



TÄTIGKEITSBERICHT 2019

21. April 2020

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis	1
Zusammenfassung	2
1. Das Forum Bergbau und Wasser.....	4
2. Eigene Forschungsaktivitäten	5
Belastbarkeit Numerischer Modelle für komplizierte Grubenwasseranstiege	5
Bestimmung von Grubenwassereinzugsgebieten	8
Monitoringmassnahmen für nachhaltige Grubenwasseranstiegsprozesse	10
Reaktiver Stofftransport bei initialer Flutung von stillgelegten Kohlebergwerken.....	12
Beurteilungsgrundlagen und -kriterien für Grubenwasser	13
Ermittlung wissenschaftlicher Grundlagen für nachhaltige Grubenwasseranstiegsniveaus in ehemaligen Steinkohlenrevieren	14
3. Förderung externer Forschungsvorhaben.....	15
Quantifizierung der thermischen und hydrodynamischen Vorgänge bei der Nutzung des Erdwärmepotenzials von gefluteten Bergbauschächten.....	15
Möglichkeiten der Niedrigtemperatur-Stromgewinnung und Energiespeicherung	18
Auswirkungen eines ungehinderten Grubenwasseranstiegs sowie der Einstellung aller Poldermaßnahmen im Einzugsgebiet von Emscher und Lippe	20
Daten aus der Vergangenheit für die Steuerung eines nachhaltigen Grubenwasseranstiegs..	22
Ökologisch-wasserwirtschaftliche Auswirkung des Grubenwasserkonzepts auf den Rhein	23
4. Publikationen aus dem <i>Forum Bergbau und Wasser</i>	25
5. Das FBW im Dialog	27
6. Organisatorisches	28

ZUSAMMENFASSUNG

Das *Forum Bergbau und Wasser* wurde im Juli 2017 als treuhänderische Stiftung im *Stifterverband* gegründet. Seine Arbeit ist auf fünf Jahre ausgerichtet. Stifter ist die RAG AG; das Stiftungsvermögen beträgt 5 Mio. €. Das *Forum Bergbau und Wasser* fördert Wissenschaft und Forschung auf dem Gebiet der Hydrogeologie mit dem Schwerpunkt Grubenwasser.

Das Kuratorium traf sich im Berichtsjahr zu vier Sitzungen und hat dabei eine Grube befahren.

Im Februar 2019 hat das *Forum Bergbau und Wasser* eine Dialogveranstaltung mit Betroffenen, Interessierten und Beteiligten in Saarbrücken ausgerichtet.

Die eigenen, operativen Forschungstätigkeiten umfassen die folgenden Projekte:

- » Belastbarkeit Numerischer Modelle für komplizierte Grubenwasseranstiege
2019 wurden die methodischen Ansätze für die Diskretisierung von Grubengebäuden weiterentwickelt. Daneben wurde die konzeptionelle Modellerstellung für Grubenwasseranstiegsmodelle - in erster Linie für die Standorte Westfalen und Königsborn - vorangetrieben.
- » Bestimmung von Grubenwassereinzugsgebieten
Die im Modellgebiet Ibbenbüren durchgeführten Probenahmekampagnen wurden 2019 abgeschlossen und hinsichtlich der Grubenwassergenese und der Frage potentieller Einzugsgebiete ausgewertet. Zudem wurden im Bergwerk Prosper Haniel Grubenwässer beprobt und hydrogeochemisch und isotopengeochemisch untersucht.
- » Monitoringmaßnahmen für nachhaltige Grubenwasseranstiegsprozesse
2019 lag das Hauptaugenmerk in diesem Projekt auf der Evaluation natürlicher Tracer für die einzelnen Grundwasserleiter. Hier wurden neue hydrochemische Daten gewonnen und dem Messnetz hinzugefügt. Insbesondere wurden die hydrochemischen Baselines für die Grundwasserhorizonte „Halterner Sande“ erfasst.
- » Reaktiver Stofftransport bei initialer Flutung von stillgelegten Kohlebergwerken
Es wurden Proben aus Bohrungen entlang des geplanten Grubenwasserkanals in Ibbenbüren für die geochemische und mineralogische Analytik aufbereitet. Zudem wurden Dünnschliffe erstellt und mikroskopisch ausgewertet. Die Ergebnisse dienen als Dateninput für das reaktive Stofftransportmodell. Parallel zur Datenakquise erfolgten Auswahl, Beschaffung und Einarbeitung in die Modellierungssoftware.
- » Beurteilungsgrundlagen und -kriterien für Grubenwasser
Es wurden bisher insgesamt ca. 980 Analyseergebnisse von den Kohlrevieren Saar, Ruhrgebiet und Ibbenbüren recherchiert. Erste Auswertungen sind für das Bergrevier Ibbenbüren durchgeführt worden. Bisher erfasst sind tiefe und oberflächennahe Grubenwässer sowie erste Grundwässer.
- » Wissenschaftliche Grundlagen für nachhaltige Grubenwasseranstiegsniveaus in ehemaligen Steinkohlenrevieren
2019 wurden Tiefenprofilmessungen in verschiedenen gefluteten Schächten in Finnland, Portugal und Nordspanien durchgeführt. Eine oder mehrere Schichtgrenzen konnten in den Schächten nachgewiesen werden. Daneben wurde ein Analogmodell eines Bergwerkes erstellt, an dem bereits erste Versuche zum Thema Dichteschichtung erfolgten.

Im Frühjahr 2019 hat die Stiftung Forschungsförderungen zu drei verschiedenen Themengebieten ausgeschrieben:

- » Inwertsetzung der energetischen Nutzungspotenziale von Grubenwasser
- » Nachhaltige Grubenwasseranstiegsniveaus
- » Ökologisch-wasserwirtschaftliche Auswirkungen der Grubenwasserkonzepte

Die folgenden Projekte wurden an externe Forschungspartner bewilligt:

- » Quantifizierung der thermischen und hydrodynamischen Vorgänge [...] am Beispiel des Eduard-Schachts

Im Rahmen des Forschungsprojektes sollen in die vorhandenen Schachtzugänge (Entgasungsleitung, Pegelleitung) temporär Messkabel eingebaut und Befahrungen des Schachtes mit Messsonden und Kamera durchgeführt werden. Bereits vorgenommen wurde eine ergänzende Auswertung aus einem früheren Projekt. Hier zeigte sich, dass der Grubenwasseranstieg keine nennenswerte Veränderung des thermischen Regimes in dem wassererfüllten Schacht bewirkt hat.

- » Möglichkeiten der Niedrigtemperatur-Stromgewinnung und Energiespeicherung [...]

Im Projekt wurde ein genereller Ansatz konzipiert, um das energetische Potential des Grubenwassers auf Basis der bestehenden Bergbauinfrastruktur zu nutzen. Als vielversprechendes Konzept wird dabei der Einsatz einer flexibel gestaltbaren Systemtechnologie erachtet, die verschiedene Energiequellen und Speichermöglichkeiten nutzen kann.

- » Auswirkungen eines ungehinderten Grubenwasseranstiegs [...]

Es sollen die Auswirkungen auf das oberflächennahe Grundwasser bei vollständiger Beendigung der Grubenwasserhaltung in der Tiefe und durch eine Einstellung der Poldermaßnahmen an der Oberfläche untersucht werden. Für das oberflächennahe Grundwasserstockwerk werden die Auswirkungen mit dem Großraummodell Emscher der Emschergenossenschaft untersucht. Zudem wird aktuell ermittelt, welcher Anteil an Polderflächen überschwemmt würde, wenn alle Pumpwerke außer Betrieb sind.

- » Daten aus der Vergangenheit [...] für die zukünftige Steuerung eines nachhaltigen Grubenwasseranstiegs

Ziel des Projekts ist es, die isotopengeochemische Zusammensetzung der Grundwässer im Ruhrgebiet für den Zeitraum vor ihrer bergbaubedingten Absenkung zu rekonstruieren. Die Beprobungen von Sammlungen sowie die Geländearbeiten sind nunmehr weitgehend abgeschlossen. Eine vorläufige Auswertung der bisher vorliegenden S-Isotopenwerte zeigt, dass die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte der untersuchten Baryte eine erstaunlich große Varianz aufweisen; bei der Bildung einiger Baryte dürften mikrobielle Prozesse involviert gewesen sein.

- » ökologisch-wasserwirtschaftliche Auswirkung [...] auf den Rhein

Das Ziel des Vorhabens ist eine Abschätzung der Einflüsse des Grubenwasserkonzepts der Ruhrkohle AG auf die ökologische Qualität des Rheins im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sowie auf die Resilienz der Lebensgemeinschaft unter den geänderten Umweltbedingungen. Erste Analysen zeigen, dass die Sommer-Wassertemperatur im Rhein bis auf $26,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ansteigen kann, sodass mit niedrigen Sauerstoffkonzentrationen zu rechnen ist. Vorläufige Ergebnisse zeigen zudem, dass erhöhte Temperaturen suboptimal sind, dass aber Flussbarsche diese erhöhten Temperaturen deutlich besser ertragen als Schwarzmundgrundeln.

DAS FORUM BERGBAU UND WASSER (FBW)

ORGANISATIONSFORM

Das *Forum Bergbau und Wasser* (FBW) wurde im Juli 2017 als treuhänderische Stiftung im *Stiffterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V.* mit Sitz in Essen gegründet. Dieser ist damit rechtlich in der Pflicht, das Stiftungsvermögen zu verwalten und für die satzungskonforme Verwirklichung der Stiftungszwecke zu sorgen. Dazu hat der *Stiffterverband* die Verwaltung seiner Tochter, der *DSZ - Deutsches Stiftungszentrum GmbH*, übertragen.

Stifter des *Forums Bergbau und Wasser* ist die *RAG AG*, die die Stiftung mit einer Geldzusage von 5 Mio. Euro ausgestattet hat. Das Forum ist als Stiftung organisiert, um die finanzielle und inhaltliche Unabhängigkeit von der Stifterin zu gewährleisten.

Gemäß Satzung ist die Stiftung selbstlos und unabhängig tätig und verfolgt ausschließlich gemeinnützige Ziele. Ihre Arbeit ist auf eine Dauer von fünf Jahren ausgerichtet.

AUFTRAG

Gemäß Satzung fördert das *Forum Bergbau und Wasser* Wissenschaft und Forschung auf dem Gebiet der Hydrogeologie mit dem Schwerpunkt Grubenwasser.

Besonders berücksichtigt werden dabei die Chancen und Risiken eines Grubenwasseranstiegs (Grubenflutung) nach Einstellung des Steinkohlenbergbaus sowie deren ökologische und ökonomische Konsequenzen. Insbesondere will die Stiftung aktuellen Forschungsbedarf in diesem Bereich klären und bestehende Grubenwasserkonzepte kritisch überprüfen.

