

– Programm –



Tagung
**UMWELT,
ENERGIE und
ROHSTOFFE**

**Zeitenwende in der Energie- und Rohstoffversorgung –
Chancen für das Markscheidewesen**

27.–29. September 2023 – Alsdorf (Aachen) im Energeticon



Erfahrung trifft auf Tradition

Ihre Karriere bei K+S

Mit rund 11.000 Mitarbeiter:innen an 50 Standorten auf fünf Kontinenten sind wir einer der weltweit führenden Anbieter für mineralische Produkte. Unsere Produkte unterstützen Landwirte bei der Sicherung der Welternährung, bieten Lösungen, die Industrien am Laufen halten, bereichern das tägliche Leben der Konsumenten und sorgen für Sicherheit im Winter. Dafür suchen wir ganzjährig Mitarbeiter:innen in folgenden Bereichen:

- **Bergbau, Entsorgungswirtschaft**
- **Umwelt- und Projektmanagement**
- **Verfahrenstechnik, Chemieingenieurwesen**
- **Energie-/Elektrotechnik, Maschinenbau**

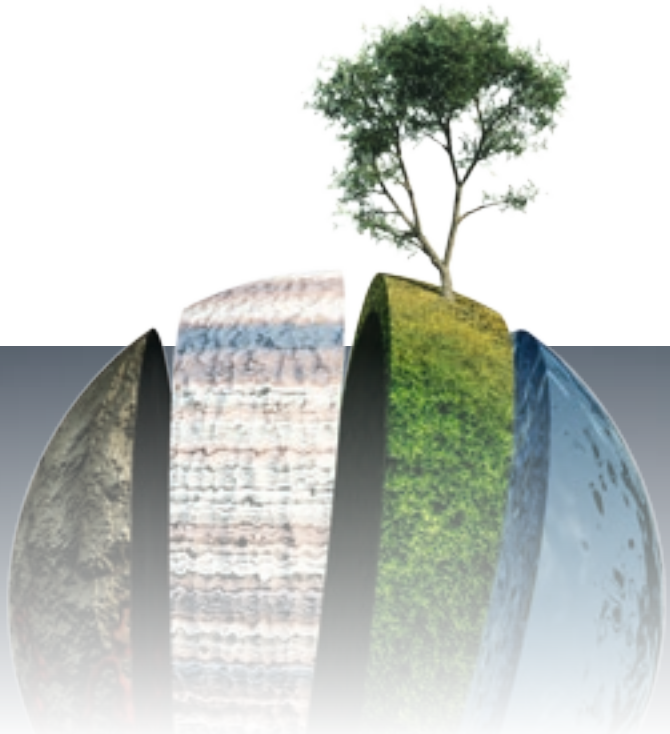
Bewerben Sie sich jetzt!

Weitere Informationen:
www.kpluss.com/jobs



Inhaltsübersicht

Grußworte	4
Programmübersicht	8
Hinweise Veranstaltungsort, Anfahrt	10
Sponsoren, Unterstützer	13
Ausführliches Programm mit Abstracts	14



Liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer,



**Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Axel Preuße**

noch niemals zuvor standen die Themen „Energie“ und „Rohstoffe“ so sehr im Fokus der Öffentlichkeit wie zurzeit. Bei der Energie sind es einerseits die ambitionierten Ziele des gleichzeitigen Ausstiegs aus den fossilen Energien und aus der Kernenergie mit ihren jeweiligen Herausforderungen der Transformation vormals durch Steinkohlen- und Braunkohlenabbau beanspruchter Flächen in neue arbeitsintensive Industrien, bzw. im Fall der Kernenergie geeignete Zwischen- und Endlagerstandorte zu identifizieren und vorzubereiten. Andererseits werden gewaltige Anstrengungen erforderlich sein, um die erneuerbaren Energien so auszubauen und weiterzuentwickeln, dass Abhängigkeiten zur Deckung des sich in Deutschland deutlich steigenden Energiebedarfs aus ausländischen fossilen und nuklearen Quellen vermieden werden. Die Energiespeicherung ist ein weiterer wichtiger Baustein der Energiewende.

Bei den Rohstoffen wird deutlich, dass die anspruchsvollen Ziele der Mobilitäts- und Energiewende nicht ohne ein hinreichendes Angebot an entsprechenden Metallen (u.a. auch Metalle der Seltenen Erden) gelingen kann. Hier gilt es abzuschätzen, inwieweit auch europäische Metallagerstätten mit den vorbildlichen Umwelt- und Arbeitssicherheitsstandards des europäischen Bergbaus einen Beitrag leisten können, um den häufig mit Menschenrechtsverletzungen und Umweltverschmutzungen einhergehenden Abbauvorhaben z.B. Afrikas und Südamerikas zu einem gewissen Grad entgegenzuwirken. Dazu ist sicherzustellen, dass alle Prozesse der heimischen Rohstoffgewinnung und Energieversorgung, der untertägigen Speicherung sowie der Stilllegung und Verwahrung sozialbewusst, transparent und dabei effizient zu gestalten sind.

Bei all diesen Themen leisten die Markscheiderinnen und Markscheider ihren wichtigen Beitrag. Der Deutsche Markscheider-Verein mit seinen knapp 400 Mitgliedern veranstaltet im 2-Jahres-Turnus seine Tagung „Umwelt, Energie und Rohstoffe (UEuR)“. In diesem Jahr findet diese Tagung in Aachen und Alsdorf statt. Mit dem „Energeticon“ in Alsdorf wurde ein Tagungsort gefunden, der die montanistische Vergangenheit und die Trends der Energiewende gleichermaßen unter einem Dach vereint. Neben den schon genannten Themen werden weitere Schwerpunkte des 2-tägigen Vortragsprogramms die Digitalisierung

sowie Anwendungen der Künstlichen Intelligenz, aktuelle rechtliche Entwicklungen und Innovationen bei Monitoring- und Modellierungsmethoden sein. Hochkarätige Keynotes werden den Rahmen der Vortragsveranstaltung bilden. Die Rahmenveranstaltungen werden in und rund um die RWTH in Aachen stattfinden. Das bietet die Gelegenheit, die besondere Attraktivität der Stadt Aachen mit ihren kulturellen Highlights genießen zu können.

