consultative and administrative bodies and higher education establishments (Figure 4).

The Research Institute has a wide remit that essentially comprises the following activities:

- research,
- knowledge management and transfer,
- teaching,
- information and PR work and
- concrete working projects.

Research is the main feature of the Institute's work, with the long-term liabilities left by the coal industry providing the special focus of attention. These activities are centred around the key problem of mine water, which creates a whole range of issues associated with rising water levels. Impact studies based on "Experiences with rising mine-water levels in the disused coalfields of Germany and Europe" (3) are currently under way, this including an assessment of the flooding process as it affects certain individual areas. A survey is also being carried out of the bottom levels and water-bearing galleries of the Ruhr coalfield, along with separate investigations aimed at acquiring a temporal and spatial understanding of the density stratification in flooded mine shafts (4, 5). Innovative concepts for monitoring the rise in mine-water levels are also being examined and studies are under way into mine-water treatment and purification. Investigations are also being conducted into gas migration as mine-water levels rise and into the fundamental permeability of hydraulic barriers (6). The findings from this research work will help enormously in providing a record of rising mine-water levels and improving our basic understanding of this process.

The broad-based network also includes international contacts, as the challenges facing post-mining societies have a global relevance. There is now real interest in the global debate on the best approach to be used when closing a mining facility and ensuring transparency (7).

Preserving the intellectual heritage of the mining industry is another eternity task that has to be tackled and in this the Research Institute of Post-Mining sees itself as a central body for knowledge management and transfer. Mining know-how must be pooled, kept available and then passed on when required. This can be done through the medium of the master's course "Geotechnical engineering and post-mining" as well as via specialist conferences, technical papers and public relations work. The third conference on "The POST mining era in NRW", which was organised in conjunction with the Arnsberg District Government, was held in 2014 and attracted more than 200 participants. These conference events have focused on various themes (Figure 5) and provided an important regional platform for information, interaction and com-

Hierdurch lassen sich die komplexen Themen des Nachbergbaus fach- und disziplinübergreifend bearbeiten, was die zentrale Basis des Forschungszentrums darstellt.

Neben dem eigenen, interdisziplinären Netzwerk der TFH verfügt das Forschungszentrum zudem über ein übergreifendes Netzwerk aus Bergwerks- und Altgesellschaften, Behörden, Wasser- und Regionalverbänden, Institutionen aus der Industrie, Consulting, Verwaltung und Hochschulen (Bild 4).

Die Aufgaben des Forschungszentrums sind vielfältig und beinhalten im Wesentlichen folgende Komponenten:

- Forschung,
- Wissensmanagement und –transfer,
- Lehre,
- Informations- und Öffentlichkeitsarbeit sowie
- konkrete Projektarbeit.

Zentraler Bestandteil des Forschungszentrums ist die Forschung. Hierbei stehen gegenwärtig die Ewigkeitsaufgaben im besonderen Fokus. Insbesondere das Grubenwasser bildet mit seinen vielfältigen Fragestellungen zum Grubenwasseranstieg den Schwerpunkt der Aktivitäten. Studien zu „Erfahrungen des Grubenwasseranstiegs in stillgelegten Steinkohlenrevieren Deutschlands und Europas“ (3) erfolgen derzeit ebenso wie die Evaluierung des Flutungsprozesses in ausgewählten Revieren. Außerdem erfolgt eine Bestandsaufnahme der Erb- und wasserführenden Stollen im Ruhrrevier sowie gesonderte Untersuchungen zum zeitlichen und räumlichen Verständnis der Dichteschichtungen in gefluteten Schächten (4, 5). Ferner werden innovative Monitoringkonzepte für den Grubenwasseranstieg erforscht sowie Studien zur Grubenwasseraufbereitung und -reinigung durchgeführt. Zudem werden Untersuchungen zur Gasmigration im Zuge des Grubenwasseranstiegs sowie zur grundsätzlichen Durchlässigkeit von hydraulischen Barrieren durchgeführt (6). Die Forschungsergebnisse liefern einen zentralen Beitrag zur Erfassung sowie zum vertieften Verständnis des Grubenwasseranstiegs.

In das übergreifende Netzwerk sind auch internationale Kontakte eingebunden. Die Herausforderungen des Nachbergbaus sind global relevant. Dem weltweiten Dialog über die besten Verfahrensweisen zur Stilllegung von Bergwerken und der Schaffung von Transparenz kommt erhebliche Bedeutung zu (7).