Die Stiftung ist sowohl operativ (führt Forschungsprojekte selbst aus) als auch fördernd tätig (vergift Fördergelder für zuvor definierte Projekte an Dritte). Es verwirklicht seine Ziele durch

- » eigene Grundlagen- und anwendungsbezogene Forschung zum Grubenwasser,
- » die Vergabe von Forschungsaufträgen an Dritte,
- » die Evaluation bereits vorliegender Erkenntnisse,
- » die Unterstützung, Organisation und Durchführung von wissenschaftlichen Veranstaltungen,
- » die Vermittlung und Publikation gewonnener Erkenntnisse.

PERSONEN

Für die Steuerung der Stiftung sowie die operativen Forschungstätigkeiten ist ein Kuratorium zuständig, das grundsätzlich ehrenamtlich tätig ist. Mitglieder des Kuratoriums sind

- » Dir. und Prof. a.D. Dr. Wilhelm Struckmeier, Burgdorf (Vorsitzender)
- » Prof. Dr. Christian Melchers, TH Georg Agricola Bochum (stellv. Vorsitzender)
- » Prof. Dr. Maria-Theresia Schafmeister, Universität Greifswald
- » Prof. Dr. Sylke Hilberg, Universität Salzburg
- » Prof. Dr. Christian Wolkersdorfer, Tshwane University of Technology, Pretoria
- » Prof. Dr. Georg H. E. Wieber, Universität Mainz
- » Dipl.-Stat. Rainer Lüdtke, Stiffterverband, Essen

Für die operative Tätigkeit der Stiftung haben die Kurator(inn)en die folgenden wissenschaftlichen Mitarbeiter(innen) eingestellt (Stand 31. Dezember 2019).

- » Dipl.-Geol. Henning Jasnowski-Peters (Prof. Melchers)
- » Dr. rer. nat. Timo Kessler (Prof. Schafmeister)
- » Dr. rer. nat. Thomas Rinder (Prof. Hilberg)
- » MSc Diego Alexander Bedoya Gonzalez (Prof. Hilberg, Prof. Schafmeister)
- » MSc Elke von Hünefeld-Mugova (Prof. Wolkersdorfer)
- » Dr. rer. nat. Marion Stemke (Prof. Wieber)

EIGENE FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN

Grundsätzlich ist das Kuratorium operativ tätig, d.h. ein Großteil der Vorhaben wird von den Mitgliedern des Kuratoriums selbst durchgeführt. Die folgenden Projekte werden bearbeitet.

BELASTBARKEIT NUMERISCHER MODELLE FÜR KOMPLIZIERTE GRUBENWASSERANSTIEGE (NUMGRU)

Arbeitsgruppe: Prof. Dr. M.-Th. Schafmeister, Greifswald (Projektleiterin)
Dr. T. Kessler (wiss. Mitarbeiter)

Projektdauer: 2017-2021

» Inhaltliche Aktivitäten

Im Jahr 2019 wurden im Wesentlichen die wissenschaftlichen Tätigkeiten des Arbeitspaketes 1 (AP1) aus dem Vorjahr fortgesetzt. Insbesondere wurden die methodischen Ansätze für die Diskretisierung von Grubengebäuden weiterentwickelt. Hierbei wurden prinzipiell zwei Wege verfolgt: einerseits die direkte Diskretisierung der Hohlräume als dreidimensionale Strukturen, und andererseits die Implementierung von diskreten Strukturen, welche anhand von ein- oder zweidimensionalen Elementen im Modell abgebildet und geometrisch parametrisiert werden. Beide Ansätze zeigen Vor- und Nachteile und lassen sich nicht grundsätzlich vorziehen. Im zweiten Halbjahr 2019 konnte die kompliziertere direkte Diskretisierung der Grubengebäude modelltechnisch weitgehend umgesetzt werden.

Auf Einladung der GeoMAP Fachkonferenz am 28.06.2019 in Freiberg wurden diese Diskretisierungsansätze für Grubengebäude im Rahmen eines Konferenzvortrags präsentiert. Ein weiterer Kolloquiumsvortrag wurde in Salzburg gehalten. Zur Weiterentwicklung numerischer Methoden wurden zwei Workshops zur Berechnung unstrukturierter Netze mittels der von uns eingesetzten Software (Feflow) besucht.

Für das Arbeitspaket AP1 wurde parallel die konzeptionelle Modellerstellung für das regionale Grubenwasseranstiegsmodell vorangetrieben. Dies betrifft in erster Linie die Modelle der Standorte Westfalen und Königsborn. Für diesen Zweck wurden die Softwarepakete Petrel und Ocean vorbereitet und eingearbeitet. Letzteres wurde auf Antrag einer akademischen Lizenzvereinbarung mit dem Hersteller kostenlos zur Verfügung gestellt. Die Arbeiten umfassten insbesondere die strukturelle Modellierung von Stratigraphie, Störungen und Hohlräumen und die Datenaufbereitung für die Integration in die numerischen Strömungsmodelle.

Für die Zeitschrift „Grundwasser“ wurde ein Artikel mit Beiträgen aus allen Arbeitsgruppen des Forums Bergbau und Wasser formuliert und zusammengefasst. Dieser Artikel befindet sich momentan im Review. Ein wissenschaftlicher Artikel zu Lösungsansätzen bei der Kontinuumsmodellierung von Grubenwasseranstiegen ist derzeit in Vorbereitung.

» Vorläufige Ergebnisse:

Eine zentrale Fragestellung des NumGru Teilprojektes betrifft den für die Modellierung von Grubenwasseranstiegen geeigneten Diskretisierungsansatz des Modellraums. Hierzu wurden zwei unterschiedliche Ansätze identifiziert und angewandt. Eine Methode verfolgt eine diskrete Ausgestaltung aller Hohlräume und hydraulisch aktiver Strukturen. Das bedeutet, dass Hohlräume als separate Volumen zwei- oder dreidimensional in den Modellraum eingebettet werden (Integrativer Diskretisierungsansatz). Bei der anderen Methode werden Hohlräume als Randbedingungen anhand des bestehenden Netzes angelegt (Parametrischer Diskretisierungsansatz). Es

werden Abmessungen und Charakteristika der Hohlräume auf den entsprechenden Knoten als geometrische Parameter definiert. In beiden Fällen kommen zwangsläufig unstrukturierte Netzgeneratoren zum Einsatz. Für den Modellaufbau bedeutet dies einen erheblichen numerischen Mehraufwand, da der ursprüngliche Schichtenaufbau des Modellraums durch die Hohlraumstrukturen aufgelöst und die hydraulischen Randbedingungen kleinräumig und entlang aller integrierten Strukturen individuell festgelegt werden müssen.

Die Erstellung eines numerischen Kontinuummodells bedarf deshalb eines detaillierten konzeptionellen Modells, welches alle tektonischen Strukturen, hydraulische Wasserwegigkeiten, Hohlräume und Einbauten beinhaltet. Diese Vorarbeiten sind essentiell, wenn einer räumlich variablen Diskretisierung unterschiedlich durchlässiger Bereich im Bereich eines Bergwerkes Rechnung getragen soll. Eine Schritt-für-Schritt Integration von Strukturen in das Modell führt zu einer stark steigenden Elementanzahl und zu einer unkontrollierten Zunahme der Rechenzeit. Für die Strömungsberechnung sollte die Anzahl der Elemente aufgrund der teils großen Parametergradienten idealerweise einige 10^5 Elemente nicht übersteigen. Ein fein austarierter geometrischer Aufbau und räumliche Ausgestaltung der Strukturen und Hohlräume ist daher ein elementarer Schritt für erfolgreiche Berechnungen. Der Modellaufbau muss dabei iterativ angepasst werden um Konvergenzprobleme bei der Strömungsberechnung zu vermeiden.

Der Vorteil des bisher in der Praxis favorisierten Lumped-Parameter Ansatzes (BoxModell3D) besteht in der nahezu komplett fehlende Diskretisierung, die eine Anwendung in auf lokaler Skala mit vielen relevanten Hohlraumstrukturen sinnvoll erscheinen lässt. Die Kalibrierung des Modells setzt zudem eine geringere Datendichte voraus, da aufgrund der großen Volumina keine lokalen Unterschiede in der hydraulischen Druckverteilung auftreten und kleinräumige Anpassungen nicht notwendig werden. Beispielsweise genügt in einem Boxmodell oftmals ein einziger dokumentierter Grundwasseranstieg (bspw. in einem Schacht). Für die Kalibration eines Kontinuumsmodells in dies in den meisten Fällen zu wenig. Die Entscheidung welches Modell favorisiert werden sollte, hängt damit nicht zuletzt am Grad der Komplexität des Modellraums und an der Datengrundlage diese Komplexität detailgetreu abzubilden. Es gilt, je grösser der Modellraum umso besser lässt sich ein Kontinuumsmodell realisieren.

» Administrative Tätigkeiten

Für die durch das Kuratorium im Dezember 2018 genehmigte Dissertationsstelle zum Thema „Reaktiver Stofftransport bei Grubenflutungen“ wurde eine Ausschreibung erarbeitet. Im Frühjahr 2019 wurden die Bewerbungen gesichtet und mit sechs Kandidaten Bewerbungsgespräche geführt. Die Stelle konnte zum 1. Mai 2019 mit Diego Alexander Bedoya Gonzalez erfolgreich besetzt werden.

Im Rahmen der Kuratoriumsaktivitäten wurde am Kuratoriumstreffen vom 3.-5. Juni 2019 in Salzburg teilgenommen.

» Lehrtätigkeiten

Im Juli 2018 wurde ein Geländekurs aus dem MSc Programm des Lehrstuhles für angewandte Geologie und Hydrogeologie an der Universität Greifswald übernommen. In diesem Kurs wurde die Durchführung von Pumpversuchen sowie die rechnergestützte Datenauswertung anhand von geeigneter Analysesoftware vermittelt.

» Übersicht Arbeitspakete

Bezüglich des Zeitplans (Tabelle 1) ist zu bemerken, dass AP1 aufgrund der oben genannten Verzögerungen sowie dem Einschub des Teilprojektes (Modellvergleich Kontinuum vs. BoxModell) in Zusammenarbeit mit der DMT erst Anfang 2020 zum Abschluss kommen wird. Damit verschiebt

sich auch der Start von AP2 in das 2020. Zusätzlich zu den anfangs definierten Arbeitspaketen wird die Betreuung der Dissertation von Diego Bedoya Gonzalez sowie die Einarbeitung der von der Arbeitsgruppe Hilberg/Schafmeister erworbenen Softwarelizenz (ToughReact) zusätzliche zeitliche Ressourcen in den kommenden beiden Jahren in Anspruch nehmen.