Im Rahmen der Veranstaltung werden auch in diesem Jahr wieder Preise an die besten Absolventinnen und Absolventen verliehen. Mein aufrichtiger Dank gilt all denen, die zum Zustandekommen der wissenschaftlichen Tagung beigetragen haben: den Vortragenden und Moderatoren, den Mitgliedern des Organisationsteams und nicht zuletzt den Unternehmen, die den Kongress durch Sponsoring unterstützen.

Sie sind als Teilnehmende, Sponsoren oder Aussteller herzlich eingeladen! Wir freuen uns darauf, Sie im September im Energeticon in Alsdorf begrüßen zu dürfen!



Vorsitzender des Deutschen Markscheider-Vereins

Sehr geehrte Tagungsteilnehmerinnen, sehr geehrte Tagungsteilnehmer,



**Univ.-Prof. Dr. rer. nat.
Dr. h. c. mult.
Ulrich Rüdiger**

es ist mir eine große Freude und Ehre, Sie im Namen der RWTH Aachen University zur wissenschaftlich-technischen Fachtagung des Deutschen Markscheider-Vereins zu den zukunftsweisenden Themen Umwelt, Energie und Rohstoffe hier in Aachen/Alsdorf begrüßen zu dürfen.

Die Themen Umwelt, Energie und Rohstoffe unterstreichen nicht nur die gesellschaftliche Bedeutung, sondern betonen auch die tragende Rolle, die unsere Fakultät für Georesourcen und Materialtechnik an der RWTH Aachen University in diesem Zusammenhang einnimmt. Mit annähernd 1.000 Studierenden allein in den Bachelor- und Masterstudiengängen „Nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung“ sowie „Nachhaltige Energieversorgung“ ebenso wie „Rohstoffingenieurwesen“ ist unsere Universität die führende Ausbildungseinrichtung in Deutschland auf diesem Gebiet. Die hohe Anzahl von Bewerbungen, insbesondere aus dem internationalen Umfeld, unterstreicht die globale Relevanz dieser Bildungsangebote.

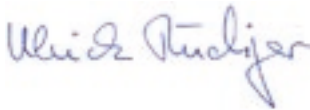
Wir stehen zweifellos vor enormen Herausforderungen im Umgang mit den Ressourcen unserer Erde. In diesem Kontext ist es von essentieller Bedeutung, dass wir uns den neuen Trends in der Rohstoffwirtschaft mit einem offenen und innovativen Geist zuwenden. Die rasanten Entwicklungen erfordern eine enge Verknüpfung von Forschung, Technologie und Industrie, um nachhaltige Lösungen zu finden und gleichzeitig wirtschaftlichen Erfolg zu gewährleisten.

Die Themen, die auf dieser Fachtagung behandelt werden, spiegeln diese drängenden Fragen unserer Zeit wider. Die Erforschung und Anwendung von Wasserstoff und Geothermie als alternative Energiequellen markieren einen Schritt in Richtung einer umweltfreundlichen Energieversorgung. Die gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut IEG (Energieinfrastrukturen und Geothermie) durchgeführte Geothermiebohrung RWTH-1, die mittlerweile vor fast zwei Jahrzehnten durchgeführt wurde, bildet weiterhin eine wichtige Grundlage für zukünftige Forschung. Gleichzeitig stellen der Kohleausstieg und die Defossilierung eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen dar. Hierbei sind innovative Strategien und Technologien gefragt, um den Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu meistern.

Besonders hervorheben möchte ich die Rolle der Digitalisierung und der künstlichen Intelligenz in der Rohstoffwirtschaft. Die fortschreitende Vernetzung und Automatisierung eröffnet neue Möglichkeiten zur effizienten Erkundung, Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen. Die intelligenten Analyseverfahren bieten Einblicke in geologische Prozesse und ermöglichen eine präzise Planung, die in der Vergangenheit undenkbar war.

Ich wünsche Ihnen eine inspirierende und aufschlussreiche Veranstaltung mit vielen interessanten und informativen Beiträgen, fruchtbaren Diskussionen und der Chance, Kontakte zu knüpfen und zu pflegen. Mein herzliches Dankeschön gilt auch dem gesamten Organisationsteam und allen beteiligten Einrichtungen.

Mit freundlichen Grüßen



Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Dr. h. c. mult. Ulrich Rüdiger

Das Programm im Überblick

Mittwoch, 27. September 2023

- 10:00–14:00 **Workshops**
Bergbaugebäude der RWTH Aachen University, Wüllnerstraße 2,
52062 Aachen
- 18:30 **Get Together / Ice Breaker**
Postwagen, Krämerstraße 2, 52062 Aachen

Donnerstag, 28. September 2023

Fördermaschinenhaus im Energeticon, Alsdorf

- 09:00–09:30 **Grußworte**
- 09:30–12:00 **Keynotes**
- 12:00–13:00 **Monitoring, Digitalisierung und Künstliche Intelligenz**
- 13:00–14:00 Mittagspause
- 14:00–16:00 **Podiumsdiskussion: Novellierung Bergrecht**
- 14:00–16:00 **Student Session: Markscheidewesen und Bergbau**
Parallelsession im Panoramaraum
- 14:00–16:00 **Steigerführung Energeticon** (max. 20 Personen)
- 16:30–17:50 **Wasserstoff und Geothermie**
- 20:00 **Markscheiderabend**
Café Madrid, Pontstraße 141–149, 52062 Aachen

