

Melanie Schwermann
Holger Kories
Peter Rüterkamp
Wilhelm G. Coldewey

Foundation of the Water Management Office of the Westphalian Miners' Union Fund 100 Years Ago

The year 2021 marks the 100th anniversary of the founding of the Water Management Office of the Westphalian Miners' Union Fund. This institution still exists today, albeit in a modified form and under a different name. This fact underlines its impor-

ance for mining and post-mining. The history and the constantly changing tasks over the course of 100 years for this independent institution for the mining industry and government authorities verify its practical experience and the knowledge it has acquired.

Gründung der Wasserwirtschaftsstelle der Westfälischen Berggewerkschaftskasse vor 100 Jahren

Im Jahr 2021 jährt sich die Gründung der Wasserwirtschaftsstelle der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zum 100. Mal. Diese Institution existiert bis heute, wenn auch in veränderter Form und unter anderem Namen. Dieser Umstand unterstreicht die

Bedeutung der Einrichtung für den Bergbau und Nachbergbau. Die Geschichte und die wechselvollen Aufgaben in 100 Jahren als unabhängige Institution für den Bergbau und die Behörden belegen die praktische Erfahrung und das erworbene Wissen.

1 Introduction

At the end of the 19th/beginning of the 20th century, many coal mines in the Ruhr area struggled with heavy mine water inflows. Sudden water intrusions regularly disrupted operations. Planning, cooperation or sharing of experience among mine operators regarding water control or geological and technical knowledge were generally non-existent. Almost nothing was known about the interrelationships between surface waters and mine waters as well as the mutual dependencies of mine water inflows from neighbouring mines. The mine operators realised that an independent institution had to be established to clarify these issues and to coordinate the activities of the various water control operations. On 28th February 1920, a meeting was held in the administration building of the Victor I/II pit in Castrop-Rauxel/Germany, for the purpose of establishing such an institution. In the presence of several mine operators as well as Paul Kukuk from the Westphalian Miners' Union Fund (WBK), Otto Krawehl – at that time chairman of the mining board of the Victor mine – demanded that “the mines affected or endangered by this [meaning the water intrusions into various mines] should communicate with one another so that excessive damage can be avoided in the future” (1).

One organisation in which a research centre could be established to find answers to the water management questions in the mining industry was the above-mentioned WBK in Bochum/Germany, founded in 1864. It had been created by the merger of

1 Einführung

Ende des 19. bzw. Anfang des 20. Jahrhunderts kämpften viele Steinkohlenbergwerke im Ruhrgebiet mit starken Grubenwasserzuflüssen. Plötzliche Wassereintritte störten regelmäßig den Betriebsablauf. Planung, Zusammenarbeit oder Erfahrungsaustausch zwischen den Bergwerksbetreibern in Bezug auf Wasserhaltungen, geologische und technische Erkenntnisse fanden in der Regel nicht statt. Die Zusammenhänge zwischen Tageswässern und Grubenwässern sowie die gegenseitigen Abhängigkeiten von Grubenwasserzuflüssen benachbarter Bergwerke waren kaum bekannt. Den Bergwerksbetreibern wurde bewusst, dass eine unabhängige Institution zur Klärung dieser Fragen und zur Koordinierung der Aktivitäten der unterschiedlichen Wasserhaltungen eingerichtet werden musste. Am 28. Februar 1920 fand im Beamtenhaus der Schachanlage Victor I/II in Castrop-Rauxel eine Besprechung zur Bildung einer solchen Stelle statt. Im Beisein mehrerer Bergwerksbetreiber sowie Paul Kukuk von der Westfälischen Berggewerkschaftskasse (WBK) forderte Otto Krawehl – damals Vorsitzender des Grubenvorstands des Bergwerks Victor – dass „die hierdurch [gemeint sind die Wassereintritte in verschiedene Bergwerke] betroffenen oder gefährdeten Zechen Fühlung nähmen, um in Zukunft übergroße Schädigungen zu vermeiden“ (1).

Eine Organisation, in der eine Forschungsstelle zur Beantwortung der wasserwirtschaftlichen Fragen des Bergbaus angesiedelt werden konnte, war die o.g. 1864 gegründete WBK in Bochum. Sie war durch die Vereinigung mehrerer Bergbauhilfskassen entstan-

several mining relief funds that had been set up to finance the state mining offices and certain mining-related community tasks such as road construction, geological measurements or the advanced training of mining officials and the vocational training of pit foremen. The WBK's tasks were twofold: the improvement of mining training and the conduct of research, especially with the objective of increasing safety in mining. The WBK founded a large number of training institutions focusing on mining (school of mining engineering, mining schools, mining vocational schools with vocational training schools, office of rock blasting experts, department of underground operations management – seminar for operations management). Various departments were set up at WBK for application-oriented research. They included the departments of Geology, Geophysics, Mine Surveying, Chemistry, Mine Ventilation, Mechanical and Electrical Engineering, the Rope Testing Centre and others in Bochum as well as the test track in Dortmund/Germany (2).

The so-called Wasserwirtschaftsstelle (Water Management Office) was founded 100 years ago, on 1st February 1921, for the “scientific and technical research and treatment of all issues related to the water management of the coal measures and overburden” and was affiliated with the Geological Department of the WBK (3). Over the course of the decades since that time, this office has provided unparalleled services in water management in the coal industry and has produced as well countless expert reports and scientific publications on other water management topics. A detailed depiction of the work done by the Water Management Office can be found in the WBK's annual reports. The following section describes briefly the 100-year history of this institution.

2 History of the Water Management Office

2.1 Werner Trümpelmann

In 1921, Karl Goetz was appointed to be the first head of the Water Management Office; he was the one who prepared the initial plan of the tasks that would become the subject of the office's work (4). Only a short time later, Werner Trümpelmann (Figure 1) took over the leadership of the Water Management Office. His first step was to request regular records of the water drainage from the individual mines. A certain amount of persuasion was required before the mine operators could be convinced to document the water inflows accurately and hand the data over to the Water Management Office. Trümpelmann meticulously studied the water flow of the chalk overburden that, although important for mining, was at that time given little thought as well as the formation of depression cones caused by the pumping of mine water (5) (Figure 2) and wrote several publications on the subject, e.g. (6).