Tabelle 1: Übersichtszeitplan

	2018	2019	2020	2021
Arbeitspakete	AP1 - Erstellung eines konzeptionellen und numerisches GW-Modells inkl. Grubenwasseran- stieg für den Bergwerks- standort Westfalen → „Bergwerkskala“	AP1 FF Teilprojekt DMT Modellvergleich Grubenwasser- anstieg (Kontinuum vs. BoxModell) in Kollaboration mit DMT → „Bergwerkskala“	AP1 FF, Teilprojekt DMT FF AP2 - Numerische und stochastische Experimente für kleinskalige hydrogeo- logische Phänomene in Grubengebäuden → „Fracture Skala“ → „Bergwerkskala/ regional“	AP 2 FF AP3 - Anwendbarkeit von numerischen Modellen im Nachbergbau und Entwicklung von Pro- gnosewerkzeugen für Grubenwasseranstiege in Bergbaugebieten
Tagungen/ Fortbildun- gen	FH-DGGV in Bochum 21.-24. März 2018 Grubenwasserblockkurs an der Universität Lappeenranta 23.-27. April 2018	Geo-MAP Konferenz „Numerische Modellierung von Grubenwasser- anstiegen“	FH-DGGV in Leipzig Geostats 2020 in Toronto (biannual meeting)	IAMG International Association for Mathe- matical Geosciences (annual conference)
Publikationen		1 Artikel zu Modellvergleichen und -ansätzen	1 Artikel zu spezifi- scher geostatistischer Anwendung (AP2)	1 Artikel zu Gruben- wassermanagement (AP3)

BESTIMMUNG VON GRUBENWASSEREINZUGSGEBIETEN: PROZESSE UND DYNAMIK DER GRUNDWASSERNEUBILDUNG

Arbeitsgruppe: Prof. Dr. S. Hilberg, Salzburg (Projektleiterin)
 Dr. T. Rinder (wiss. Mitarbeiter)
 Projektdauer: 2017-2021

Im Rahmen dieses Projektes wird federführend das vom Kuratorium definierte Oberthema „Hydrogeochemische Gesamtanalysen“ betreut.

Eine detaillierte statistische Auswertung und Interpretation hydrochemischer und isopenhydrologischer Daten von Grund- bzw. Grubenwassersystemen soll zu einem konzeptionellen Prozessverständnis führen und kann damit auch als Validierungsgrundlage für numerische und analoge Modellierungsansätze dienen, die im Rahmen weiterer Forschungsthemen des Forums Bergbau und Wasser behandelt werden sollen. Das Projekt sieht eine mehrphasige Bearbeitung bestehend aus Datenakquise, Dateninterpretation und Prognose vor. Im Berichtszeitraum wurden die Projektphasen Datenakquise und Dateninterpretation bearbeitet.

» Datenakquise

Im Jahr 2019 wurde an drei Bergwerkstandorten beprobt:

- » Ibbenbüren: Aus Bohrkernen aus dem Ibbenbürener Revier wurden 30 Gesteinsproben entnommen, aufbereitet und mineralogisch und geochemisch untersucht. RFA-Analysen sind derzeit im Gange. Ergänzend zu den Grubenwasserproben im Ostfeld sowie einer Einzelprobe aus dem Dickenberger Stollen im Westfeld sollen 2020 noch ca. 5 - 10 weitere Wasserproben im Dickenberger Stollen entnommen werden, um eine bessere Datengrundlage für die Erstellung eines reaktiven Transportmodells zum Ibbenbürener Westfeld zu schaffen.
- » Prosper Haniel: Im Juli 2019 wurde eine Probenahmekampagne im Bergwerk Prosper Haniel durchgeführt. Dabei wurden Grubenwässer beprobt und hydrogeochemisch und isotopengeochemisch untersucht (insgesamt sieben). Hydrochemische Daten liegen bereits vor, die Isotopenanalytik ist noch ausständig.
- » Bayerische Pechkohlenmulde: Aus alten Stollen im Bereich der bayerischen Pechkohle wurden fünf Grubenwasserproben entnommen und analysiert um einen ersten Überblick über die Grubenwasserqualität zu erhalten. Basierend auf dieser Erstaufnahme sind für das Gebiet der bayerischen Pechkohle weitere Beprobungen geplant. Diese werden im Frühjahr 2020 durchgeführt (geplanter Umfang - ca. 20 Proben).

» Datenauswertung

Der umfangreiche Datensatz über die oberflächennahen und tiefen Grubenwässer, Grundwässer und benachbarte Tiefenwässer im Bereich des Ibbenbürener Ostfeldes wurde im Jahr 2019 detailliert in einem multiplen Ansatz ausgewertet. Dabei wurden sowohl die wesentlichen chemischen Parameter als auch Wasserisotopen (2H und 18O), Sulfat- und Strontiumisotopie einbezogen. Es zeigen sich deutliche Veränderungen der Grubenwasserqualität mit zunehmender Tiefe, die auf unterschiedliche Neubildungsprozesse zurückführbar sind. Die oberflächennahen Grubenwässer stellen im Wesentlichen meteorische Wässer aus dem direkten Einzugsgebiet dar, ähneln den seichten Grundwässern der Umgebung, sind aber deutlich vom Prozess der Pyritoxidation geprägt. Die in den tiefsten Sohlen entnommenen Wässer fließen dagegen vor allem aus den mesozoischen Gesteinen der Umgebung zu, was sich deutlich durch hohe Salinitäten ausdrückt. Sie zeigen in ihrer Zusammensetzung Ähnlichkeiten mit den Salinenwässern der weiteren Umgebung. In allen Entnahmetiefen zeigen die Daten der Grubenwässer aber auch Wasser-Gesteins-Interaktion mit den siliziklastischen Gesteinen des Ibbenbürener Karbonhorstes.

Zudem wurden ebenfalls in allen Tiefenstufen, aber mit der Tiefe deutlich abnehmende Anteile von rezenten meteorischen Wässern nachgewiesen. Details zu dieser Studie wurden in einer Publikation zusammengefasst, die derzeit in Begutachtung ist.

Die Gesteinsproben aus Bohrkernen am Dickenberger Stollen werden einerseits für die experimentelle Ausführung (statische und kinetische Tests) zum reaktiven und partikelgebundenen Stofftransport (Teilprojekt AG Hilberg/Rinder) verwendet. Die geochemisch-mineralogischen Daten zum Ibbenbürener Westfeld fließen zudem in die Erstellung eines reaktiven Transportmodells ein und werden im Rahmen des gemeinsamen Dissertationsprojektes mit der AG Schafmeister/Kessler ausgewertet. Auswertungen in beiden Teilprojekten sind in 2020 geplant.

Im Juli 2019 wurden Proben im Bergwerk Prosper Haniel genommen. Mit Ausnahme der Wasserisotopenanalytik liegen alle Ergebnisse vor. In Analogie zu Ibbenbüren ist auch dort geplant, eine Studie zur Herkunft und Genese der Tiefengrundwässer im Ruhrgebiet durchzuführen. In diesem Rahmen wurde auch von der Arbeitsgruppe Melchers/Jasnowski-Peters eine Beprobung der Tiefenwässer durchgeführt. Es ist geplant die Ergebnisse gemeinsam zu publizieren und die gewonnenen Daten mit vorhandenen Analysen (z.B. Wredewardt, 1995) zu vergleichen.

Zum Vergleich der aktiv gehobenen Grubenwässer in Ibbenbüren und Prosper Haniel wurde mit der Bayerischen Pechkohle 2019 ein weiteres Projektgebiet einbezogen. Die Zusammensetzung der hier frei austretenden Wässer ist in der Qualität typisch für Grubenwässer aus dem Kohlebergbau im Allgemeinen und liefert Aussagen über die zeitliche Entwicklung von Grubenwässern ohne aktive Grubenwasserhaltung. Eine erste Beprobung wurde im Sommer 2019 durchgeführt - darauf beruhend wurde ein Detailkonzept erarbeitet, das im Jahr 2020 im Rahmen einer Masterarbeit umgesetzt wird.

MONITORINGMASSNAHMEN FÜR NACHHALTIGE GRUBENWASSERANSTIEGSPROZESSE

Arbeitsgruppe: Prof. Dr. Ch. Melchers, Bochum (Projektleiter)
H. Jasnowski-Peters (wiss. Mitarbeiter)
Projektdauer: 2017-2021

Im Jahr 2019 wurden im Rahmen des internen Forschungsprojektes „Monitoring und Risikomanagement“ Daten von der RAG AG geliefert. Die Daten umfassen die Planungsgrundlage des Grubenwasseranstiegs im Ruhrrevier. Sie liefern das Grundgerüst der Infrastruktur Untertage und dienen als Hintergrunddaten für das zentrale geologische und hydrologische Monitoring.

Die Mittel wurden 2019 für weitere hydrochemische Analysen zur Charakterisierung der Grundwasserleiter und Grubenwässer in den Revieren an Ruhr und Saar verwendet. Es wurden zwei leistungsstarke Rechner für GIS-Projekte im Rahmen des FBW sowie eine FEFLOW Volllizenz für die hydrologische Finite-Element-Modellierung angeschafft. Die GIS-Projekte für die Kopplung der hydrologischen, geologischen und geochemischen Daten mit einem Raumbezug/Georeferenzierung umfassten:

- » Geochemische Daten zur Evaluation der thermogenen und mikrobiellen Methanbildung im Rahmen des Risikomanagements zur Evaluation und Baseline-Charakterisierung für die Bewertung einer potenziellen Ausgasung im Zuge des Grubenwasseranstiegs im Saarland und an der Ruhr
- » Detaillierte DEMs und geologische Hintergrunddaten für die Evaluation der tektonischen Elemente innerhalb des Kreide-Deckgebirges im Raum „Halturner Sande“
- » Geodatenanfrage an die zuständigen Behörden im Saarland zur Bereitstellung wichtiger Hintergrunddaten aus den Bereichen Hydrologie und Geologie. Wissenschaftliche Kernuntersuchungen der Grundwassermessstelle (GWMS) „Waltrop 1“ dienten der Evaluation der Durchlässigkeiten der Emscher Formation mittels Tonmineral-Screening.

Im Rahmen des Risikomanagements und der Evaluation der Deckgebirgseigenschaften mit besonderem Augenmerk auf die Emscher Formation wurde anhand der Bohrung Waltrop 1 in Kollaboration mit dem Geologischen Dienst (GD) NRW eine wissenschaftliche Publikation über die semiquantitative Bestimmung der Tonmineralogie aus einem ca. 60m langen Kernabschnitt erarbeitet.

Die Fortführung des Programmes der wissenschaftlichen Begleitung für die Tiefbohrungen der Grundwassermessstellen wurde weitergeführt. Seit November 2019 bis Ende Dezember 2019 wurde die GWMS Pfrekemp 2 abgeteuft. Hier wurden Televiwer-Logging-Daten neben den üblichen GammaRay und Caliper Messungen im Bereich der Halturner Sande (0-180m) erfolgreich durchgeführt. Kernmaterial für weitere petrophysikalische Versuche wurden gewonnen und die Logistik mit dem GD koordiniert.