Freitag, 29. September 2023

Fördermaschinenhaus im Energeticon, Alsdorf

09:00–10:40 **Sanierung und Nachbergbau**

10:00–12:00 **Steigerführung Energeticon** (max. 20 Personen)

11:00–12:40 **Neue Trends in der Rohstoffwirtschaft und Innovationen im Markscheidewesen**

12:40–14:00 Mittagspause

14:00–16:00 **DMV Mitgliederversammlung**

17:00 **Tagungsausklang**

RWE-Tagebau Inden, Haus Barbara, Zum Hagelkreuz 22,
52249 Eschweiler

Veranstaltungsort

Energeticon

www.energeticon.de

Konrad-Adenauer-Allee 7, 52477 Alsdorf



© ENERGETICON gGmbH



© ENERGETICON gGmbH

Erleben Sie die Welt des Bergbaus durch die Augen unserer authentischen Steiger.

Kostenfreie Steigerführung

Donnerstag, 28.9.23, 14:00–16:00 Uhr

Freitag, 29.9.23, 10:00–12:00 Uhr

Anfahrtsbeschreibung



Abendveranstaltungen

Mittwoch, 27.9.23, 18:30 Uhr

Get Together / Ice Breaker

Postwagen

Krämerstraße 2, 52062 Aachen
www.postwagen-aachen.de

Gern laden wir Sie auf Selbstkostenbasis zu einem geselligen Abend ein.



© Eisenbrunnen Gastronomie GmbH & Co. KG



© Ora GmbH

**Donnerstag, 28.9.23,
20:00 Uhr**

Markscheiderabend

(in Teilnahmegebühr inklusive)

Café Madrid

Pontstraße 141–149, 52062 Aachen
www.cafemadrid.de

ENERGIE. VERSORGUNG. SICHERHEIT.



Unsere Partner



Unterstützer



Das Programm im Detail

Mittwoch, 27. September 2023

- 10:00–14:00 **Workshops**
> > > **Bergbaugebäude der RWTH Aachen University**,
Wüllnerstraße 2, 52062 Aachen
- 18:30–22:00 **Get Together / Ice Breaker**
Postwagen, Krämerstraße 2, 52062 Aachen

Donnerstag, 28. September 2023

> > > Fördermaschinenhaus im Energeticon, Aisdorf

- 09:00–9:30 **Grußworte**
Begrüßung durch Prof. Dr. Axel Preuße, Vorsitzender des Deutschen Markscheider-Vereins, RWTH Aachen University
Prof. Dr. Ulrich Rüdiger, Rektor der RWTH Aachen University
Prof. Peter Kukla, PhD, Dekan der Fakultät 5, RWTH Aachen University
- 09:30–12:00 **Keynotes**
Moderation: Prof. Dr. Axel Preuße, RWTH Aachen University, Institut für Markscheidewesen, Bergschadenkunde und Geophysik im Bergbau
- Nachhaltige und resiliente Rohstoffversorgung**
Staatssekretärin Dr. Franziska Brantner, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin
- Gehen Deutschland die Rohstoffe aus?**
Dr. Martin Wedig, Vereinigung Rohstoffe und Bergbau e.V., Berlin
- Tagebaue verkleinern – wie geht das?**
Herausforderungen für die NRW-Braunkohlenplanung
Dr. Alexandra Renz, Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
- Künstliche Intelligenz in den Geowissenschaften**
Prof. Florian Wellmann, PhD, RWTH Aachen University
- 12:00–13:00 **Monitoring, Digitalisierung und Künstliche Intelligenz**
Moderation: Dr. Andreas Reitze,
SOCODN Sonar Control Kavernenvermessung GmbH, Giesen

Forschungskooperation Kavernenanlage Gronau-Epe: über die Rolle des integrierten Geomonitoring bei der Schaffung von Transparenz und Vertrauen

*Prof. Dr. Tobias Rudolph, Prof. Dr. Peter Goerke-Mallet,
Prof. Dr. Christian Melchers, Technische Hochschule Georg Agricola
Bochum, Forschungszentrum Nachbergbau*

Die Kavernenanlage Gronau-Epe befindet sich seit den 1970er-Jahren im Betrieb und umfasst auf einer Fläche von 25 km² aktuell mehr als 100 Kavernen. Neben der Gewinnung von Sole für die chemische Industrie dient ein Großteil der Kavernen der Speicherung von Öl, Gas und Helium. Die Nutzung für die Speicherung von Wasserstoff wird vorbereitet. Die Konvergenz der Kavernen hat an der Tagesoberfläche bis 2021 eine maximale Senkung von etwa 90 cm hervorgerufen. Im Jahr 2014 sorgte eine Havarie an einer Ölkaverne für eine erhebliche lokale und überregionale Aufmerksamkeit, die u.a. die Gründung einer Bürgerinitiative zur Folge hatte. In den Folgejahren führten die Diskussionen zwischen den relevanten Stakeholdern zu Fehlinterpretationen, Missverständnissen, Frustrationen und Kommunikationsproblemen.

Im Sommer 2021 kam es zur Bildung einer Forschungskooperation mit den Partnern Stadt Gronau, der Bürgerinitiative Kavernenfeld e.V., der EFTAS GmbH und des Forschungszentrum Nachbergbau der THGA. Im Rahmen der Kooperation haben sich alle Beteiligten um eine vertrauensvolle Zusammenarbeit und eine transparente Kommunikation bemüht. Die Forschungskooperation hat sich mit der Vertiefung des technischen Verständnisses der Öffentlichkeit zum Bohrlochbergbau und zur Untertagespeicherung befasst. Dazu gehören auch die Aspekte Bodenbewegungen und Bergschäden, satellitengestütztes Monitoring der Bodenbewegungen, Einbeziehung aller lokal relevanten hydrologischen/hydrogeologischen Aspekte sowie Fragestellungen des Hochwasserschutzes.