The “reduction in the number of civil servants” forced Trümpelmann to leave the Water Management Office again in 1924 (4). Trümpelmann's publications document his ability to dive deeply into the complex subject matter, and his departure was a bitter loss for the cause of mining water management. The files of the Water Management Office were later stored in the Geological Department of the WBK. Although the post was reactivated by a board resolution of 9th March 1933 because serious problems in the area of mining water control continued, it was supervised solely by part-time managers. As a result, it fell into a deep sleep for years.

den, die der Finanzierung der staatlichen Bergämter und bestimmter bergbaubezogener Gemeinschaftsaufgaben dienen, wie z.B. Straßenbau, geologische Messungen oder die Weiterbildung von Bergbeamten und Ausbildung von Steigern. Die Aufgaben der WBK lagen einerseits in der Verbesserung der bergmännischen Ausbildung und andererseits in der Forschung, insbesondere unter dem Aspekt der Erhöhung der Sicherheit im Bergbau. Die WBK gründete viele bergmännische Lehranstalten (Ingenieurschule für Bergwesen, Bergschulen, Bergberufsschulen mit Berufsaufbauschulen, Schießsachverständigenstelle, Abteilung Betriebsführung unter Tage – Seminar für Betriebsführung). Für die anwendungsorientierte Forschung wurden in der WBK verschiedene Abteilungen eingerichtet. Hierzu gehörten u.a. die Abteilungen Geologie, Geophysik, Markscheidewesen, Chemie, Grubenbewetterung, Maschinenwesen und Elektrotechnik und die Seilprüfstelle in Bochum sowie die Versuchsstrecke in Dortmund (2).

Zur „wissenschaftlichen und technischen Durchforschung und Bearbeitung aller mit der Wasserführung des Steinkohlengebirges und Deckgebirges zusammenhängenden Fragen“ wurde vor 100 Jahren am 1. Februar 1921 die sogenannte Wasserwirtschaftsstelle an die Geologische Abteilung der WBK angegliedert (3). Im Lauf der Jahrzehnte hat diese Stelle im Bereich der Wasserwirtschaft des Steinkohlenbergbaus unvergleichliche Dienste geleistet und auch zu anderen wasserwirtschaftlichen Themen unzählige Gutachten und wissenschaftliche Veröffentlichungen erstellt. Ein genaues Bild von den Leistungen der Wasserwirtschaftsstelle erhält man in den Jahresberichten der WBK. Nachfolgend soll ein kurzer Abriss über die 100-jährige Geschichte dieser Einrichtung gegeben werden.

2 Geschichte der Wasserwirtschaftsstelle

2.1 Werner Trümpelmann

Als erste Leitung der Wasserwirtschaftsstelle wurde 1921 Karl Goetz eingesetzt, der zunächst einen Plan der zu bearbeitenden Aufgaben aufstellte (4). Bereits kurze Zeit später übernahm Werner Trümpelmann (Bild 1) die Leitung der Wasserwirtschaftsstelle.



Fig. 1. // Bild 1. Werner Trümpelmann (1892–1935). Source/Quelle: WBK

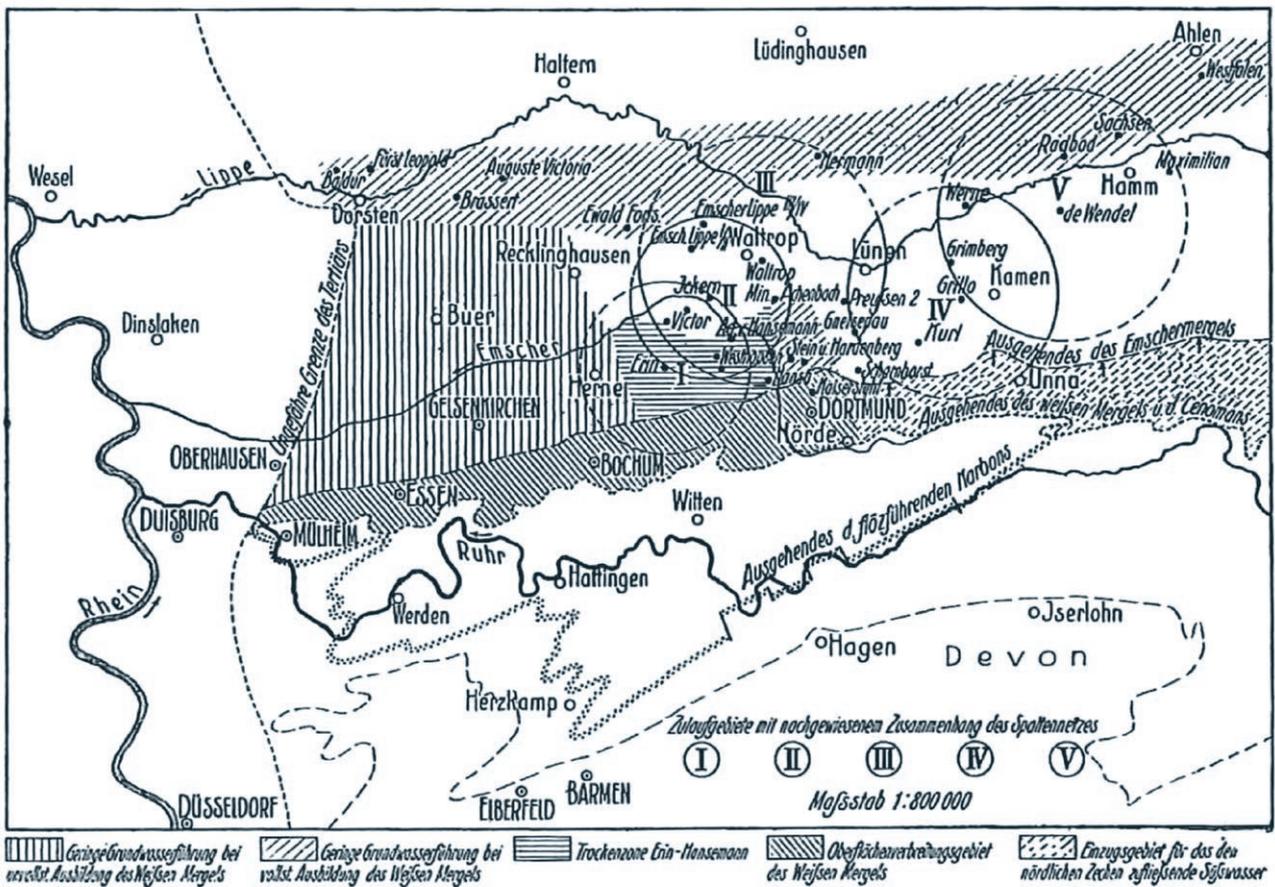


Fig. 2. Depression cones in the Ruhr area. // Bild 2. Absenkungstrichter im Ruhrgebiet. Source/Quelle: Trümpelmann (1923)

2.2 The Walter Semmler era

It was not until Walter Semmler (Figure 3) was hired on 1st October 1951 (7) that the Water Management Office became a recognised institution for hydrogeology and mining water management in the coal industry. The Water Management Office was



Fig. 3. // Bild 3. Walter Semmler (1903 bis 1990). Source/Quelle: WBK

le. Als ersten Schritt veranlasste er regelmäßige Aufzeichnungen der Wasserhebungen der einzelnen Bergwerke. Es brauchte einige Überzeugungsarbeit, die Bergwerksbetreiber zur genauen Dokumentation der Wasserzuflüsse und Übergabe der Daten an die Wasserwirtschaftsstelle zu bewegen. Trümpelmann beschäftigte sich akribisch mit der für den Bergbau bedeutenden, jedoch zu dieser Zeit noch wenig betrachteten Wasserführung des Kreidendeckgebirges sowie mit der Ausbildung von Absenkungstrichtern durch die Förderung von Grubenwasser (5) (Bild 2) und verfasste hierzu einige Publikationen, z.B. (6).