Ein Hauptaugenmerk der wissenschaftlichen Arbeiten wurde auf die Evaluation natürlicher Tracer für die einzelnen Grundwasserleiter gelegt. Hier wurden neue hydrochemische Daten gewonnen und dem Messnetz hinzugefügt.

Eine Evaluation der hydrochemischen „Baselines“ für die Grundwasserhorizonte „Halturner Sande“ wurde im Zeitraum April-November 2019 durchgeführt. Eine Erweiterung des Messnetzes für den Bereich Emscher Formation wurde mit dem Screening der Notfallbrunnen der Städte Essen und Gelsenkirchen vorgenommen.

Weitere wissenschaftliche Kooperationen mit Experten (Nazerbayev Universität Astana, Kasachstan) im Bereich Vorhersage und hydrochemischer Modellierung der Prozesse innerhalb des „Acid Mine Drainage“ sowie generell der Pyritoxidation wurden im Mai/Juni 2019 fortgeführt.

Folgende Tagungsbesuche/Reisen im Rahmen des FBW fanden in 2019 statt:

- » 29.3.2019 ArcGIS NRW Usermeeting, RAG
- » 4.4.2019 GrEEen ENERGETICON Alsdorf - energetische Nutzung von Grubenwasser
- » 2.5.-12.5.2019 Erfahrungsaustausch Nazarbayev Universität, Nur-Sultan, Kasachstan
- » 9.9.-12.9.2019 Subkommission Kreidestratigraphie Jahresmeeting, Oybin, Sachsen
- » 19.9.2019 15.Geothermiekonferenz, „Vom Kohle- zum Wärmebergbau“, DBM

REAKTIVER STOFFTRANSPORT BEI INITIALER FLUTUNG VON STILLGELEGTEN KOHLEBERGWERKEN

Arbeitsgruppe: Prof. Dr. M.-Th. Schafmeister, Greifswald (Projektleiterin)
Prof. Dr. S. Hilberg, Salzburg (Projektleiterin)
Diego Alexander Bedoya Gonzalez (wiss. Mitarbeiter)

Projektdauer: 2019-2021

An der Schnittstelle zwischen den Teildisziplinen „Hydrochemische Charakterisierung von Grubenwasser“ und „Numerische Modellierungsansätze für Grubenwasseranstiege“ wurde 2019 eine Dissertationsstelle eingerichtet. Thematisch umfasst das Projekt die „Reaktive Stofftransportmodellierung“ in Grubengebäuden bzw. in Verbrauchbereichen von Steinkohlebergwerken.

Im Projekt sollen folgende Forschungsfragen bearbeitet werden:

- » Wie kann reaktiver Stofftransport in geklüfteten Verbrauchbereichen von Bergwerken modelliert werden unter Berücksichtigung der geomechanischen Dynamik darüber liegender Gesteinsschichten?
- » Ist hierfür ein einfacher oder multipler Kontinuumansatz notwendig und wie wirken sich unterschiedliche Ansätze auf das Ergebnis der Modellierung aus?
- » Welche Rolle spielt dispersiver Transport im Hinblick auf die relativ großen Hohlräume im Verbrauch?

Erste Arbeiten dazu wurden anhand einer Fallstudie über den gefluteten Karbonhorst des Ibbenbürener Westfeldes durchgeführt.

» Tätigkeiten im Berichtszeitraum

Nach einer internationalen Ausschreibung der Dissertationsstelle wurde diese ab Mai 2019 mit Diego Alexander Bedoya Gonzalez, MSc besetzt, der seine Arbeit mit einer umfangreichen Literaturstudie zum Thema Stofftransportmodellierung startete. Zum Einstieg in die Thematik hat Herr Bedoya einen einwöchigen Workshop mit dem Titel „Applied Reactive Transport Modelling“ am Institut Polytechnique in Bordeaux besucht.

Parallel zur Literaturstudie wurden Recherchen zu am Markt verfügbarer Modellsoftware zur Stofftransportmodellierung angestellt. Im Ergebnis wurde schließlich die Software TOUGHREACT ausgewählt und im Oktober 2019 eine entsprechende Lizenz gekauft. Die Einarbeitung in die Software erfolgt seither parallel zur Datenakquise.

Hauptaktivitäten des Berichtszeitraumes waren die Auswahl sowie Aufbereitung von Gesteinsproben aus Bohrkernen aus dem Bereich des Bergwerkes Ibbenbüren Westfeld. Im Juli wurden vier Bohrungen entlang des geplanten Grubenwasserkanals in Ibbenbüren beprobt. Etwa 30 Proben, vornehmlich aus geklüfteten, verwitterten Abschnitten der Bohrkern wurden im Herbst 2019 für die geochemische und mineralogische Analytik aufbereitet. Im Frühjahr 2020 erfolgt die chemische Analyse mittels RFA. Zudem wurden Dünnschliffe erstellt und mikroskopisch ausgewertet. Die Dünnschliffe des siliziklastischen Deckgebirges zeigen ein quarzdominiertes Gestein mit teilweise erheblichem Anteil lithischer Komponenten, variierende Pyritgehalte und geringe Feldspatanteile, die in Verwitterungszonen zur Gänze zu Kaolinit und Illit umgewandelt sind. Zudem finden sich vereinzelt Kohlefragmente in der Matrix.

In Kooperation mit dem Teilprojekt „Experimente zum reaktiven und partikelgebundenen Stofftransport“ (AG Hilberg/Rinder) werden zusätzlich statische und kinetische Tests über das Verwitterungsverhalten der Proben durchgeführt. Die im Rahmen der geochemisch-mineralogischen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse sollen in das geplante reaktive Stofftransportmodell einfließen. Hierfür wurden 2019 die gerätetechnischen Voraussetzungen geschaffen.

BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN UND -KRITERIEN FÜR GRUBENWASSER

Arbeitsgruppe: Prof. Dr. G. Wieber, Mainz (Projektleiter)
 Dr. M. Stemke (wiss. Mitarbeiterin)
 Projektdauer: 2017-2021

» Literaturrecherche

Im Berichtszeitraum wurde die Ermittlung der rechtlichen Beurteilungskriterien fortgesetzt. Außerdem erfolgten weitere Anfragen/Literaturrecherchen insbesondere zum Thema Grubenwasser-Chemismus und -Analysen. Die RAG hat Analysenergebnisse von gehobenen Grubenwässern zur Verfügung gestellt. Sowohl die Auswertung als auch die Suche der Literatur dauern derzeit noch an. Es wurden bisher insgesamt ca. 980 Analysenergebnisse von den Kohlrevieren Saar, Ruhrgebiet und Ibbenbüren recherchiert.

» Probenahmen und chemische Analytik

Im Juni 2019 erfolgten Beprobungen von Tiefenwässern im Bergwerk Prosper Haniel. Der Analysenumfang umfasst die vor Ort Parameter, Hauptanionen und -kationen sowie Spurenelemente incl. Seltene Erden (Vollanalysen). Die Untersuchungsergebnisse dienen zur Ermittlung der Hintergrundwerte für Tiefenwasser als Beurteilungsgrundlage für die natürliche geogene Belastung sowie zur Feststellung möglicher Anomalien erhöhter Gehalte unter umwelt- und rohstoffgeologischen Gesichtspunkten.

Des Weiteren wurden von der Arbeitsgruppe Prof. Hilberg / Dr. Rinder Rückstellproben aus dem Bergwerk Ibbenbüren zur Verfügung gestellt und in unserem Auftrag auf Spurenelemente untersucht. Weitere Probenahmen sind derzeit in Planung.

» Auswertung

Erste Auswertungen wurden für das Bergrevier Ibbenbüren durchgeführt. Zunächst wurden alle bisher vorliegenden Wasseranalysedaten digital erfasst. Dazu gehören neben den Proben der Arbeitsgruppe Prof. Hilberg / Dr. Rinder alle in der Literatur aufzufindenden Analysedaten, u.a. von Domalski (1988), Donath (2000), Bässler (1970) und Lotze (1964) sowie Messdaten der RAG AG. Die uns vorliegenden Daten stammen aus einem Zeitraum von 1957 bis 2019. Der Datenumfang beinhaltet tiefe und oberflächennahe Grubenwässer sowie erste Grundwässer, insgesamt 242 Wasseranalysen. Die Auswertung der Daten erfolgte in Form von Schöller- und Piper-Diagrammen. Erste Hintergrundwerte der tiefen Grubenwässer wurden statistisch über ein von der LAWA angewandtes und von Herrn Dr. Walter vom Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz entwickeltes Excel-Sheet berechnet (LAWA, 2015). Derzeit werden weitere Analysen im ELWAS WEB recherchiert.

Des Weiteren werden die Bergwerke im Herdorf und Bad Ems im Rahmen geothermischer Nutzungen fachlich begleitet. In Herdorf wird ein in 2018 begonnener und derzeit noch laufender Langzeitpumpversuch ausgewertet und die Auswirkungen auf Wasserstände in den zugänglichen Schächten sowie die Schüttung am Auslauf Wolf untersucht.

» Sonstiges

Um eine umfassende Datensichtung und -auswertung sowie weitere Probenahmen zur Ergänzung der vorhandenen Analysedaten gewährleisten zu können, wurde im Berichtszeitraum ein Antrag auf zusätzliche Personal- und Sachmittel gestellt und vom Kuratorium genehmigt.

Ende 2019 wurde eine wissenschaftliche Hilfskraft eingestellt sowie drei Masterarbeiten zu dem Thema Grubenwasser vergeben. Weitere Gespräche im Zusammenhang mit der Suche nach einem qualifizierten Mitarbeiter werden noch geführt.

ERMITTLUNG WISSENSCHAFTLICHER GRUNDLAGEN FÜR NACHHALTIGE GRUBENWASSER-ANSTIEGSNIVEAUS IN EHEMALIGEN STEINKOHLREVIEREN

Arbeitsgruppe: Prof. Dr. Ch. Wolkersdorfer, Pretoria (Projektleiter)
E. von Hünefeld-Mugova (wiss. Mitarbeiterin)
Projektdauer: 2017-2021

Um neue Erkenntnisse über nachhaltige Grubenwasseranstiegsniveaus zu erlangen, beschäftigt sich die Forschungsgruppe von Prof. Christian Wolkersdorfer und Elke Mugova vorwiegend mit dem Thema Dichteschichtung in gefluteten Untertagebergwerken.