Der Beitrag beschreibt den öffentlichen Beteiligungsprozess, die Einbeziehung öffentlich verfügbarer Geodaten und des markscheiderischen Risswerks in den Prozess des integrierten Geo- und Umweltmonitoring und befasst sich mit den gewonnenen Erfahrungen hinsichtlich der Schaffung von Transparenz und Vertrauen. Die Forschungskooperation Epe ist ein Pilotprojekt, in dem die direkte und unmittelbare Zusammenführung von unterschiedlichsten Beteiligten gelungen ist. Gemeinsam wurde und wird mit transparenten Werkzeugen ein Verständnis für die sich im Bergbau und in der Umwelt vollziehenden Prozess aufgebaut.

Durch die Betrachtung des gesamten bergbaulichen Lebenszyklus lassen sich die Erkenntnisse aus der Arbeit der Forschungskooperation mit Vorbildfunktion auch auf Herausforderungen in anderen Bergbauzweigen und Bereichen der Bereitstellung von Georessourcen übertragen.

Anforderungen und Chancen für ein digitales Stoffstrommanagement

Anja Knipfer; MIBRAG GmbH, Zeitz

Die Digitalisierung und Nachvollziehbarkeit von Prozessen sowie bestehende Dokumentationsverpflichtungen stellen immer wieder neue Herausforderungen an betriebliche und rechtliche Belange eines Unternehmens. MIBRAG hat sich als Betreiber zweier Braunkohlentagebaue ein umfangreiches Know-How hinsichtlich prozessorientierter und GIS-basierter Lösungen für unterschiedlichste Aufgabenstellungen erarbeitet. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der GNSS-gestützten Großgerätesteuerung, des darauf aufbauenden Kippenmodells sowie der Bereitstellung eines Web-Portals als unterstützendes Instrument in der Betriebsführung.

Mit dem bevorstehenden Ausstieg aus der Braunkohlenförderung und -verstromung ist MIBRAG bestrebt, dieses Know-How auf andere Anforderungen und Branchen zu adaptieren und als Dienstleistung am Markt zu etablieren. Im Bereich der Entsorgungsindustrie konnten mittlerweile Lösungen realisiert werden, die eine weitgehend digitale Betriebsführung ermöglichen und den Dokumentationsverpflichtungen aus der Deponieverordnung, insbesondere denen nach Anlage 5 DepV, entsprechen.

Aktuell fokussiert sich die Weiterentwicklung auf die Verfolgung von Massenströmen. Anwendungsgebiete hierfür liefern beispielsweise die aus der Ersatzbaustoffverordnung resultierenden Anforderungen zum Nachweis der Herkunft und der Verwertung von mineralischem Recycling. Der Bedarf zur Annahme bzw. Weiterverwertung von Ersatzbaustoffen und sonstigen Bodenmengen aus Großbaustellen ist nahezu unerschöpflich. Aufgrund der verfügbaren Annahmekapazitäten sowie der guten strukturellen Anbindung lassen sich für MIBRAG perspektivisch neue Geschäftsfelder ableiten.

Im Beitrag werden Anforderungen an ein digitales Stoffstrommanagement sowie dessen Einsatzmöglichkeiten vorgestellt.

Permanente dreidimensionale Datenerfassung von Hangrutschungen – Räumlich-zeitliche Segmentierung multitemporaler Datensätze mit Methoden des maschinellen Lernens

Dr. Daniel Czerwonka-Schröder,

Dr. Karsten Zimmermann, DMT GmbH & Co. KG, Essen

Ziel des Beitrages ist die Vorstellung eines webbasierten Monitoringdienstes auf Basis eines permanent installierten Long Range Laser Scanners zur Erfassung von Hangbewegungen im Zusammenhang mit der Abwehr von Naturgefahren und dem Schutz von Infrastrukturen. Als Grundlage dienen Datensätze aus dem Valsertal in Tirol, wo im Sommer 2020 und

2021 ein permanent installierter Laserscanner im Bereich eines Felssturzes erfolgreich remote betrieben wurde. Der generelle Fokus der Forschungsarbeiten liegt auf der Integration in ein webbasiertes Risikomanagementsystem aus ingenieurgeodätischer Sicht. Vier wesentliche Prozessschritte innerhalb eines Monitorings mittels TLS wurden hier identifiziert und in verschiedenen Arbeiten thematisiert: die Datenerfassung innerhalb einer einzelnen Messperiode, die redundante Datenhaltung sowie die sichere Datenkommunikation zu zentralen Datenservern, die bi- und multitemporale Datenanalyse sowie die Informationsextraktion, das Reporting und die Visualisierung. Dieser Vortrag behandelt die letzten beiden Punkte unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte wie Echtzeitfähigkeit, Parametrisierung von Algorithmen zur multitemporalen Analyse, Praktikabilität der Anwendung und Grad der Informationsextraktion. Die Autoren gehen unter anderem auf eine Fallstudie zur Feature-Extraktion aus 2D-Tiefenbildern mit erweitertem Clustering sowie auf KI-Ansätze ein.

14:00–16:00

Podiumsdiskussion: Novellierung Bergrecht

Moderation: Dr. Klaus Freytag, Staatskanzlei Land Brandenburg, Lausitz-Beauftragter des Ministerpräsidenten, Cottbus

Podiumsteilnehmer

Prof. Dr. Walter Frenz, RWTH Aachen University

Prof. Dr. Christof Hilgers, Karlsruher Institut für Technologie

Dr. Hartmut Kühne, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin

Dr. Matthias Schlotmann, Unternehmerverbände Steine Erden Keramik, Neuwied

Dirk Teßmer, Rechtsanwälte Philipp-Gerlach • Teßmer, Frankfurt a.M.