„Infolge des Beamtenabbaus“ musste Trümpelmann die Wasserwirtschaftsstelle bereits im Jahr 1924 wieder verlassen (4). Die Veröffentlichungen von Trümpelmann dokumentieren seine Fähigkeiten, sich in die komplexe Materie einzuarbeiten. Somit stellte sein Ausscheiden einen herben Verlust für die Sache der Bergmännischen Wasserwirtschaft dar. Die Akten der Wasserwirtschaftsstelle wurden danach in der Geologischen Abteilung der WBK gelagert. Zwar wurde die Stelle durch einen Vorstandsbeschluss vom 9. März 1933 aufgrund der nach wie vor großen Probleme im Bereich der bergmännischen Wasserhaltung wieder aktiviert, jedoch nur von nebenamtlichen Leitern betreut. Daraus folgte, dass sie sich jahrelang in einem Dornröschenschlaf befand.

2.2 Die Ära Walter Semmler

Erst mit Einstellung von Walter Semmler (Bild 3) am 1. Oktober 1951 (7) wurde die Wasserwirtschaftsstelle zu einer anerkannten Insti-

presented to the mine operators in a circular from the WBK dated 10th October 1951. It outlined the following tasks that were also realised in the following years:

- counselling the mines on the improvement of water resources and the related reduction of costs;
- identification of potential hazards from water inflows and breakthroughs with suggestions for their prevention;
- determination of potential mining damage to the surface caused by changes in groundwater and disruptions of run-off capability due to mining impact;
- identification of ways to eliminate nuisance mineral deposits on pipes, pumps and installations;
- determination of the possibilities for water supply from the mine's own waters; and
- research on the origin, movement, occurrence, discharge and control of the various waters through mapping, tracer experiments, etc., as well as on the quality and temperature of the waters (4, 7).

The field of activity was soon expanded to include the areas of "qualitative and quantitative documentation of mine waters" and "environmental protection". At the end of the 1950s, the Water Management Office had so many engagements that an "Activity Report of the Water Management Office Since 1st January 1958" (8), presumably written by Semmler, complains that the office could not accept any more engagements without hiring

tution des Steinkohlenbergbaus im Hinblick auf die Hydrogeologie und die Bergmännische Wasserwirtschaft ausgebaut. In einem Rundschreiben der WBK vom 10. Oktober 1951 wurde den Bergwerksbetreibern die Wasserwirtschaftsstelle vorgestellt. Folgende Aufgaben wurden hier skizziert und in den Folgejahren verwirklicht:

- Beratung der Zechen im Hinblick auf die Verbesserung des Wasserhaushalts und damit Verringerung der Kosten,
- Ermittlung der möglichen Gefahren durch Wasserein- und -durchbrüche mit Vorschlägen zur Vermeidung,
- Ermittlung der möglichen Bergschäden an der Tagesoberfläche, verursacht durch Veränderungen des Grundwassers und Vorflutstörungen infolge Bergbaueinwirkung,
- Ermittlung der Möglichkeiten zur Ausschaltung der störenden Mineralabsätze an Leitungen, Pumpen und Installationen,
- Ermittlung der Möglichkeiten der Wasserversorgung aus zecheneigenen Wässern sowie
- Forschungsarbeiten über die Herkunft, die Wanderung, das Vorkommen, das Austreten und die Haltung der verschiedenen Wässer durch Kartierung, Färbeversuche u.a. sowie über die Qualität und Temperatur der Wässer (4, 7).

Das Aufgabenfeld wurde bald auf die Gebiete „qualitative und quantitative Dokumentation der Grubenwässer“ und „Umweltschutz“ erweitert. Ende der 1950er Jahre war die Wasserwirtschaftsstelle mit Aufträgen bereits so ausgelastet, dass in einem vermutlich von Semmler verfassten „Tätigkeitsbericht der

more staff and that Semmler, the head of the department, had not been able to take a single day of holiday in the past six years. Moreover, it is pointed out that the work of the Water Management Office had saved the mine operators more than 1 M DM within one year, above all by reducing water drainage costs. Semmler succeeded in recruiting additional staff (Hansjürgen Classen, 1960 to 1987; Felix Birk, 1963 to 1993) in addition to his colleague Rolf Schmidt (1956 to 1987), and the office reached a high level of staffing and competence. This is documented in particular by a growing number of engagements.

In 1961, e.g., the Water Management Office was engaged by the State of North Rhine-Westphalia to produce a set of hydrological maps for the Ruhr mining district (9, 10). The map series "Hydrological Map of the Rhenish-Westphalian Coal District" with a scale of 1:10,000, which was co-financed by the mining industry, was produced between 1962 and 1992. During this period, 57 sheets covering a total area of over 2,100 km² were published. The map project was initially managed by Klaus Kötter and later, from 1967, for twenty years by Felix Birk. In 1988, Rolf Geiersbach was in charge of the project for a short time before Wilhelm G. Coldewey took over in 1989; he continued in the position until the map series was discontinued. The last map was handed over to the representative of what was then the NRW State Office for Water and Waste on 8th March 1993 in the presence of many members of the staff. The "Hydrological Map of the Rhenish-Westphalian Coal District" set worldwide standards in terms of accuracy and content (11, 12). In 1964, a map series was also started for the Ibbenbüren coal district (13). In the same year, the Water Management Office was renamed the Institute for Water Management and Hydrogeology.

In the mid-1960s, the Institute was assigned environment-related tasks for the first time. Acting on behalf of what was then known as the Ministry of Food, Agriculture and Forestry of the State of North Rhine-Westphalia, it was engaged to produce a map on "Water Production and Storage of Waste Materials in the Ruhr Coal District" with a scale of 1:50,000. This map became the basis for the "orderly storage of domestic and industrial waste materials" (14, 15). Part of the engagement was the preparation of the map "Water Protection and Storage of Waste Materials in the Ruhr Coal District" with a scale of 1:50,000 ("Consequence Map") in 1966, which served as a guide in support of decisions for the classification of waste deposit areas (15). In the early 1970s, this work was continued outside the Ruhr district by the Geological State Office of North Rhine-Westphalia and the RWTH Aachen University.

The measures taken by Pumpgemeinschaft Ruhr G.b.R., founded in 1964, and Ruhrkohle AG, founded in 1968, with its Central Water Control operational department (16) significantly reduced the major water control issues in the mines so that the Institute of Water Management and Hydrogeology was able to turn its attention to other hydrogeological topics. In the following years, more and more tasks were located in the environmental field such as pollution incidents involving substances hazardous to groundwater (oil, petrol, cyanide, etc.), contaminated sites, landfills and mine waste heaps in addition to the traditional issues. Expert assessments in the area of (drinking) water production as well as on mining damage were also prepared.