Eine intensive Literaturrecherche zum Thema, sowie die Planung und Durchführung von Feldexperimenten erfolgte in den Jahren 2018 und 2019. Im November 2018 widmete sich der Tagungsbeitrag „A Review of Mine Water Stratification“ dem bereits bekannten Wissensstand über Dichteschichtungen in gefluteten Untertagebergwerken. Dieses Review Paper wird gegenwärtig überarbeitet und soll in Kürze in einer Fachzeitschrift erscheinen.

Zur Erforschung von Fließwegen und Fließgeschwindigkeiten in gefluteten Untertagebergwerken ist ein Tracer Test geplant. Nach langer Recherche stellte sich die Grube Wolf in Herdorf als geeignet heraus; eine Befahrung, sowie die behördliche Antragsstellung zur Versuchsdurchführung, erfolgte. Der Beginn des Tracertests wurde für Sommer 2019 veranschlagt, verzögert sich aber durch bauliche Maßnahmen an der Grube Wolf. Zurzeit sind zusätzliche Standorte für mögliche Tracertests in Diskussion. Weitere Felduntersuchungen waren Tiefenprofilmessungen in gefluteten Schächten, sowie die Entnahme von Wasserproben aus unterschiedlichen Teufen. In Zusammenarbeit mit der Firma DMT GmbH & Co KG wurden diese Untersuchungen am finnischen VMS-Bergwerk Metsämonttu, dem portugiesischen Uranbergwerk Urgeiriça und zwei gefluteten Steinkohleschächten Pozo El Entrego und Pozo El Sorriego in Nordspanien durchgeführt. Eine oder mehrere Schichtgrenzen konnten in den Schächten nachgewiesen werden. Die Auswertung der Tiefenprofilmessungen und chemischen Ergebnisse erfolgt zum gegenwärtigen Zeitpunkt; über weitere Messungen an den Standorten wird in Kürze entschieden. Ein weiterer Feldversuch umfasst die Trockenlegung und Flutungsbeobachtung des in Biberwier/Österreich gelegenen Nikolaus-Bader-Schachtes, einem 10 m tiefen Schacht eines Goldkleinbergbaues. Die seit 2004 in unregelmäßigen Abständen gemessene Schichtung im Schacht wurde durch das Abpumpen zerstört; mittels Datenloggern in verschiedenen Teufen konnten der Flutungsprozess und die erneute Ausbildung von Schichtung aufgenommen werden. Um äußere Einflüsse auf die Schichtung, wie beispielsweise starke Niederschlagsereignisse zu untersuchen, verbleiben die Datenlogger für bis zu zwei Jahre im Schacht.

Neben den Felduntersuchen werden Ergebnisse des von Prof. Christian Wolkersdorfer konzipierten Analogmodells eines Bergwerkes, „Agricola Mine Model“ verwendet, welches sich an der Tshwane University of Technology in Pretoria/Südafrika befindet. Die ersten Versuche zum Thema Dichteschichtung fanden dort im November 2019 statt.

Weitere Erkenntnisse, vor allem im Hinblick auf ein mögliches Prognosemodell, sollen durch den Abgleich von weltweiten Schichtungsmessungen hinsichtlich des Auftretens von Schichtung und dem geometrischen Aufbau des Bergwerks abgeleitet werden. Durch Literaturrecherche und eigene Messungen liegen im Moment ca. 50 Tiefenprofile mit eindeutiger Schichtung und somit Trennung der Wasserkörper vor. Die Daten werden für die im Anschluss geplante Modellierung mit dem Programm COMSOL Multiphysics verwendet.

FÖRDERUNG EXTERNER FORSCHUNGSVORHABEN

Im Jahr 2018 wurden externe Forschungsgelder zu drei Themengebieten ausgeschrieben:

- » Inwertsetzung der energetischen Nutzungspotenziale von Grubenwasser
- » Nachhaltige Grubenwasseranstiegsniveaus
- » Ökologisch-wasserwirtschaftliche Auswirkungen der Grubenwasserkonzepte der RAG AG auf die Vorflut

Die folgenden fünf Projekte wurden im Frühjahr 2019 bewilligt. Jedem dieser Projekte ist aus dem Kuratorium ein inhaltlicher Betreuer und Ansprechpartner zugeordnet:

QUANTIFIZIERUNG DER THERMISCHEN UND HYDRODYNAMISCHEN VORGÄNGE BEI DER NUTZUNG DES ERDWÄRMEPOTENZIALS VON GEFLUTETEN BERGBAUSCHÄCHTEN AM BEISPIEL DES EDUARD-SCHACHT, ALSDORF

- » Projektleiter: T. König, Energeticon gGmbH, Aachen
- » Schwerpunkt: Inwertsetzung der energetischen Nutzungspotenziale von Grubenwasser
- » Betreuerin: Prof. Schafmeister
- » Fördersumme: 103 Tsd. €
- » Förderdauer: 24 Monate

» Hintergrund

Die *Energeticon gGmbH* betreibt auf dem Gelände und der ehemaligen Steinkohlengrube Anna in Alsdorf eine Ausstellung zum Thema Energie. Im Eduard-Schacht wurde im Rahmen des Förderprojektes GrEEN (GrubenwasserEnergie für das *Energeticon*) mit Fördermitteln des Landes NRW und der Innogy SE eine 860 m tiefe Erdwärmesonde freihängend in den offenen, mit Grubenwasser gefüllten Schacht eingebaut. Auf das Projekt GrEEN aufbauend plant die *Energeticon gGmbH* die weitergehende Erforschung der Leistungsfähigkeit eines solchen Schachtsystems sowie die thermodynamischen und hydrochemischen Vorgänge in der Grubenwassersäule. Im Rahmen des vom *Forum Bergbau und Wasser* geförderten Forschungsprojektes sollen in die vorhandenen Schachtzugänge (Entgasungsleitung, Pegelleitung) temporär Messkabel eingebaut und Befahrungen des Schachtes mit Messsonden und Kamera durchgeführt werden.

» Projektteam

Die *Energeticon gGmbH* hat das Ingenieurbüro *Heitfeld-Schetelig GmbH*, Aachen, mit der Planung, Durchführung und Dokumentation der Forschungsarbeiten beauftragt; es sind zusätzlich folgende Ingenieurbüros/ Institutionen an der Projektbearbeitung beteiligt:

- » RWTH Aachen, Institut für Applied Geophysics and Geothermal Energy (GGE)
- » Geophysica Beratungsgesellschaft mbH, Aachen
- » Sachverständigenbüro Dr. Mathews GmbH, Aachen

» Durchgeführte Arbeiten

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden im Jahr 2019 folgende Arbeiten durchgeführt:

- » Abstimmung mit der EBV GmbH, Hückelhoven, als Eigentümer des Eduard-Schachtes zur Durchführung der Forschungsarbeiten;
- » Abstimmung mit der Bergbehörde NRW (Bezirksregierung Arnsberg) hinsichtlich des durchzuführenden Monitorings im Rahmen des Abschlussbetriebsplans der EBV GmbH;

- » Anzeige der vorgesehenen Untersuchungen bei der Städte-Region Aachen;
- » Bearbeitung einer Bestandsaufnahme zum Zustand der Entgasungs- und Pegelleitung;
- » Bearbeitung der Ausschreibungsunterlagen für den Einbau der Messkabel und für die Durchführung von Kamerabefahrungen im Eduard-Schacht;
- » Auswertung der im Rahmen des Projektes GrEEN durchgeführten Temperaturmessungen vor Beginn des Thermal Response Tests (TRT) am 27.06. und 28.06.2018;
- » Anpassung des Untersuchungsprogramms.

» Bestandsaufnahme und Vorbereitung der Untersuchungen im Schacht

In der Pegelleitung ist im Jahr 2016 ein Schöpfgerät verloren gegangen; das Schöpfgerät konnte nach Angaben des Probennehmers vollständig geborgen werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Pegelleitung entsprechend den Ergebnissen aus dem Jahre 2007 bis 829 m frei ist und für weitergehende Untersuchungen somit genutzt werden kann. Die Pegelleitung ist gasführend; bei den Untersuchungen sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

Die Entgasungsleitung steht bis zur Unterkante des Betonpfropfens bei 153 m offen; im offenen Schacht unterhalb des Betonpfropfens im Bereich der Arbeitsbühne ist die Entgasungsleitung auf einer Strecke von rd. 5 m ausgebaut. Die geplanten Untersuchungen müssen im Leitungstrum zwischen Schachtwandung und vorhandenen Leitungen durchgeführt werden.

Nach Ausschreibung der Gewerke „Montage- und Einbauarbeiten“ bzw. „Kamerabefahrungen“ waren die vorgelegten Angebote insgesamt sehr hoch und lagen deutlich über den angesetzten Kosten. Weiterhin wurden erhebliche Bedenken zu der Kamerabefahrung im Leitungstrum geäußert. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse wird das Risiko des Verlustes von Kamera und Sonden als zu hoch bewertet.

Es war daher eine Anpassung des Untersuchungsprogramms erforderlich. Auf der Grundlage von weitergehenden Recherchen zu alternativen Messmethoden wurde der Einsatz eines Hybridkabels beschlossen. Bei dem Hybridkabel handelt es sich um ein mehradriges Datenkabel aus Glasfaserleitungen und einer Kupferleitung. Der Einsatz des Hybridkabels ermöglicht zusätzlich zur Temperaturmessung auch eine Abschätzung von vertikalen Strömungsvorgängen im Schacht.

Somit sind nunmehr folgende Untersuchungen geplant:

- » Pegelleitung
 - Kamerabefahrung;
 - Sondenbefahrung (u.a. el. Leitfähigkeit, Temperatur);
 - Einbau Hybridkabel als Stichleitung.
- » Entgasungsleitung
 - Einbau Hybridkabel als Schleife.

Die Hybridkabel in der Pegelleitung und in der Entgasungsleitung sollen für die gesamte Projektlaufzeit im Schacht verbleiben und stehen somit für Wiederholungsmessungen zur Verfügung. Es ist vorgesehen, das Hybridkabel im Frühjahr 2020 einzubauen.

» Auswertung von Temperaturmessungen an der Erdwärmesonde

Im Hinblick auf die im Rahmen des Forschungsprojektes geplanten Temperaturmessungen wurde bereits eine ergänzende Auswertung der im Rahmen des Projektes GrEEN durchgeführten Messungen vorgenommen. Im Vergleich zur Messung 2003 zeigt sich, dass der Grubenwasseranstieg keine nennenswerte Veränderung des thermischen Regimes in dem wassererfüllten Schacht bewirkt hat.

Das Temperaturmaximum bei ca. 610 m deutet zudem darauf hin, dass der Hauptzufluss in den Schacht über diese offene Strecke generiert wird und Grubenwasser mit einer Temperatur von mindesten 26,3 °C über diese Strecke zum Schacht geführt wird.