Grundsätzlich ist auch die Bewahrung des intellektuellen Bergbauerbes eine Ewigkeitsaufgabe. Hierbei versteht sich das Forschungszentrum Nachbergbau als zentrale Wissensmanagement- und -transfereinrichtung. Bergbauliches Know-how soll gesammelt, verfügbar gehalten und weitergegeben werden. Dies erfolgt zum Einen durch den Masterstudiengang „Geotechnikwesen und Nachbergbau“, zum Anderen aber auch durch Fachtagungen, Vorträge und Öffentlichkeitsarbeit. Gemeinsam mit der Bezirksregierung Arnsberg wurde im Jahr 2014 bereits die dritte Tagung „NACHBergbauzeit in NRW“ mit über 200 Teilnehmern durchgeführt. Die Tagungen standen jeweils unter anderen Themenschwerpunkten (Bild 5) und bildeten eine wichtige regionale Plattform zu Information, Austausch und Kommunikation. Eine intensive Öffentlichkeitsarbeit trägt maßgeblich zu einem breiten Verständnis bei und versachlicht so die oftmals aufgeregten



Fig. 5. Conference 'The POST-mining era in NRW'.
Bild 5. Tagung „NACHBergbauzeit in NRW“.

munication. An intensive PR campaign is doing much to build a broader understanding of the issues involved, thereby objectifying the often heated debate surrounding the post-mining society in general and the problem of rising mine-water levels in particular.

5 Conclusions and outlook

Learning to adapt to the post-mining era has now been recognised as a fundamental challenge for most mining countries around the world. This applies especially to Germany as it prepares for the final closure of its coal industry. The transfer of knowledge from scientific and research work can create the basis for a competent response to existing questions and will also help identify future opportunities and provide support and assistance for their implementation. The University's Research Institute of Post-Mining is being funded jointly by the RAG Foundation, the regional government of North Rhine-Westphalia and the European Union. Its activities will ensure that the legacies of the mining industry are handled in a sustainable and responsible way and that the industry's intellectual heritage will be preserved, thereby opening up fresh prospects for the region as a whole.

References / Quellenverzeichnis

- (1) Otto, F., Melchers, C. (2014): Neuer Masterstudiengang „Geoingenieurwesen und Nachbergbau“ an der Technischen Fachhochschule Georg Agricola, Bochum, 14. Altbergbaukolloquium, Essen: VGE Verlag GmbH, S. 320 – 325.
- (2) RAG-Stiftung (2014): Ewigkeit ist eine Menge Zukunft. Geschäftsbericht der RAG-Stiftung 2013.
- (3) Melchers, C., Dogan, T. (2014): Studie zu erfolgten Grubenflutungen in Steinkohlenrevieren Deutschlands und Europas. 14. Altbergbaukolloquium, Essen: VGE Verlag GmbH, S. 300 – 305.
- (4) Melchers, C., Wesche, D., Coldewey, W.G. (2014): Ausbildung von Dichteschichtungen in Schächten des Steinkohlenbergbaus im Ruhrrevier. 14. Altbergbaukolloquium, Essen: VGE Verlag GmbH, S. 156- 162.
- (5) Melchers, C., Goerke-Mallet, P., Henkel, L., Coldewey, W.G., Wesche, D. (2015): Dichteschichtungen in Flutungswasserkörpern als Beitrag zur Optimierung der langzeitigen Wasserhaltung. Mining Report Glückauf (151), Heft 6/2015, S. 503 – 510.
- (6) Coldewey, W.G., Wesche, D., Rudolph, T., Melchers, C. (2014): Methods for evaluating the hydraulic barrier effects of the Emscher Marl following cessation of German Hard-coal Mine, An Interdisciplinary Response to Mine Water Challenges, Proceedings of the 12th Congress of International Mine Water Association, pp. 693 – 698.
- (7) Melchers, C., Goerke-Mallet, P., Henkel, L., Hegemann, M. (2015): Experiences with mine closure in the European coal mining industry: An overview of the situation in Germany and adjacent regions. Mine Closure 2015 – Conference, Vancouver, Canada.

Authors / Autoren

Prof. Dr. rer. nat. Christian Melchers,
Leiter des Forschungszentrums Nachbergbau,
Prof. Dr.-Ing. Peter Goerke-Mallet,
Lehrbeauftragter am Forschungszentrum Nachbergbau,
Technische Fachhochschule (TFH) Georg Agricola, Bochum