Wasserwirtschaftsstelle seit dem 1. Januar 1958" (8) moniert wird, dass die Stelle ohne Einstellung weiterer Mitarbeiter keine Aufträge mehr annehmen könne und dass Semmler als Dienststellenleiter in den vergangenen sechs Jahren keinen einzigen Tag Urlaub nehmen konnte. Weiterhin wird erläutert, dass die Arbeiten der Wasserwirtschaftsstelle den Bergwerksbetreibern innerhalb eines Jahres vor allem durch Verringerung von Wasserhebungskosten mehr als 1 Mio. DM Ersparnis eingebracht hätten. Semmler erreichte, dass neben seinem Mitarbeiter Rolf Schmidt (1956 bis 1987) weitere Mitarbeiter (Hansjürgen Classen 1960 bis 1987, Felix Birk 1963 bis 1993) eingestellt wurden und die Dienststelle in Bezug auf Personalbestand und Kompetenz ein hohes Niveau erreichte. Dies dokumentiert sich insbesondere durch eine wachsende Zahl an Aufträgen.

So wurde 1961 die Wasserwirtschaftsstelle vom Land Nordrhein-Westfalen mit der Anfertigung eines Hydrologischen Kartenwerks für den Bereich des Ruhrbergbaus beauftragt (9, 10). Das durch den Bergbau mitfinanzierte Kartenwerk „Hydrologische Karte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirks“ im Maßstab 1:10.000 wurde in der Zeit von 1962 bis 1992 erstellt. In dem Zeitraum wurden 57 Blätter herausgegeben, die insgesamt ein Areal von über 2.100 km² abdecken. Das Kartenwerk wurde anfangs von Klaus Kötter und dann ab 1967 zwanzig Jahre lang von Felix Birk geleitet. Im Jahr 1988 wechselte die Leitung kurz auf Rolf Geiersbach und 1989 auf Wilhelm G. Coldewey bis zur Einstellung des Kartenwerks. Die letzte Karte wurde am 8. März 1993 im Beisein vieler Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dem Vertreter des damaligen Landesamts für Wasser und Abfall NRW übergeben. Die „Hydrologische Karte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirks“ setzte weltweit Maßstäbe in Bezug auf Genauigkeit und Inhalt (11, 12). Im Jahr 1964 wurde mit einem Kartenwerk auch für den Ibbenbürener Steinkohlenbezirk begonnen (13). In diesem Jahr wurde die Wasserwirtschaftsstelle umbenannt in das Institut für Wasserwirtschaft und Hydrogeologie.

Mitte der 1960er Jahre erhielt das Institut erstmalig umweltbezogene Aufgaben. Im Auftrag des damaligen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen sollte eine Karte zur „Wassergewinnung und Lagerung von Abfallstoffen im Ruhrkohlenbezirk“ im Maßstab 1:50.000 erstellt werden. Diese Karte diente als Grundlage für die „geordnete Ablagerung von Hausmüll und industriellen Abfallstoffen“ (14, 15). Im Kontext hierzu wurde 1966 die Karte „Gewässerschutz und Lagerung von Abfallstoffen im Ruhrkohlenbezirk“ im Maßstab 1:50.000 („Konsequenzkarte“) bearbeitet, die eine richtungweisende Entscheidungshilfe zur Klassifizierung von Ablagerungsräumen für Abfallstoffe darstellt (15). Anfang der 1970er Jahre wurden diese Arbeiten außerhalb des Ruhrreviers vom Geologischen Landesamt NRW und der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen weitergeführt.

Durch die Maßnahmen der 1964 gegründeten Pumpgemeinschaft Ruhr G.b.R. bzw. der 1968 gegründeten Ruhrkohle AG mit der Betriebsabteilung Zentrale Wasserhaltung (16) wurden die großen Wasserhaltungsprobleme in den Bergwerken deutlich verringert, sodass sich das Institut für Wasserwirtschaft und Hydrogeologie auch anderen hydrogeologischen Themen zuwenden konnte. In den Folgejahren wurden neben den traditionellen Fragestellungen immer mehr Aufgaben im Umweltbereich wie

2.3 The Rolf Schmidt era

After Walter Semmler retired at the end of March 1969, his long-time colleague Rolf Schmidt (Figure 4) took over as head of the Institute until 1987 (17). Hansjürgen Classen became the head of the Mine Water Management division. Besides continuing the map series, Schmidt strengthened cooperation and collaboration with other institutions such as the North Rhine-Westphalia Geological State Office.

Rationalisation measures led to the merger in the WBK of the Geological Institute with the Institute of Water Management and Hydrogeology in 1972 to form the Institute of Applied Geology, which was headed by Rolf Schmidt and divided into the departments Geology, Geotechnics and Water Management and Hydrogeology.

A particularly challenging task for the Water Management and Hydrogeology department was the quicksand breakthrough at the Sophia-Jacoba mine in the Aachen coal district on 12/13 September 1975 (17, 18, 19, 20). Several years were required to resolve the issue, in part because there were problems with quicksand again in the 1980s (21).

In 1975, the North Rhine-Westphalia State Institute for Water and Waste commissioned the Institute to map areas that were suitable for the construction of hazardous waste landfills because of their subsurface characteristics and their hydrogeological and water management situation (22, 23). Since more and more mines were closed down, the problem of mine water inflows from these mines – located mainly on the southern edge of the Ruhr area – into the active mining areas to the north also played an increasingly important role in the Institute's purview.

From the late 1970s onwards, the Department of Water Management and Hydrogeology became involved in the planning of the northern migration of the mining industry and closely guided and supported the measures in the 1980s. In particular, the largest groundwater flow models in the Lippe area at that time were used to assess the influence of mining on this body of water (see below).

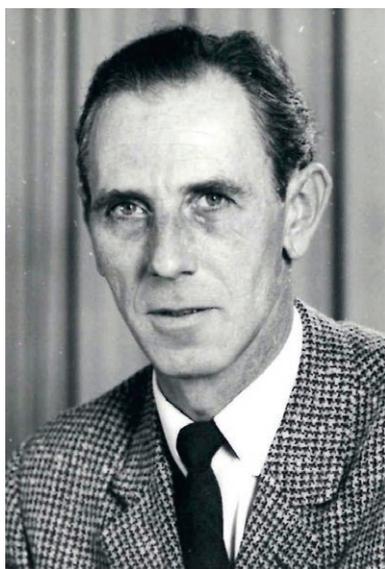


Fig. 4. // Bild 4. Rolf Schmidt (1923 bis 2007). Source/Quelle: WBK

Schadensfälle mit grundwassergefährdenden Stoffen (Öl, Benzin, Cyanid etc.), Altlasten, Mülldeponien und Bergehalden in Angriff genommen. Weiterhin wurden auch Gutachten für den Bereich der (Trink)wassergewinnung sowie zu Bergschäden erstellt.