Die über die Sonde entzogene Energiemenge wird hier über das zuströmende Grubenwasser vollständig substituiert. Weiterführende Datenanalysen zielen darauf hin, die TRT Daten auszuwerten und ein tiefenaufgelöstes „effektives“ Wärmeleitfähigkeitsprofil der Sondenumgebung zu generieren. In einem weiteren Schritt soll versucht werden, konvektive und advective Anteile des Wärmetransports zu differenzieren und damit Aussagen zum Zustromverhalten der Strecken zu treffen.

MÖGLICHKEITEN DER NIEDRIGTEMPERATUR-STROMGEWINNUNG UND ENERGIESPEICHERUNG ZUR INWERTSETZUNG DES ENERGETISCHEN NUTZUNGSPOTENTIALS VON GRUBENWASSER

- » Projektleiter: Prof. Dr. Wohnlich, RUB Bochum
- » Schwerpunkt: Inwertsetzung der energetischen Nutzungspotenziale von Grubenwasser
- » Betreuer: Prof. Melchers
- » Fördersumme: 163 Tsd. €
- » Förderdauer: 24 Monate

Im Rahmen der Förderung erfolgt die Betrachtung möglicher Ansätze zur Inwertsetzung bzw. Nutzung des im Grubenwasser des Steinkohlenbergbaus enthaltenen Energiepotentials für Standorte in Nordrhein-Westfalen sowie an der Saar. Ein wesentlicher Aspekt hierbei soll die Betrachtung und Bewertung von Möglichkeiten einer Niedrigtemperatur-Stromerzeugung auf Basis der im Grubenwasser enthaltenen thermischen Energie sein. Daneben erfolgen Betrachtungen weiterer Wertschöpfungsketten, die z. B. im Bereich der Energiespeicherung, Wasseraufbereitung und -reinigung oder Rohstoffgewinnung liegen.

Auf der Grundlage durchgeführter Recherchen wurden und werden die am Markt vorhandenen technischen Möglichkeiten zur Nutzung des Energiepotentials betrachtet und hinsichtlich ihrer Anwendungsmöglichkeiten vorbewertet. Gleichzeitig wird der Stand der Forschung und Entwicklung beobachtet, hinterfragt und hinsichtlich des Potentials eines Einsatzes evaluiert.

Darauf aufbauend wurde ein genereller Ansatz konzipiert, um das energetische Potential des Grubenwassers auf Basis der bestehenden Bergbauinfrastruktur zu nutzen. Hierbei ist es Ziel, die vorhandene Energiesituation möglichst soweit aufzuwerten, dass ein Einsatz zur Stromgewinnung als Möglichkeit betrachtet werden kann. Als vielversprechendes Konzept wird nach derzeitigem Stand dabei der Einsatz einer flexibel gestaltbaren Systemtechnologie erachtet, die verschiedene Energiequellen und Speichermöglichkeiten nutzen kann, so dass eine auf einen Standort bezogene möglichst umfängliche Nutzung des Energiepotentials erfolgt. Besonderes Augenmerk wird dabei zurzeit auf einen in der Entwicklung befindlichen thermomagnetischen Motor, neue Wasseraufbereitungstechnologien und eine besondere untertägige Wärmetauschertechnik für den mitteltiefen Bereich gelegt.

Im Zuge der weiteren Bearbeitung sollen basierend auf dem Ansatz eines solchen allgemeingültigen Nutzungskonzeptes vorhandene sowie in der Entwicklung befindliche Technologien für einen möglichen Einsatz in einer standortspezifischen Systemtechnologie bewertet werden.

Der technische Ansatz zur Nutzung des Energiepotentials wird dann im Kontext einer regionalen Bewertung der Möglichkeiten in verschiedenen Bergbauprovinzen überprüft werden. Diese Evaluierung zielt auf eine Anpassung des Konzeptes für ein einzelnes Szenario oder einzelne Settings ab, um ein effizientes und nachhaltiges Konzept für das energetische Nutzungspotential der Grubenwässer ableiten zu können.

Um die Vielzahl an Themengebieten abzudecken, wurden im bisherigen Projektverlauf eine Reihe von Arbeiten mit Themenschwerpunkten initiiert und ein Arbeitsteam um den Projektleiter, Herrn Dr. R. Schiffer, gebildet. Der Fokus der Arbeiten liegt derzeit auf den Themen Stromgewinnung, Speicherung sowie Wärme- und Kälteanwendungen. Weitere Themen, wie Wasseraufbereitung und Wasserreinigung oder die Gewinnung von Rohstoffen (Seltene Erden) sollen ggf. folgen.

Das Projekt und die bis dato vorhandenen Informationen wurden auf verschiedenen Veranstaltungen präsentiert. Hiermit wurde neben der Projektvorstellung die Möglichkeit geschaffen, eine wissenschaftliche Diskussion anzuregen und mögliche neue Anstöße zu erhalten oder unterstützende Kooperationsforen zu schaffen. Durch dieses Vorgehen konnten weitere innovative

Ansätze und Technologien identifiziert werden, welche im weiteren Projektverlauf hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeit im Bereich der nachhaltigen Nutzung von Grubenwasser ebenfalls bewertet werden sollen.

Auf Basis der Recherchen und Ergebnisse kann das oben skizzierte Konzept u. U. durch weitere Nutzungsmöglichkeiten ergänzt werden, so dass ein möglichst weitreichendes Port-folio mit Technologievarianten entsteht, aus denen die Entwicklung eines oder ggf. auch mehrerer Pilotprojekte erfolgen können. Hierzu sind weitere und vertiefende Recherchen zu den Details der identifizierten Technologien erforderlich.

Im Zuge der Bearbeitung sind weiterhin erste Modellierungen des zur Energiegewinnung erforderlichen Wärmehaltes und Wärmetransports im Grubenwasser durch einen Projektpartner (Dnipro University of Technology) vorgesehen.

Finales Ziel des Projektes ist es weiterhin, eine Möglichkeit zur Erstbewertung für Standorte zu schaffen, auf der aufbauend dann ggf. auch eine vorbereitende Machbarkeitsstudie durchgeführt werden kann. Diese stellt die Basis für eine Umsetzung und Realisierung dieser Form der Inwertsetzung durch ein Pilotprojekt dar.

Während der bisherigen Projektaktivitäten wurde der Bedarf von Konzepten für einen nachhaltigen Umgang mit Grubenwässern auch über das aktuelle Untersuchungsgebiet hinaus deutlich. Das Projekt bietet daher die Möglichkeit gewonnenes Wissen auch in andere Industriezweige und Regionen zu transferieren.

Im Jahr 2019 wurde das Projekt auf Fachtagungen mit den Themenschwerpunkten Bergbau, Energie und Rohstoffe (Bochum), Geothermie (München) sowie Grubenwasser und Geothermie (Freiberg/Sachsen) vorgestellt. - Der Besuch auf der letztgenannten Veranstaltung erfolgte als kurzfristig realisierbare attraktive Alternative zum Global Geothermal Energy Summit 2019. Auf der abgesagten bzw. verschobenen Veranstaltung war neben einer Projektpräsentation ein aus dem Projekt initiiertes Kurzworkshop (Round Table) zum Thema Niedrigenthalpie-Anwendungen vorgesehen.

Im Jahr 2020 erfolgt als nächstes eine Präsentation auf der Veranstaltung „GeoTHERM“, die im März 2020 in Offenburg stattfinden wird.

AUSWIRKUNGEN EINES UNGEHINDERTEN GRUBENWASSERANSTIEGS SOWIE DER EINSTELLUNG ALLER POLDERMAßNAHMEN IM EINZUGSGEBIET VON EMSCHER UND LIPPE AUF DAS OBERFLÄCHENNAHE GRUNDWASSER

- » Projektleiter: Dipl.-Geol. M. Getta, Emschergenossenschaft Essen
- » Schwerpunkt: Nachhaltige Grubenwasseranstiegsniveaus
- » Betreuer: Prof. Wolkersdorfer
- » Fördersumme: 224 Tsd. €
- » Förderdauer: 24 Monate

Im Zuge des o.g. Projekts sollen in den vom Bergbau geprägten Bereichen des Emschergebiets und des südlichen Lippegebiets sollen zwei Fragestellungen untersucht werden:

1. die Auswirkungen auf das oberflächennahe Grundwasser bei vollständiger Beendigung der Grubenwasserhaltung in der Tiefe, und
2. die Auswirkungen durch eine Einstellung der Poldermaßnahmen an der Oberfläche.

Mit dem Vorhaben soll ein „worst-case-Szenario“ betrachtet werden, bei dem der ungehinderte Anstieg des Grubenwassers zugelassen wird.

» Hydrogeologische Modellvorstellung

Für die hydrogeologische Modellvorstellung erfolgt die Ableitung eines Niveaus, auf welches das Grubenwasser ohne künstliche Beeinflussung in einem Worst-Case-Szenario ansteigen würde, dabei liegt der Fokus auf der Herleitung des hydraulischen Druckpotentials des unteren regionalen Grundwassersystems des Münsterländer Kreidebeckens. Die Ermittlung der relevanten Punkte für die Ableitung des Druckpotentials erfolgt über eine tiefergehende Betrachtung der (hydro-) geologischen Situation in den für die Interpolation der Ebene ausgewählten Blattgebieten. Es werden dazu unter anderem fazielle Änderungen in einer West-Ost-Erstreckung sowie die Änderungen der Durchlässigkeiten zwischen den Schichten in der Tiefe betrachtet. Es besteht die Annahme, dass ein hydraulischer Druckausgleich zwischen dem Nord- und Südrand des Beckens vorhanden ist. Auf Grundlage dieser Betrachtungen werden am Nordrand die Höhenlagen der Quellen, die an der Grenze vom Cenomankalk zu den labiatus-Schichten austreten, zur Ableitung des Druckpotentials gewählt. Um den aus dem Quellenkataster NRW des Geologischen Dienstes Nordrhein-Westfalens stammenden lagegenauen Quellen eine Höhe zuordnen zu können, werden die Quellpunkte mit den Höheninformationen eines Geländemodells (DGM1) in Esri ArcGis verschnitten. Am Südrand des Beckens werden entlang der Kreide/Karbon-Grenze, deren Digitalisierung auf Grundlage der geologischen Karten erfolgte, Täler als lokale Tiefpunkte zur Ableitung des Druckpotentials herangezogen. Die Ermittlung der Höhen dieser Tiefpunkte erfolgt ebenfalls auf Grundlage des DGM1. In diesem Zusammenhang wird zudem ein Abgleich mit historischen Quelleninformationen vorgenommen.