14:00–16:00

Student Session: Markscheidewesen und Bergbau

> > > Panoramaraum

Moderation: Christos Potsis, Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung 6 – Bergbau und Energie in NRW, Dortmund

Untersuchung der markscheiderischen Dokumentation im Hinblick auf das Betriebsplanverfahren im Berechtsamsfeld Scaevola

Lea-Louise Skwara, RWTH Aachen University, Institut für Markscheidewesen, Bergschadenkunde und Geophysik im Bergbau

Schiefer ist ein Nischenprodukt, denn der aktuelle deutsche Schiefermarkt ist trotz einer grundsätzlich vorhandenen Nachfrage nach Schieferprodukten, z.B. in Form von Dachungsmaterial, Fassadenverkleidungen oder für den Garten- und Landschaftsbau, sehr klein. Bezogen auf die Produktion von Dachschiefer gibt es in Deutschland derzeit nur zwei aktive Bergwerke. Das in Rheinland-Pfalz angesiedelte Bergwerk Altlay, welches von der Firma Theis-Böger geführt wird und das in Bad Fredeburg ansässige

Verbundwerk Gomer der Firma Magog. Die bestehenden Bergwerke sind hoch technisiert und automatisiert. Um gegenüber ausländischen, besonders spanischen, Firmen konkurrenzfähig zu bleiben, ist es zudem erforderlich, stetig in Produktinnovationen sowie die Weiterentwicklung von Abbau und Aufbereitungsmethoden zu investieren. (Billermann, 2021b; Schiefer-Fachverband in Deutschland e.V., o.J.-a.; Skwara, 2021a)

Die Berechtsame Scaevola ist ein Schieferbergwerk, dessen Aktivitäten ca. 1990 eingestellt wurden, da auch Modernisierungsmaßnahmen, wie zum Beispiel die Einführung von Gleislostechnik und sägender Gewinnung, nicht in der Lage waren, die Konkurrenzfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Grube zu gewährleisten. Im Jahre 2013 wurde die Grube im Rahmen eines Zwangsversteigerungsverfahrens einer neuen Bergwerkseigentümerin, der KONSORA Handels UG, übereignet. Das Ziel des Unternehmens ist die Reaktivierung des Bergwerkes, entweder in Form eines aktiven Schieferabbaus oder durch die Eröffnung eines Besucherbergwerks als Heilstollen zur therapeutischen Nutzung. (Preuße, 2013; Skwara, 2021b; Wrede, 1996)

Für die Auswahl eines Nutzungskonzeptes für das Bergwerk müssen im Vorfeld Untersuchungen zu Lagerstättendetails, der technischen Umsetzbarkeit sowie eine Wirtschaftlichkeitsprüfung der möglichen Vorhaben durchgeführt werden, denn zur Grube Scaevola sind keine aktuellen und belastbaren Informationen wie z.B. Teufe, Mächtigkeit, Qualität des Schiefers oder Standsicherheit des Grubengebäudes vorhanden. Besonders zu beachten ist zudem das Vorhandensein von Fledermäusen im Bereich der Grube sowie der fehlende Grundbesitz als Fläche für Gebäude, Parkplätze, etc. und die dadurch ebenfalls entstehende Frage des Wegerechts. Darüber hinaus existieren Tagesbrüche in dem Waldgebiet oberhalb der Grube, deren Auswirkungen auf die Standsicherheit und Streckenführung untersucht werden müssen. Die genannten Aspekte können die Planungshoheit anderer Behörden betreffen, welche dann gegebenenfalls in die zu führenden Betriebsplanverfahren einbezogen werden müssen. Abschließend ist festzuhalten, dass die oben genannten Analysen auch die Basis für die jeweilig nach Bergrecht anzuwendenden Betriebsplanverfahren bilden. (Billermann, 2021; Preuße, 2013; Senger, 2021; Skwara, 2021)

Für die Reaktivierung des aktiven Schieferabbaus wird von der zuständigen Bergbehörde, der Abteilung 6 „Bergbau und Energie“ der Bezirksregierung Arnsberg, aller Wahrscheinlichkeit nach ein fakultativer Rahmenbetriebsplan eingefordert werden. Erst wenn dieser genehmigt wurde, kann der für den Betrieb zwingend erforderliche Hauptbetriebsplan eingereicht werden. Für die Eröffnung eines Besucherbergwerks, welches als Heilstollen genutzt wird, muss zunächst ein Abschlussbetriebsplan erstellt werden. Anschließend muss auch hier ein Hauptbetriebsplan für den Betrieb

erstellt werden. Ist eine Reaktivierung der Grube unwirtschaftlich, so ist die Folge die Stilllegung des Betriebes durch ein Abschlussbetriebsplanverfahren, welches das Ende der Bergaufsicht als Ziel hat. (Bezirksregierung Arnsberg, 2021; Billermann, 2021; Skwara, 2021)

Entwicklungen im Hinblick auf den Umgang mit Grubengas in Deutschland

Maika Kröll, RWTH Aachen University, Institut für Markscheidewesen, Bergschadenkunde und Geophysik im Bergbau

Die energetische Verwertung von Grubengas etablierte sich in Deutschland vorrangig in Folge des Inkrafttretens des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2000 (Bezirksregierung Arnsberg, 2023). Da das Global Warming Potential (GWP) von Methan um einen Faktor von ca. 30 höher ist als die Treibhauswirksamkeit von CO_2 , wird durch die Verwertung von Grubengas ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen geleistet (IEA, 2021).