2.3 Die Ära Rolf Schmidt

Nachdem Walter Semmler Ende März 1969 in den Ruhestand versetzt wurde, übernahm sein langjähriger Mitarbeiter Rolf Schmidt (Bild 4) die Leitung des Instituts bis 1987 (17). Der Bereich der Bergmännischen Wasserwirtschaft wurde von Hansjürgen Classen übernommen. Neben der Fortführung der Kartenwerke stärkte Schmidt die Kooperation und Zusammenarbeit mit anderen Institutionen wie dem Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen.

Im Zuge der Rationalisierung wurde in der WBK 1972 das Geologische Institut mit dem Institut für Wasserwirtschaft und Hydrogeologie zum Institut für Angewandte Geologie zusammengefasst, das von Rolf Schmidt geleitet und in die Abteilungen Geologie, Geotechnik sowie Wasserwirtschaft und Hydrogeologie unterteilt wurde.

Eine besonders herausfordernde Aufgabe für die Abteilung Wasserwirtschaft und Hydrogeologie stellte der Schwimmsandeinbruch auf der im Aachener Steinkohlenrevier gelegenen Schachtanlage Sophia-Jacoba am 12./13. September 1975 dar (17, 18, 19, 20). Die Bearbeitung nahm mehrere Jahre in Anspruch, auch, da es in den 1980er Jahren erneut zu Problemen mit Schwimmsand kam (21).

Die Landesanstalt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen beauftragte das Institut 1975 mit einer Kartierung von Gebieten, die aufgrund ihrer Untergrundbeschaffenheit sowie ihrer hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Situation für die Errichtung von Sonderabfalldeponien geeignet waren (22, 23). Da immer mehr Bergwerke stillgelegt wurden, spielte außerdem die Problematik der Grubenwasserzuflüsse aus diesen Bergwerken – vornehmlich am südlichen Rand des Ruhrgebiets gelegen – in die aktiven nördlich gelegenen Bergbaubereiche eine zunehmend große Rolle im Aufgabenbereich.

Ab Ende der 1970er Jahre wurde die Abteilung für Wasserwirtschaft und Hydrogeologie in die Planung der Nordwanderung des Bergbaus einbezogen und begleitete diese eng in den 1980er Jahren. Besonders die zur damaligen Zeit größten Grundwasserströmungsmodelle im Bereich der Lippe dienten der Einschätzung des bergbaulichen Einflusses auf dieses Gewässer (s. u.).

Mit Beginn der 1980er Jahre wurde für das Forschungsvorhaben „Lagerung von Abgängen des Steinkohlenbergbaus – Entwicklung von Basisabdichtungen bei der Anlage von Bergehalden in Grundwasserreserveräumen“ in Marl eine Lysimeteranlage aufgebaut, mit der wichtige Erkenntnisse zu Lösungs- und Verwitterungsvorgängen bei langfristigem Aufstau von Sickerwässern in Bergehalden gewonnen wurden (20, 21, 24, 25). Untersucht wurden Bergematerialien des gesamten deutschen Steinkohlenbergbaus sowie Kesselaschen.

Ab 1984 wurde das Forschungsvorhaben „Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit geologischer Formationen unter besonderer Berücksichtigung der Gefahr von Wassereintrüben und hydraulischen Grundbrüchen“ bearbeitet. Hierbei wurde eine Testanlage entwickelt, um die Permeabilität von Festgesteinen unter simulierten natürlichen Bedingungen zu untersuchen. Weiterhin wurde das Forschungsprojekt „Simulation des Stoffaustrages aus Halden im Wasser durch EDV“ gestartet, in dem numerische

At the beginning of the 1980s, a lysimeter facility was set up in Marl for the research project “Storage of Mine Waste – Development of Base Sealings for the Construction of Mine Waste Heaps in Groundwater Reservoirs”; it was used to gather important knowledge about dissolution and weathering processes during long-term accumulation of seepage water in mine waste heaps (20, 21, 24, 25). The study examined mine waste from the entire German mining industry as well as boiler ash.

From 1984 onwards, work was done in the research project “Permeability Determination of Geological Formations with Special Consideration of the Risk of Water Breakthroughs and Hydraulic Ground Failures”. It included development of a test facility to investigate the permeability of solid rocks under simulated natural conditions. Another research project in which numerical groundwater flow and material transport models were developed – “Computer-Aided Simulation of Material Discharge from Mine Waste Heaps in Water” – was launched. In addition, the compilation of a contaminated land register for the entire urban area of Leverkusen commenced in 1984 (25, 26).

From the mid-1980s onwards, tasks to assess the landfilling of residues from the coal and energy sector, e.g., boiler slag, gypsum from flue gas desulphurisation, sludges from pump sumps, in mines and galleries of the coal mining industry became more and more important as above-ground landfill opportunities decreased. The suitability of the mines as underground disposal sites was investigated from the point of view of environmental hazards using the water pathway as the starting point (26, 27, 28). This also includes the extensive work on the “Study on the Suitability of Coal Mines on the Right Bank of the Rhine in the Ruhr Coal District for the Underground Disposal of Waste and Residual Materials” commissioned by the NRW State Office for Water and Waste.

2.4 The Wilhelm G. Coldewey era

In 1986, work began on the research projects “Determination of Water Permeability in Mine Waste Heaps using Field Methods” and “Greening of Tailings Piles” (26). After Hansjürgen Classen left his position, Wilhelm G. Coldewey (Figure 5) took over the Mine Water Management Unit and later the Water and Soil Protection Unit as well until 1999. In addition, he launched the development of new laboratory and field equipment for the determination of hydrogeological parameters as well as numerical groundwater models within the framework of research projects.

At the beginning of 1990, the Westphalian Miners’ Union Fund in Bochum, the Bergbau-Forschung GmbH in Essen and the Versuchsgrubengesellschaft mbH in Dortmund were brought together under the umbrella of Deutsche Montan Technologie für Rohstoff, Energie, Umwelt e.V., and the DMT-Gesellschaft für Forschung und Prüfung mbH (DMT-FP, today DMT GmbH & Co. KG) as well as the DMT-Gesellschaft für Lehre und Bildung mbH (DMT-LB) were founded as operational units. The overall direction of the Institute, which was later renamed Business Unit, was subsequently the responsibility of various people.

Work in the new federal states (former German Democratic Republic) must be emphasised as being especially important during this period. It included such tasks as the investigation

Grundwasserströmungs- und Stofftransportmodelle entwickelt wurden. Ferner wurde 1984 mit der Erstellung eines Altlastenkatasters für das gesamte Stadtgebiet Leverkusen begonnen (25, 26).

Ab Mitte der 1980er Jahre traten Aufgaben zur Bewertung einer Deponierung von Reststoffen aus dem Montan- und Energiebereich, z.B. Kesselschlacke, Gipse aus der Rauchgasentschwefelung, Schlämme aus Pumpensümpfen, in Abbauen und Strecken des Steinkohlenbergbaus immer mehr in den Vordergrund, da die Deponiemöglichkeiten über Tage geringer wurden. Die Eignung der Grubenbaue als Untertagedeponien wurde unter dem Aspekt der Umweltgefährdung über den Wasserpfad untersucht (26, 27, 28). Hierzu zählt auch die umfangreiche Zuarbeit zur im Auftrag des Landesamts für Wasser und Abfall NRW durchgeführten „Studie zur Eignung von Steinkohlenbergwerken im rechtsrheinischen Ruhrkohlenbezirk zur Untertageverbringung von Abfall- und Reststoffen“.