» Grundwassermodell

Für das oberflächennahe Grundwasserstockwerk werden die Auswirkungen eines Grubenwasseranstiegs mit dem Großraummodell *Emscher* der Emschergenossenschaft untersucht. Das Modell bildet den oberen Grundwasserleiter im Einzugsgebiet der Emscher ab. Dieser besteht aus dem Quartär und den oberen 30 m des geklüfteten Emschermergels. Darunter bildet der Emschermergel einen Grundwassernichtleiter. Das Modell *Emscher* beinhaltet auch die bekannten lokalen Grundwassersenkungen, an denen dem Modell über die Sohle Grundwasser entzogen wird. Diese lokalen Tiefenversickerungen sind im Modell als Randbedingungen enthalten. Zur Verwendung des Modells für die prognostischen Anstiegsszenarien wurden die angesetzten Höhen und Leakagewerte der Randbedingung dahingehend vereinfacht, dass die Modellbasis als Bezugshöhe

definiert wurde. Die Modellbasis entspricht dabei der Basis des oberen Grundwasserleiters. Für diese Änderung am Modell wurde für den heutigen Zustand eine Gleichwertigkeit der Berechnungsergebnisse nachgewiesen. Die Lokalisation der Tiefenversickerungen wurden durch eine Verschneidung mit Geofeatures (Schächte von Bergwerken und Störungen) auf Plausibilität geprüft. In der südlichen Lippe-Region sind derartige Tiefenversickerungen nicht bekannt und werden aufgrund des geologischen Untergrundaufbaus auch nicht erwartet.

» **Einstellung der Poldermaßnahmen**

Neben den Untersuchungen zum vollständigen Abschalten aller Grubenwasserpumpen sollen die Auswirkungen durch die Einstellung aller Pumpmaßnahmen in den Poldergebieten ermittelt und bewertet werden. Untersucht wird aktuell, welcher Anteil an Polderflächen überschwemmt würde, wenn alle Pumpwerke außer Betrieb sind. Dazu werden auf topografischer Basis die überschwemmungsgefährdeten Flächen ermittelt. Die Datengrundlage dieser Auswertung bildet das digitale Geländemodell mit einer räumlichen Auflösung von 1x1 m (DGM1) des Landes Nordrhein-Westfalen. Ausgehend von den EGLV Pumpwerken im Betrieb wurden damit begonnen, für jeden Standort den Anstieg des Wassers bis zum Überlauf in ein natürlich abfließendes Gewässer oder in eine überschwemmungsgefährdete Fläche eines benachbarten Pumpwerks zu berechnen. Weitere Pumpwerke des Bergbaus und Polderbrunnen müssen noch einbezogen werden. Da der Fokus auf einer topografischen Betrachtung liegt, werden unterirdische und vollständig verrohrte Elemente, wie kommunizierende Röhren und Deichsiele, sowie abflusslose Mulden nicht berücksichtigt. Hydrologische Analysen werden bewusst in diesem rein topografischen Ansatz nicht einbezogen.

DATEN AUS DER VERGANGENHEIT ALS GRUNDLAGE FÜR DIE ZUKÜNFTIGE STEUERUNG EINES NACHHALTIGEN GRUBENWASSERANSTIEGS

- » Projektleiter: Prof. Kirnbauer, THGA Bochum
- » Schwerpunkt: Nachhaltige Grubenwasseranstiegsniveaus
- » Betreuerin: Prof. Hilberg
- » Fördersumme: 33 Tsd. €
- » Förderdauer: 24 Monate

Ziel des beantragten Projekts ist es, die isotopengeochemische Zusammensetzung der Grundwässer im Ruhrgebiet für den Zeitraum vor ihrer bergbaubedingten Absenkung zu rekonstruieren.

Für das ablaufende Jahr 2019 sah der Arbeits- und Zeitplan folgende Arbeiten vor: Literaturlauswertung, Beprobung von Sammlungen, Geländearbeiten, Probenvorbereitung (bis einschl. Anfang 2020), Röntgendiffraktometrische Untersuchungen (bis einschl. Anfang 2020). Diese Arbeiten fanden planmäßig statt; zusätzlich lagen im Dezember 2019 bereits die ersten S-Isotopenwerte vor.

Die Beprobungen von Sammlungen sowie die Geländearbeiten sind nunmehr weitgehend abgeschlossen. Die Beprobung der Oberkreide-Sedimente des Münsterlandes erfolgte an vier Bohrkerne von feinstratigraphisch aufgenommenen Forschungsbohrungen des Geologischen Dienstes Nordrhein-Westfalen in Krefeld (GD NRW). Die mit Ausnahme der devonischen „Massenkalke“ sehr viel selteneren Karbonate in den Schichten des Devons und Karbons wurden teils im Gelände (Sauerland, Bergisches Land), teils aber auch in Sammlungen (z.B. Karbonat-Konkretionen) beprobt.

Insgesamt liegen nun 144 Proben vor. Alle sind durch Fotos dokumentiert. Davon wurden bislang 83 Proben röntgendiffraktometrisch untersucht; 15 sind derzeit in Untersuchung. Dabei stellte sich heraus, dass einige Minerale falsch bestimmt waren, noch häufiger allerdings, dass Verwachsungen vorliegen, so dass manche Proben mehrfach gepickt und erneut mittels XRD untersucht werden mussten. 42 Proben liegen noch zum Picken bereit. Für die Probenpräparation wurde eine studentische Hilfskraft eingestellt.

Obwohl erst für 2020 avisiert, lagen im Dezember 2019 bereits die ersten S-Isotopenwerte vor (n = 31). Die Messungen wurden im Labor von Prof. M. Boettcher (Leibniz-Institut für Ostseeforschung, Warnemünde) durchgeführt, der große Erfahrungen mit hydrothermalen Baryten hat. Weiterhin lagen insgesamt 60 Sr-Isotopenwerte vor, die an der Ruhr-Universität Bochum (Dr. D. Buhl) gemessen wurden.

Da die Sr-Isotopenwerte der oberkretazischen Nebengesteine (Forschungsbohrungen) bereits vollständig vorliegen, kann als erstes Ergebnis bereits festgehalten werden, dass die Sr-Isotopie eine Beteiligung von oberkretazischen Formationswässern an der Bildung der Baryte in den NW-SE-streichenden Spaltensystemen ausschließt. Eine vorläufige Auswertung der bisher vorliegenden S-Isotopenwerte zeigt, dass die $\delta^{34}\text{S}$ -Werte der untersuchten Baryte eine erstaunlich große Varianz aufweisen; bei der Bildung einiger Baryte dürften mikrobielle Prozesse involviert gewesen sein.

ÖKOLOGISCH-WASSERWIRTSCHAFTLICHE AUSWIRKUNG DES GRUBENWASSERKONZEPTS DER RAG AG AUF DEN RHEIN

- » Projektleiterin: PD Dr. Winkelmann, Uni Koblenz
- » Schwerpunkt: Ökologisch-wasserwirtschaftliche Auswirkungen der Grubenwasserkonzepte der RAG AG auf die Vorflut
- » Betreuer: Prof. Wieber
- » Fördersumme: 300 Tsd. €
- » Förderdauer: 24 Monate

Das Ziel dieses Vorhabens ist eine Abschätzung der Einflüsse des Grubenwasserkonzepts der Ruhrkohle AG auf die ökologische Qualität des Rheins im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sowie auf die Resilienz der Lebensgemeinschaft unter den geänderten Umweltbedingungen. Dazu sollen zuerst mögliche Frachten für relevante Einleitungsszenarien abgeleitet werden. Anschließend ist eine Projektion der Wirkung der Frachten auf die ökologische Qualität der örtlichen Lebensgemeinschaften für diese Szenarien mit einem ökologischen Modell notwendig. Für die Parametrisierung dieses Modelles werden Experimente mit Fischen und Wirbellosen durchgeführt.

» **Arbeitsstand und Ergebnisse**

Der Bearbeitungsstand des Projektes, insbesondere der des Teilprojekts A liegt hinter dem Zeitplan. Dies ist im Wesentlichen auf das fehlende Rückmeldung seitens der Ruhrkohle AG zurückzuführen, sodass die Datenlage problematisch ist.

» **Teilprojekt A: Wasserwirtschaftliche Analyse und Erstellung von Belastungsszenarien**

Zur Erfassung der Belastungsparameter an den zukünftigen Grubenwassereinleitungsstellen wurden mehrere Anfragen an die Ruhrkohle AG gesendet, leider ohne jegliche Rückmeldung. Im Dezember 2019 wurden dann mit Zustimmung der Ruhrkohle AG von Prof. Dr. Wieber, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Geowissenschaften, Hydrogeochemie Analyse-Daten zur Verfügung gestellt, die aktuell ausgewertet und mit den offiziellen Daten des Landes NRW abgeglichen werden. Ergänzend wurden bei der Bundesanstalt für Gewässerkunde die langjährigen Tageswerte für Abfluss, Temperatur und Leitfähigkeit angefragt.

Erste Analysen zeigen, dass die Sommer-Wassertemperatur im Rhein bis auf 26,5 °C ansteigen kann, sodass mit niedrigen Sauerstoffkonzentrationen zu rechnen ist.

Die gemeinsame Begehung der Einleitstellen zeigte zum Beispiel an der Einleitstelle „Robert Müser“ eine Leitfähigkeit von 6900 $\mu\text{S cm}^{-1}$ bei einer Temperatur von 20,4 °C. Gleichzeitig konnte bei der in Betrieb befindlichen Messstelle ein deutlicher Geruch durch die Ausfällung von Schwefelwasserstoff festgestellt werden. Im Vergleich dazu beträgt die Leitfähigkeit in der Ruhr (Vorflut für die Harpener Teiche) bei Mülheim-Kahlenberg nur ca. 400 bis 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Sobald die langjährigen Abflussdaten vorliegen, werden die entsprechenden Szenarien für die Simulation der Grubenwassereinleitungen, insbesondere bei Niedrigwasser, herausgearbeitet und mit dem Programm QSim der Bundesanstalt für Gewässerkunde für den Rhein durchgerechnet. Da das Programm nur eine vollständige Durchmischung berücksichtigen kann, wird ein besonderes Augenmerk auf die Verbesserung der optimalen Durchmischung zwischen Einleitwassermenge und aufnehmendem Gewässer gelegt werden. Dadurch soll eine im Uferbereich entlangfließende Einleitfahne verhindert werden, da der Flachwasserbereich besonders wichtig für die biologische Artenvielfalt ist.

» Teilprojekt B: Nahrungsnetz und benthische Lebensgemeinschaft

Aufgrund des etwas verspäteten Projektstarts und der erst im Herbst geklärten genauen Lokalisierung der Einleitungsstellen konnte die ursprünglich für 2019 geplante Beprobung der Nahrungsnetze an den Einleitungsstellen noch nicht erfolgen. Es konnten aber Daten zur Benthosbesiedlung des Rheins im Bereich der zukünftigen Einleitungen verwendet werden (km 979), um die wahrscheinliche Struktur des Nahrungsnetzes abzuleiten. Eine Beprobung zur Verifizierung ist für Juni 2020 geplant. Eine erste Analyse der Besiedlung zeigt eine starke Bedeutung von Flohkrebse (Amphipoden). Daher wurde für die Entwicklung des Modells (Teilprojekt C) bereits auf diese Arten fokussiert.