2022 beliefen sich weltweit die durch aktiven Kohlebergbau bedingten Methanemissionen auf 10% der anthropogenen Methanemissionen (IEA, 2023). Dies beinhaltet jedoch nicht Methanemissionen aus stillgelegten Kohlebergwerken. Mit dem Ende des aktiven Steinkohlebergbaus werden in der Regel Bewetterung und Gasabsaugung eingestellt, sofern nicht eine wirtschaftliche Grubengasgewinnung und -verwertung aus stillgelegten Bergwerken möglich ist. Durch verbleibende Kohlen in den ehemaligen Abbaubereichen sowie bergbaubedingte Wegsamkeiten, wie Bruch- und Auflockerungszonen, kommt es zu Anreicherung von Grubengas in stillgelegten Grubenbauen sowie Migrationsvorgängen zur Tagesoberfläche, vorrangig im Bereich ehemaliger Schachtanlagen (Krämer, 2007; MVEL, 2004). Bei der Verwahrung von Schächten werden anhand einer gutachterlichen Stellungnahme zum Ausgasungsverhalten Maßnahmen zur Grubengasannahme und -abführung festgelegt, z. B. Entgasungsleitungen mit Flammendurchschlagssicherung (Bezirksregierung Arnsberg, 2007).

Der Grubenwasseranstieg nach Beendigung des Steinkohlebergbaus in Deutschland 2018 und die damit verbundene Umstrukturierung der Grubenwasserhaltungen beeinflussen die Grubengasgewinnung an den ehemaligen Bergbaustandorten (Imgrund, Orzol, 2020). Durch die Überstauung der Flözbereiche ist mit einem Rückgang der Gasströme und -qualitäten zu rechnen, welcher unterhalb des technisch und wirtschaftlich verwertbaren Rahmens liegen kann. Des Weiteren können Strömungswege überstaut werden, sodass Bereiche nicht mehr planmäßig entgast werden können (Imgrund, Orzol, 2020). Eine wirtschaftliche Gewinnung und Verwertung von Grubengas wird grundsätzlich durch die Anschlussförderung des EEG 2021 bis 2024 ermöglicht (Bezirksregierung Arns-

berg, 2023). Nach Schätzungen werden bei einem vollständigen Entfall der technischen Gasabsaugung bis 2035 ca. 1,57 Mrd. m³ Methan freigesetzt (Bezirksregierung Arnsberg, 2023; Imgrund, Orzol, 2020).

Im Rahmen der EU-Methan-Strategie wird an einer Verordnung zur Verringerung der Methanemissionen im Energiesektor gearbeitet. Dieser betrifft Methanemissionen entlang der gesamten Versorgungskette der fossilen Energie, einschließlich stillgelegter und aufgegebener Kohlebergwerke. Für viele der betreffenden Methanemissionen gibt es bislang keine spezifische Bestimmung auf Unionsebene. (BR-Drucksache 74/22)

Untersuchungen Bodenbewegungsvorausberechnung unter Einfluss regionaler Tektonik

Aleksandra Babaryka, Prof. Dr. Jörg Benndorf,

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Markscheidewesen und Geodäsie

Regionale Tektonik kann zu Anomalien im Spannungszustand innerhalb der oberflächennahen Erdkruste führen. Verschiedenen Studien zeigten Auswirkungen davon in Hinblick auf Unregelmäßigkeiten im bergbauinduzierten Senkungsverhalten der Tagesoberfläche. Der Beitrag untersucht im Detail, welchen Einfluss verschiedene Eigenschaften des Gebirgskörpers unter bestimmten tektonisch bedingten Spannungsverhältnissen zeigen. Ausgewählte Ergebnisse einer umfassenden numerischen Untersuchung werden vorgestellt. Darauf aufbauend erfolgt eine Erweiterung klassischer markscheiderischer Prognoseverfahren zur Bodenbewegungsvorausberechnung in Hinblick auf Asymmetrie und Form der Senkungsmulde. Eine Anwendung zu Senkungen über einem Kavernenspeicher zeigt den Vorteil der hier neu vorgestellten Methode gegenüber herkömmlichen Verfahren.

Niemeyer trifft Copernicus – Markscheiderisches Geodatenmanagement im digitalen Zeitalter

Benjamin Haske, Technische Hochschule Georg Agricola Bochum,

Forschungszentrum Nachbergbau

Im Forschungszentrum Nachbergbau (FZN) der Technischen Hochschule Georg Agricola werden Karten und Risse aus historischen Archiven zusammen mit offenen Geodaten, hochpräzisen Laserscans, Sensornetzwerken, Drohnen- und Satellitenbildern interdisziplinär ausgewertet. Diese moderne Arbeitsweise bringt neben vielen Vorteilen und umfangreichen Möglichkeiten in der wissenschaftlichen Datenauswertung auch einige Herausforderungen mit sich. Verschiedenste Datei- und Datenformate, Koordinaten- und Referenzsysteme, räumliche, temporale und spektrale Auflösungen gilt es hierbei in rasant ansteigenden Datenmengen zu bewältigen. Ein modernes, digital unterstütztes Geodatenmanagement unterstützt die Forschenden des FZN daher kompetent bei der Erfassung, Beschaffung, Verarbeitung, Speicherung und Präsentation von Geodaten

und kann dadurch auch bisher unerschlossene Synergieeffekte schaffen. Dieser Ansatz lässt sich auch auf Unternehmen, Behörden oder andere Forschungseinrichtungen anwenden.

Einsatz eines Laserscanners zur Überwachung eines Versuchsabbaus im Kalibergbau

Sven Erlinger, K+S Minerals and Agriculture GmbH, Kaliwerk Zielitz

Im Rahmen einer Diplomarbeit am Werk Zielitz der K+S Minerals and Agriculture GmbH wurden verschiedene Anwendungsmöglichkeiten von Laserscannern im Kalibergbau untersucht. Dabei wurden verschiedene Scannertypen in den Bereichen Konvergenzmonitoring und der Wertstoffoptimierung eingesetzt.