2.4 Die Ära Wilhelm G. Coldewey

Im Jahr 1986 wurde mit der Bearbeitung der Forschungsprojekte „Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit an Bergehalden mittels Feldmethoden“ und „Begrünung von Bergehalden“ begonnen (26). Nach dem Ausscheiden von Hansjürgen Classen übernahm Wilhelm G. Coldewey (Bild 5) bis 1999 die Leitung der Bergmännischen Wasserwirtschaft und später auch der Fachstelle für Wasser- und Bodenschutz. Des Weiteren wurden von ihm im Rahmen von Forschungsvorhaben die Entwicklung neuer Labor- und Geländegeräte zur Bestimmung hydrogeologischer Parameter sowie numerischer Grundwassermodelle in Angriff genommen.

Anfang 1990 wurden die Westfälische Berggewerkschaftskasse in Bochum, die Bergbau-Forschung GmbH in Essen und die Versuchsgrubengesellschaft mbH in Dortmund unter dem Dach der Deutsche Montan Technologie für Rohstoff, Energie, Umwelt e.V. zusammengefasst und neben der DMT-Gesellschaft für Lehre und Bildung mbH (DMT-LB) die DMT-Gesellschaft für Forschung und Prüfung mbH (DMT-FP, heute DMT GmbH & Co. KG) als operative Einheiten gegründet. Die Gesamtleitung des Instituts, das später in Geschäftsfeld umbenannt wurde, oblag anschließend verschiedenen Personen.



Fig. 5. // Bild 5. Wilhelm G. Coldewey (*1943). Source/Quelle: WBK

of contaminated sites on the properties of Mitteldeutsche Kali AG, the material transport model for the Zielitz potash mine, the investigation of the drainage of Wismut AG tailings ponds in Ronneburg and the groundwater flow models for the area of Potsdamer Platz, the government quarter and the traffic facilities in this part of Berlin (Holger Kories). The 1990s also saw the start of extensive and large-scale groundwater investigations and modelling for the framework operating plans with environmental impact assessment for coal mining and for the disentanglement and ecological restructuring of the water system in the Emscher and Lippe catchment areas (Holger Kories, Renke Ohlenbusch, Philip Mittelstädt). In the two decades after the turn of the century, a number of numerical mass transport models for large groundwater contamination were part of the research to find suitable safeguards and remediation options. Sorption and microbial degradation were not only considered for the models; special investigations for these sub-processes were also developed in cooperation with colleagues from adjacent departments for the quantification of their magnitudes (Holger Kories, Michael Eckart).

2.5 The time following the millenial

After the turn of the century, a simulation programme (brand name Boxmodell) was also developed for processing numerical mine water models (Michael Eckart). Boxmodell was used to investigate and optimise the flooding concepts for the recently closed coalfields in the Ruhr area (Figure 6), Saarland and Ibbenbüren and other activities. This knowledge was also marketed internationally.

In the 2010s, a large number of tasks relating to groundwater management, e.g., as a consequence of the sealing of the public sewage system, were completed in addition to the investigations

Hervorzuheben für diesen Zeitraum sind Arbeiten in den neuen Bundesländern, wie z.B. die Altlastenuntersuchung der Liegenschaften der Mitteldeutschen Kali AG, das Stofftransportmodell für das Kalibergwerk Zielitz, die Untersuchung der Entwässerung von Absetzteichen der Wismut AG in Ronneburg sowie die Grundwasserströmungsmodelle für den Bereich des Potsdamer Platzes, des Regierungsviertels und der dortigen Verkehrsanlagen in Berlin (Holger Kories). In den 1990er Jahren begannen auch die umfangreichen und großräumigen Grundwasseruntersuchungen und -modellierungen für die Rahmenbetriebspläne mit Umweltverträglichkeitsprüfung für den Steinkohlenbergbau und für die Entflechtung und ökologische Umgestaltung des Gewässersystems im Emscher- und Lippeinzugsgebiet (Holger Kories, Renke Ohlenbusch, Philip Mittelstädt). In den beiden Jahrzehnten nach der Jahrhundertwende wurden etliche numerische Stofftransportmodelle für große Grundwasserbelastungen zur Findung geeigneter Sicherungs- bzw. Sanierungsvarianten bearbeitet. Hierbei wurden Sorption und mikrobieller Abbau nicht nur modelltechnisch berücksichtigt, sondern für diese Teilprozesse wurden auch in Zusammenarbeit mit Kollegen aus benachbarten Abteilungen spezielle Untersuchungen entwickelt, um ihre Größenordnungen zu quantifizieren (Holger Kories, Michael Eckart).

2.5 Die Zeit nach der Jahrhundertwende

Nach der Jahrhundertwende wurde ebenfalls ein Simulationsprogramm (Markenname Boxmodell) zur Bearbeitung numerischer Grubenwassermodelle entwickelt (Michael Eckart). Mit dem Boxmodell wurden u.a. die Flutungskonzepte für die kürzlich stillgelegten Steinkohlenreviere im Ruhrgebiet (Bild 6), im Saarland und in Ibbenbüren untersucht und optimiert. Dieses Wissen wurde auch international vermarktet.



Fig. 6. Numerical mine water model Ruhr area, simulation programme Boxmodell, horizontal discretisation.

Bild 6. Numerisches Grubenwassermodell Ruhrgebiet, Simulationsprogramm Boxmodell, Horizontale Diskretisierung. Source/Quelle: WBK

for an ecological improvement of the water system in the Ruhr area (Manuel Koch, Holger Stubbe).

Other projects included the further development of numerical models for heat transport either for the field of geothermal energy or for the landfilling of exothermically reacting waste materials. Moreover, the wealth of experience acquired when dealing with mine subsidence from coal mining was also transferred to cavern storage facilities (Holger Kories, Viktoria Kaul).