Für das zweite Arbeitspaket des Teilprojekts wurde das experimentelle Design spezifiziert und mit dem Veterinäramt Koblenz abgestimmt. Zwei Experimente unterliegen dem Tierschutz, sodass dafür aktuell ein Tierversuchsantrag vorbereitet wird. Als Voraussetzung dafür hat Herr Dr. Backström im Oktober und November 2019 die notwendigen Fortbildungen besucht und ist nun berechtigt als Tierversuchsleiter zu fungieren.

Ein Experiment, das keine Tierversuche im Sinne des Tierschutzgesetzes darstellt, wurde bereits erfolgreich abgeschlossen. In diesem Experiment wurde der Einfluss der Temperatur auf die Wachstumsrate und das Verhalten des einheimischen Flussbarsches (*Perca fluviatilis*) und der invasiven Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*) analysiert. Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass erhöhte Temperaturen im untersuchten Bereich für beide Fischarten suboptimal sind, dass aber Flussbarsche diese erhöhten Temperaturen deutlich besser ertragen als Schwarzmundgrundeln. Dies ist insofern überraschend, als die invasiven Schwarzmundgrundeln als deutlich temperaturtoleranter als einheimische Fischarten angesehen wurden. In den nächsten Experimenten soll der Effekt erhöhter Salinität auf Wachstum und Verhalten sowie der Effekt von Temperatur und Salinität auf die Stressantwort beider Fischarten untersucht werden.

» Teilprojekt C: Ökologische Modellierung

Von der BfG wurden Daten zur Dichte wichtiger Makrozoobenthosdaten bereitgestellt. Eine Sichtung ergab jedoch, dass sich daraus keine verlässlichen Habitateignungsindices ableiten lassen. Anstelle dessen lassen sich aus der durchgeführten Literaturrecherche lediglich heterogene Informationen zu Optimumsbereichen und Grenzwerten der Umweltfaktoren Temperatur und Salzgehalt ableiten. Wichtig für die Modellierung von Interaktionen ist dabei, ob die Informationen größenabhängig vorliegen. Ob hier weitergehende biologische Untersuchungen notwendig sind, wird beim Projekttreffen im Januar festgelegt.

Im Hinblick auf das Netzwerkmodell wird als Populationsmodell ein größenstrukturiertes Modell bevorzugt. Für zwei Arten (*D. villosus* und *Neogobius melanostomus*) liegen in der Literatur ausreichende Daten zur temperaturabhängigen Parametrisierung vor. Art und Umfang der Experimente im Teilprojekt B zur Parametrisierung weiterer Umweltantworten, insbesondere der Interaktion, aber auch von grundständiger Dynamik der weiteren Arten (*Chelicorophium curvispinum* und *Perca fluviatilis*) werden beim Projekttreffen im Januar festgelegt. Daraus ergibt sich der Detailgrad des Netzwerkmodells.

PUBLIKATIONEN AUS DEM FORUM BERGBAU UND WASSER

WISSENSCHAFTLICHE PUBLIKATIONEN IN FACHJOURNALEN

Die folgenden wissenschaftlichen Publikationen wurden bereits in entsprechenden Fachjournalen veröffentlicht:

- » Wieber G, Stemke M (2019): *Pump Tests In Deep Ore Mine Shafts For The Evaluation Of A Possible Geothermal Use*. In: Khayrulina E, Wolkersdorfer C, Polyakova S, Bogush A: *Mine Water - Technological and Ecological Challenges*. S. 375-379; Perm, Russia.
- » Wieber G, Scheffer E, Stemke M (2019): *Grubenwässer des ehemaligen Braunkohlebergbaus im Westerwaldrevier*. In: Tagungsband 19. Altbergbaukolloquium, Leoben, S. 94-104.
- » Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V. (2019): *A new vision of sustainable management in mining and post-mining landscapes*. Mit Beiträgen von Campos JA, Barbosa PM, Brandão L, Stemke M et al. ISBN 978-3-8047-4026-6.
- » Wieber G, Stemke M, Wonik T, Enzmann F, Kersten M (2019): *Stratification Dynamics and Geothermal Potential of a Deep Shaft in the Flooded Wolf Mine, Siegerland/Germany*. *Mine Water Environ* 38:325-334; doi 10.1007/s10230-019-00602-8.
- » Wieber G, Scheffer E (2019): *Die Hydrogeologie der ehemaligen Braunkohlegrube Alexandria im Westerwaldrevier, Rheinisches Schiefergebirge*. In: *Mainzer geowiss. Mitt.* 47: S. 147-162, 10 Abb., 3 Tab., Mainz (ISSN 0340-4404).
- » Schiffer et al. (2019): *Systemtechnologie*. Tagungsband Bergbau, Energie und Rohstoffe 2019. Hrsg.: THGA/FZN und DMV. TH Georg Agricola, Bochum. S. 308-317.

ZUR PUBLIKATION EINGEREICHTE BEITRÄGE

Als gemeinsame Aktivität aller Arbeitsgruppen des Forums wurde von allen wissenschaftlichen Kuratoriumsmitgliedern sowie ihren wissenschaftlichen Mitarbeiter(inne)n ein Übersichtsartikel zum Stand der Forschung zu Grubenwasser- und Grubenwasseranstieg verfasst;

- » Kessler T, Mugova E, Jasnowski-Peters H, Rinder T, Stemke M, Wolkersdorfer C, Hilberg S, Melchers C, Struckmeier W, Wieber G, Schafmeister M: *Grundwasser in ehemaligen deutschen Steinkohlenrevieren - Chancen und Risiken einer nachhaltigen Grubenflutung*. Under review.

Zudem wurden von den Arbeitsgruppen die folgenden wissenschaftlichen Publikationen verfasst und eingereicht:

- » Melchers C, Peters H et al.: *Semiquantitative Bestimmung der Tonmineralogie*. Scriptum Online. Under review.
- » Bedoya Gonzalez D, Rinder T, Hilberg S: *Evidences of water-rock interaction in a porous and fractured coalmine overburden - Towards a reactive transport model for coalmine drainage*. 27. Tagung der Fachsektion Hydrogeologie, 25.-28.3 2020, Leipzig. Accepted for publication.
- » Rinder T, Dietzel M, Stammeier JA, Bedoya-González D, Hilberg S: *Geochemistry of coal mine drainage, groundwater and brines from the Ibbenbüren mine, Germany - Insights into origin and evolution from elemental and isotopic ratios*. Under review.
- » Kessler T, Bedoya Gonzalez D, Schafmeister M: *Reactive Transport Modelling Within the Hydraulic Framework of Failure Zones Due to Underground Mining*. 27. Tagung der Fachsektion Hydrogeologie, 25.-28.3 2020, Leipzig. Accepted for publication.

WISSENSCHAFTLICHE VORTRÄGE

Mitglieder des Kuratoriums und ihre wissenschaftlichen Mitarbeiter(inn)en haben aus den Projekten des Forums folgende wissenschaftliche Vorträge gehalten (Vortragende in Fettdruck).

- » **Rinder T, Hilberg S (2019):** *Hydrochemistry and Isotope Geochemistry of Coal Mine Drainage from the Ibbenbüren Coalfield, Germany.* Goldschmidt Conference 2019, 18.-23.8.2019, Barcelona, Spanien.
- » **Wieber G, Stemke M (2019):** *Pump Tests In Deep Ore Mine Shafts For The Evaluation Of A Possible Geothermal Use.* International Mine Water Association Conference 2019, 15.-19.7.2019, Perm, Russland.
- » **Wieber G, Scheffer E, Stemke M (2019):** Grubenwässer des Braunkohlebergbaus des Westerwaldes (RSG). 19. Altbergbau Kolloquium, 7.-9.11.2019, Leoben, Österreich.
- » **Wolkersdorfer C, Mugova E (2019):** Dichteschichtung als potentielle Sanierungsmaßnahme in gefluteten Untertagebergwerken. (THGA)

DAS FBW IM DIALOG

Als zweite Veranstaltung einer Reihe, in der das FBW verschiedene Interessengruppen zur Diskussion und zum Gedankenaustausch einlädt, richtete das FBW am 7. Februar 2019 eine Dialogveranstaltung in der Congresshalle Saarbrücken zum Thema „Grubenwasser: Nachhaltige Lösungen entwickeln“ aus. Etwa 80 Personen aus Politik, Behörden, Wissenschaft, Wirtschaft und der Zivilgesellschaft nahmen teil, der saarländische Umweltminister Reinhold Jost sprach ein längeres Grußwort.

Die Teilnehmer fanden sich in fünf Gruppen zusammen, die für 20 Minuten unter der Moderation eines Kuratoriumsmitglieds zu einem definierten Thema miteinander diskutierten. Jede Gruppe rotierte dabei durch die fünf folgenden Themengebiete:

- » „Grundlagen des Grubenwasseranstiegs“, Moderation durch Prof. Wieber
- » „bisherige Erfahrungen mit Grubenwasseranstiegen“, Moderation durch Prof. Wolkersdorfer
- » „Chancen eines Grubenwasseranstiegs“, Moderation durch Prof. Hilberg
- » „Risiken eines Grubenwasseranstiegs“, Moderation durch Prof. Melchers,
- » „Erwartungen an die Wissenschaft“, Moderation durch Prof. Schafmeister

Die Ergebnisse der Dialogveranstaltung sind im Detail dokumentiert und unter (<https://www.forum-bergbau-wasser.de/aktivitaeten/dialogprozess/dialogveranstaltung-saarbruecken/>) auf der Webseite des FBW abrufbar.

Zudem wurden die Planungen für eine Dialogveranstaltung in Essen am 14. Mai 2020 vorangetrieben. Das Format der Veranstaltung soll an das Dialogforum in Saarbrücken angelehnt werden.

Für den 28. Oktober 2020 ist eine weitere Dialogveranstaltung in Saarbrücken geplant.

ORGANISATORISCHES

Das Kuratorium traf sich im Berichtsjahr zu vier Sitzungen:

- » vom 7. bis 8. Februar 2019 in Saarbrücken,
- » vom 3. bis 5. Juni 2019 in Salzburg,
- » vom 16. bis 17. September 2019 in Bochum,
- » vom 9. bis 10. Dezember 2019 in Frankfurt/Main.

Die wissenschaftlichen Mitarbeiter(innen) nahmen an den Sitzungen in Saarbrücken und Salzburg teil.

Im Berichtsjahr hat das Kuratorium eine Grube befahren:

- » am 3. Juni 2019 den *Arturstollen* in St. Johann (Österreich),