Für die Untersuchungen zur Erfassung auftretender Gebirgsbewegungen wurde zunächst ein geeignetes Monitoringkonzept entwickelt. Dieses sah u. a. die Wahl eines passenden Messgebietes, die Festlegung von Messepochen sowie die Auswahl von Möglichkeiten zur Registrierung der Scandaten in ein übergeordnetes Koordinatensystem vor. Als Scanner stand hierbei der werkseigene Z+F IMAGER® 5016 der Firma Zoller & Fröhlich GmbH zur Verfügung. In dem Versuchsabbau wurden Scantargets montiert und vor jeder Messepoche mittels Polygonzug eingemessen. Nach dem anschließenden Scan der Stöße und Firste und der Registrierung erfolgte die Verknüpfung der Einzelstandpunkte mit Hilfe der Cloud-to-Cloud-Registrierung. Mittels geeigneter Auswertesoftware konnten im Anschluss die verschiedenen Messepochen miteinander verglichen werden. Eine Verifizierung der Ergebnisse geschah durch den Vergleich mit durchgeführten gebirgsmechanischen Messungen, wobei zwischen beiden Messverfahren Abweichungen von 6 mm bis 8 mm auftraten. Es konnte festgestellt werden, dass die Technologie prinzipiell die Erfassung von realistischen Gebirgsbewegungen im Kalibergbau ermöglicht.

Das zweite Aufgabengebiet beinhaltete die Untersuchung einer Korrelation zwischen den Intensitätswerten des Scanners und dem K₂O-Gehalt. Es wurde ein Messkonzept erstellt und Testmessungen durchgeführt. Für die Messungen kamen neben dem oben erwähnten Scanner von Z+F auch der Leica Laserscanner BLK 360 zum Einsatz. Im Rahmen der Arbeit konnten vielversprechende Ergebnisse erreicht werden. Da die Fehlerbänder dieses Verfahrens jedoch recht groß sind, muss dieses Prinzip in zukünftigen Einsätzen mit anderen Messverfahren kombiniert werden. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden einige mögliche, zusätzliche Messverfahren betrachtet und deren Einsatzmöglichkeit bewertet. Dabei lieferte neben der Betrachtung der Wellenform vor allem die Multispektalanalyse erfolversprechende Resultate.

16:30–17:50

Wasserstoff und Geothermie

Moderation: Stefan Hager, Vorstand des Deutschen Markscheider-Vereins, Peine

Wasserstoffkavernen – Erste Vermessungsergebnisse sowie Anforderungen an Betrieb und Überwachung

Dr. Andreas Reitze, SOCCON Sonar Control Kavernenvermessung GmbH, Giesen

Wasserstoff wird bereits seit vielen Jahrzehnten als Energiespeichermedium in Märkten, die von erneuerbaren Energien geprägt sind, in Betracht gezogen, und viele Studien haben die Speicherung von Wasserstoff in Salzkavernen unter theoretischen Gesichtspunkten untersucht. Derzeit laufen nun eine Reihe verschiedener Projekte und Forschungsaktivitäten zur Speicherung von Wasserstoff, die eine reale Wasserstoffspeicherung in Salzkavernen – wenn auch in sehr kleinem Maßstab – beinhalten.

Den ersten Schritt in dieser Reihe machte im Herbst 2021 die Nederlandse Gasunie N.V. mit der Wasserstoffkaverne A8A in Zuidwending. SOCCON wurde beauftragt, einen Gasdichtheitstest in der Kavernenbohrung vorzunehmen und konnte zusätzlich weitere Sonden in der Bohrung erproben. SOCCONs Arbeiten vor Ort stellen damit den ersten realen Einsatz von Wirelinetools in einer wasserstoffgefüllten Bohrung dar. Zuvor wurde in keiner der weltweit existierenden Wasserstoffkavernen (Großbritannien und USA) jemals eine Sonarvermessung oder eine sonstige Untersuchung mit direktem Kontakt zu Wasserstoff durchgeführt.

Die Messungen waren erfolgreich, denn sie zeigten die volle Funktionsfähigkeit der Sonden in Wasserstoff. Die Ankopplung des ausgesendeten Sonarsignals an das Medium Wasserstoff war noch besser als erwartet und übertrifft jene von z.B. Stickstoff. Mit den im Vorfeld ausgewählten Frequenzen konnte die erzielbare Reichweite in Relation zu Stickstoff vergrößert und die Dämpfung des ausgesendeten Sonarsignals vermindert werden. Nach der Messung kam es bei der Druckentlastung in der Schleuse jedoch zu Schäden der Sonarwandler. Dies zeigt, dass weitere Entwicklungsschritte für einen dauerhaften und langfristigen Betrieb in Wasserstoff zu erarbeiten sind.

Die wesentlichen Erkenntnisse sind demnach:

- Die Eignung des gesamten Schleusenequipments wurde im Vorfeld verifiziert, was durch die Messung zusätzlich bestätigt wurde.
- Das Wirelinekabel wurde im Nachgang untersucht und zeigte keine wesentliche Beeinträchtigung der Duktilität.

- Die Materialien der Sonden (SoMIT-Sonde und BSF2-Sonarsonde), wurden im Vorfeld als geeignet befunden.
- Die Sonarsonde ist in Wasserstoff voll funktionsfähig. Die an Wasserstoff angepasste Schallwandlertechnologie konnte erfolgreich eingesetzt werden.
- Die Schallgeschwindigkeit (gemessen mit dem Schallgeschwindigkeitsmessmodul der Sonarsonde) und weitere Stoffeigenschaften des Wasserstoffs ermöglichen eine gute Schallanbindung und eine gute Schallübertragung.
- Der Taupunkt in Wasserstoff wurde gemessen, so dass der Feuchtegehalt berechnet werden konnte.

Der Vortrag stellt die umfangreichen Schritte zur Vorbereitung der Messung, die Messergebnisse sowie die daraus abgeleiteten weiteren Entwicklungsschritte vor.