3 Important projects of the Water Management Office during the last 30 years

A selection of (research) projects conducted from the 1990s onwards include:

- Hydrochemistry and genesis of deep waters in the Ruhr area (1993: Marec Wedewardt).
- Collection and further processing of data with respect to the remediation of contaminated sites (1994: Wilhelm G. Coldewey, Christoph L. Wagner).
- Mobilisation behaviour of inorganic pollutants in the vicinity of underground backfill areas using the example of residues from waste incineration plants in the coal measures of the Ruhr Carboniferous (1994: Christoph Klinger).
- Investigations to determine the geochemical barrier of rocks from the vicinity of underground backfill areas in Ruhr Carboniferous coal mining (1997: Norbert Paas).
- Effects of urbanisation on groundwater recharge in the Ruhr area (1997: Johannes Messer).
- Middle-term development of the chemism and density stratification of mine water in mines and their impact on usable groundwater and surface water (1999: Wilhelm G. Coldewey, Ralf Hewig, Ralf Richter, Peter Rüterkamp, Marec Wedewardt).
- Study on the reasons for and possibilities of influencing precipitation products during mine water drainage (1998 to 2002: Wilhelm G. Coldewey, Hans-Christian Haarmann-Kühn, Christoph Klinger, Peter Rüterkamp, Michael Würfels).
- Creation of numerical models for the calculation of density stratification during a rise in mine water (2004: Holger Kories, Achim Rübel, Peter Rüterkamp, Michael Sippel).
- Determination of relevant influencing factors for the function of water transfer points in the Ruhr area (2006: Ralf Hewig, Ralf Richter, Peter Rüterkamp).
- Determination of the water management conflict potential and development of a monitoring system for the rising of mine water (2008: Ralf Hewig, Holger Kories, Timo Raabe, Peter Rüterkamp, Joachim ten Thoren).
- Development of suitable on-site measurement technology for online monitoring of chemical/physical processes during the flooding of mine buildings in the coal mining industry (2010: Christoph Klinger, Achim Rübel, Peter Rüterkamp, Klaus Siever, Joachim ten Thoren).
- Application-oriented prediction methods for setting and maintaining density stratification in flooded mines (2012: Michael Eckart, Holger Kories, Peter Rüterkamp).
- Model-based sensitivity analysis of influencing factors on flooding processes and mine water grades (2012: Michael Eckart, Christoph Klinger, Holger Kories, Peter Rüterkamp).

In den 2010er Jahren wurden zusätzlich zu den Untersuchungen für eine ökologische Verbesserung des Gewässersystems im Ruhrgebiet eine Vielzahl von Aufgaben im Zusammenhang mit der Grundwasserbewirtschaftung etwa infolge der Abdichtung der öffentlichen Abwasserkanalisation ausgeführt (Manuel Koch, Holger Stubbe).

Daneben wurden numerische Modelle für Wärmetransport entweder für den Bereich der Geothermie oder für die Deponierung exotherm reagierender Abfallstoffe weiterentwickelt. Außerdem wurden die vielfältigen Erfahrungen aus dem Umgang mit Bergsenkungen aus dem Steinkohlenbergbau auch auf Kavernenspeicher übertragen (Holger Kories, Viktoria Kaul).

3 Wichtige Projekte der Wasserwirtschaftsstelle der letzten 30 Jahre

Eine Auswahl von (Forschungs-) Projekten, die ab den 1990er Jahren bearbeitet wurden, sind z.B.:

- Hydrochemie und Genese der Tiefenwässer im Ruhr-Revier (1993: Marec Wedewardt).
- Erfassung und Weiterverarbeitung von Daten im Hinblick auf die Altlastensanierung (1994: Wilhelm G. Coldewey, Christoph L. Wagner).
- Mobilisationsverhalten von anorganischen Schadstoffen in der Umgebung von untertägigen Versatzbereichen am Beispiel von Reststoffen aus Müllverbrennungsanlagen im Steinkohlengebirge des Ruhrkarbons (1994: Christoph Klinger).
- Untersuchungen zur Ermittlung der geochemischen Barriere von Gesteinen aus dem Umfeld untertägiger Versatzräume im Steinkohlenbergbau des Ruhrkarbons (1997: Norbert Paas).
- Auswirkungen der Urbanisierung auf die Grundwasser-Neubildung im Ruhrgebiet (1997: Johannes Meßer).
- Mittelfristige Entwicklung des Chemismus und der Dichteschichtungen von Grubenwässern in Bergwerken und ihre Auswirkungen auf nutzbares Grund- und Oberflächenwasser (1999: Wilhelm G. Coldewey, Ralf Hewig, Ralf Richter, Peter Rüterkamp, Marec Wedewardt).
- Studie über die Gründe und Möglichkeiten der Beeinflussung von Fällungsprodukten bei der Grubenwasserhebung (1998 bis 2002: Wilhelm G. Coldewey, Hans-Christian Haarmann-Kühn, Christoph Klinger, Peter Rüterkamp, Michael Würfels).
- Erstellung numerischer Modelle zur Berechnung von Dichteschichtungen bei einem Grubenwasseranstieg (2004: Holger Kories, Achim Rübel, Peter Rüterkamp, Michael Sippel).
- Ermittlung relevanter Einflussfaktoren für die Funktion von Wasserübertrittsstellen im Ruhrrevier (2006: Ralf Hewig, Ralf Richter, Peter Rüterkamp).
- Ermittlung des wasserwirtschaftlichen Konfliktpotenzials und Entwicklung eines Monitoring-Systems für den Wiederanstieg von Grubenwässern (2008: Ralf Hewig, Holger Kories, Timo Raabe, Peter Rüterkamp, Joachim ten Thoren).
- Entwicklung geeigneter In-situ-Messtechnik zum Online-Monitoring chemisch/physikalischer Vorgänge bei der Flutung von Grubengebäuden des Steinkohlenbergbaus (2010: Christoph Klinger, Achim Rübel, Peter Rüterkamp, Klaus Siever, Joachim ten Thoren).
- Anwendungsorientierte Prognoseverfahren zur Einstellung und Erhaltung von Dichteschichtungen in gefluteten Grubenräumen (2012: Michael Eckart, Holger Kories, Peter Rüterkamp).

- Development of methods for the direct coupling of numerical groundwater and mine water models (from 2019: Michael Eckart, Holger Kories, Peter Rüterkamp).

There has also been (and still is) international collaboration on various research projects, e.g.:

- Development of tools for managing the impacts on surface due to changing hydrological regimes surrounding closed underground coal mines (TOOLDEVELOPMENT).
- Optimisation of mine water discharge by monitoring and modelling of geochemical processes and development of measures to protect aquifers and active mining areas from mine water contamination (WATERCHEM).
- Underground coal gasification in operating mines and areas of high vulnerability (COGAR).
- Flooding management for underground coal mines considering regional mining networks (FLOMINET).
- Scale-up of solution for mining water sulfate control with side-product recovery (SO4-CONTROL).
- Management tool for continuous mine closure (CLOSUREMATIC).

These examples illustrate the special features of the Water Management Office and its successor institutions, namely, the mixture of basic hydrogeological and hydrochemical work, geohydraulic tests, scientific research work and sophisticated numerical modelling. In its role as an independent advisory and research body, the Water Management Office has been and remains invaluable for the mining industry. To this day, the successor institution acts as a consultant, nationally and internationally, in the fields of mining, post-mining and hydrogeology; it is one of the oldest institutions still operating in the German coal industry and its extensive knowledge and wealth of experience will continue to secure its position as an indispensable body for German coal mining.

- Modellbasierte Sensitivitätsanalyse von Einflussfaktoren auf Flutungsprozesse und Grubenwasserqualitäten (2012: Michael Eckart, Christoph Klinger, Holger Kories, Peter Rüterkamp).
- Entwicklung von Methoden zur direkten Kopplung von numerischen Grund- und Grubenwassermodellen (ab 2019: Michael Eckart, Holger Kories, Peter Rüterkamp).

Auch international wurde (und wird) an diversen Forschungsprojekten mitgearbeitet, z.B.:

- Development of tools for managing the impacts on surface due to changing hydrological regimes surrounding closed underground coal mines (TOOLDEVELOPMENT).
- Optimisation of mine water discharge by monitoring and modelling of geochemical processes and development of measures to protect aquifers and active mining areas from mine water contamination (WATERCHEM).
- Underground coal gasification in operating mines and areas of high vulnerability (COGAR).
- Flooding management for underground coal mines considering regional mining networks (FLOMINET).
- Scale-up of Solution for Mining Water Sulfate Control with Side-product Recovery (SO4-CONTROL).
- Management Tool for Continuous Mine Closure (CLOSUREMATIC).

Diese Beispiele zeigen die besonderen Eigenschaften der Wasserwirtschaftsstelle und ihrer Nachfolgeinstitutionen, nämlich die Mischung aus hydrogeologischer und hydrochemischer Grundlagenarbeit, geohydraulischen Tests, wissenschaftlicher Forschungsarbeit und anspruchsvoller numerischer Modellierung. Als unabhängige Beratungs- und Forschungsstelle war und ist die Wasserwirtschaftsstelle von unschätzbarem Wert für den Bergbau. Bis heute berät die Nachfolgeinstitution national und international auf den Gebieten Bergbau, Nachbergbau und Hydrogeologie, ist somit eine der ältesten noch bestehenden Einrichtungen des deutschen Steinkohlenbergbaus und wird auch zukünftig mit ihrem umfangreichen Wissen und Erfahrungsschatz unverzichtbar sein.

References / Quellenverzeichnis

- (1) Anonym (1920): Besprechung wegen Bildung einer wasserwirtschaftlichen Stelle am Sonnabend, 28. Februar 1920 im Beamtenhaus Zeche Victor I/II – Protokoll. – 18 S.
- (2) Schunder, F. (1964): Lehre und Forschung im Dienste des Ruhrbergbaus – Westfälische Berggewerkschaftskasse 1864–1964. 272 S., 16 Abb.; Herne.
- (3) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1921): Verwaltungsbericht – für die Zeit vom 1. April 1921 bis 31. März 1922. Bochum.
- (4) Semmler, W. (1961): 40 Jahre Wasserwirtschaftsstelle der Westfälischen Berggewerkschaftskasse. Sonderdruck aus Glückauf 97 (1961), Heft 26, 4 S., Essen.
- (5) Coldewey, W. G.; Schwermann, M.; Hollenbeck, I. (2018): In Memoriam Werner Trümpelmann. In: Mining Report Glückauf 154 (2018), Heft 3, S. 186, Herne.
- (6) Trümpelmann, W. (1923): Die Wasserführung des Weißen Mergels im Ruhrbezirk. In: Glückauf 59 (1923) Heft 51, S. 1121–1126, Essen.
- (7) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (1951): Rundschreiben vom 10.10.1951 – An die Bergwerkgesellschaften und Zechen zur Weitergabe an die Sachbearbeiter für Wasserfragen.
- (8) Anonym (o. J.): Tätigkeitsbericht der Wasserwirtschaftsstelle seit dem 1. Januar 1958.
- (9) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1961): Verwaltungsbericht – für die Zeit vom 1. Januar 1961 bis 31. Dezember 1961. Bochum.
- (10) Semmler, W.; Kötter, K. (1964): Die Hydrologische Karte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbezirks 1:10000 – Herausgegeben von der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum. Sonderdruck aus Tech. Mitt. HdT, 57(9), S. 448–453, Essen.
- (11) Birk, F.; Coldewey, W. G. (1997): Hydrogeologische Kartenwerke im Ruhrgebiet. In: Coldewey, W. G. & Löhnert, E. P. [Hrsg.]: Grundwasser im Ruhrgebiet – Probleme, Aufgaben, Lösungen. Vortrags- u. Posterzusammenfassungen der Tagung der Deutsche Montan Technologie Bochum in Kooperation mit International Association of Hydrogeologists (Sektion Deutschland), Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, Fachsektion Hydrogeologie der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Oktober 1997: S. 18–26, 3 Abb., 3 Anh. Köln (Sven von Loga). In: Geocongress, 3, ISBN 3-87361-261-5.
- (12) Coldewey, W. G. (2003a): In memoriam Professor Dr. phil. Walter Semmler. In: Glückauf 139 (2003), Heft 7/8, S. 409, Essen.
- (13) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1964): Jahresbericht 1964, Bochum.
- (14) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1965): Jahresbericht 1965, Bochum.
- (15) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1966): Jahresbericht 1966, Bochum.
- (16) Coldewey, W. G.; Semrau, L. (1994): Mine Water in the Ruhr Area (Federal Republic of Germany). In: REDDISH, D. J. [Hrsg.]: 5th International Mine Water Association Congress, 18.–23. September 1994 in Nottingham. Proceedings: Vol. II, S. 613–629, Nottingham, U.K. (University of Nottingham; IMWA).
- (17) Coldewey, W. G. (2003b): Rolf Schmidt wird 80 Jahre. In: Grundwasser, 8(3), S. 186–187, Berlin.
- (18) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1975): Jahresbericht 1975, Bochum.
- (19) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1976): Jahresbericht 1976, Bochum.
- (20) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1981): Jahresbericht der Westfälischen Berggewerkschaftskasse 1981, Bochum.
- (21) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1983): Jahresbericht der Westfälischen Berggewerkschaftskasse 1983, Bochum.
- (22) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1975): Jahresbericht 1975, Bochum.
- (23) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1976): Jahresbericht 1976, Bochum.
- (24) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1982): Jahresbericht der Westfälischen Berggewerkschaftskasse 1982, Bochum.
- (25) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1984): 120 Jahre WBK 1864–1984 – Jahresbericht der Westfälischen Berggewerkschaftskasse 1984, Bochum.
- (26) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1986): Jahresbericht 1986, Bochum.
- (27) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1985): Jahresbericht der Westfälischen Berggewerkschaftskasse 1985, Bochum.
- (28) WBK Bochum (Westfälische Berggewerkschaftskasse zu Bochum) (Hrsg.) (1987): Jahresbericht 1987, Bochum.

Authors / Autoren

Dipl.-Geol. Melanie Schwermann, Forschungszentrum Nachbergbau (FZN), Technische Hochschule GeorgAgricola (THGA), Bochum, Dipl.-Math. Holger Kories und Dipl.-Geol. Peter Rüterkamp, Abteilung Hydrogeologie, DMT GmbH & Co. KG, Essen, Prof. Dr. Wilhelm G. Coldewey, Institut f. Geologie und Paläontologie, Westfälische Wilhelms-Universität (WWU), Münster