Speicherung von Wasserstoff im Untergrund – Geologisches Potential in Deutschland

Dr. Anne Westhues, DEEPKBB GmbH, Hannover

Um die Klimaschutzziele der europäischen Länder und die damit zusammenhängende Dekarbonisierung der Energieerzeugung und Rohstoffversorgung der Industrie zu erreichen, ist ein weiterer massiver Ausbau der erneuerbaren Energien (v.a. Solar- und Windenergie, Geothermie) unverzichtbar. Die Stromerzeugung unterliegt insbesondere bei Solar- und Windenergie starken kurzfristigen bis saisonalen Schwankungen. Verschiedene Speicherlösungen wie Batterien, Pumpspeicher- oder Druckluftenergiespeicherkraftwerke spielen bereits heute eine große Rolle, um Zeiten mit überschüssiger Stromerzeugung als Ausgleich für Zeiten mit hohem Energiebedarf zu nutzen. Um Energie auf großem Maßstab im hohem Gigawatt- bis Terrawattstundenbereich zu speichern, hat Wasserstoff als chemischer Energieträger und Speichermedium das größte Potential. Dafür wird Strom genutzt, um durch Elektrolyse Wasserstoff zu erzeugen (Power to Hydrogen: PtH₂). Dieser wird als solcher für die spätere Nutzung gespeichert. Die hohen Investitionskosten von Elektrolyseuren machen diese nur bei mindestens 50% Auslastung rentabel. Dies bedeutet, dass Elektrolyse vor allem bei geringem Strombedarf und niedrigen Strompreisen betrieben wird. Der erzeugte Wasserstoff kann zum einen zur Wiederverstromung bei Spitzenbedarf genutzt werden, aber zum anderen vor allem in der Mobilität und Industrie, wo er fossile Kraft- und Rohstoffe ersetzt.

Zur groß angelegten Speicherung von Wasserstoff bieten sich vor allem unterirdische Salzkavernen an, die in den USA und Großbritannien bereits seit vielen Jahren auch für Wasserstoff für die chemische Industrie genutzt werden. Um den sicheren Betrieb von Wasserstoffkavernen nach europäischen Standards zu testen und zu etablieren, werden derzeit in verschiedenen Ländern Pilotprojekte durchgeführt. Schwerpunkte liegen dabei auf den wasserstoffspezifischen Anforderungen an den Betrieb, Umrüstungsmaßnahmen bestehender Kavernen und Wechselwirkungen von Wasserstoff mit Materialien, Salzgestein und Mikrobiologie.

Nach den aktuellsten Prognosen wird die Umrüstung der bestehenden Kavernenspeicher allein nicht ausreichen, um den zukünftigen Speicherbedarf von Wasserstoff zu decken. Gründe sind, dass Wasserstoff im Vergleich zu Erdgas das etwa vierfache Speichervolumen benötigt und dass andere Speicher wie Porenspeicher weniger gut geeignet sind. Die Salzvorkommen in Europa, insbesondere in Deutschland, bieten allerdings ein beträchtliches geologisches Potential zum Bau von neuen Salzkavernen zur Wasserstoffspeicherung. Datengrundlagen wie die InSpEE und InSpEE-DS Studien (2015, 2019) sowie des TUNB-Verbundprojekts (2021) bieten wichtige Entscheidungshilfen, um die bestmöglichen Lokationen von neuen Speicherstandorten als auch die Erweiterungsmöglichkeiten von bestehenden Standorten zu bestimmen. Vor allem das öffentlich zugängliche 3D-Modell des TUNB-Projekts (https://gst.bgr.de/?view=tunb_grenzen) bietet die Möglichkeit, die potentielle Wasserstoffspeicherkapazität von 273 Salzstrukturen in Deutschland detailliert abzuschätzen. Das dabei theoretisch ermittelte Speicherpotential übertrifft den prognostizierten Speicherbedarf deutlich. Nun muss der Neubau von Salzkavernen vorangetrieben werden, um den prognostizierten Speicherbedarf in Zukunft decken zu können.

Wasserstoffspeicherung in Etzel

Marcel Sodmann, Maren Oldenettel, STORAG ETZEL GmbH, Friedeburg

Die STORAG ETZEL GmbH ist der größte unabhängige Anbieter von Kavernenspeichern in Deutschland. STORAG ETZEL leistet damit einen Beitrag zur Energiesicherheit und Gasnetzstabilität in Deutschland und Nordwesteuropa. Am Standort Etzel in Ostfriesland baut, betreibt und vermietet das Bergbauunternehmen seit 1971 untertägige Speicherkapazitäten für Erdgas und Rohöl.

Aktuell werden in 51 Kavernen rund 3,9 Mrd. Kubikmeter Gas gespeichert und in weiteren 24 Kavernen können über 10 Mio. Kubikmeter Rohöl gelagert werden. Weitere 24 Kavernen sind bereits bergrechtlich genehmigt und können innerhalb kürzester Zeit ausgesolt und als Energiespeicher für die Kunden in den Markt eingeführt werden.

STORAG ETZEL will im Rahmen des vom Land Niedersachsen und vom Bund geförderten Forschungsprojektes „H₂CAST Etzel“ die Voraussetzungen schaffen, um die Kavernenanlage Etzel für die Zukunft „H₂-ready“ zu machen. Nach ersten Erkenntnissen kann das Medium Wasserstoff in Salzkavernen gespeichert werden und resultierend daraus einen wichtigen Beitrag in der zukünftigen Energieversorgung und Versorgungssicherheit für Deutschland und Europa leisten. Der Salzstock Etzel bietet dafür in über 1.000 m Tiefe hervorragende geologische Voraussetzungen für die Speicherung von großen Mengen Wasserstoff mit hohen Ein- und Aus-speicherleistungen.

Zudem ist die Gasinfrastruktur am Standort mit direktem Anschluss an bisher 4 überregionalen Pipelines exzellent erschlossen. Seit Ende 2022 ist der Standort über eine weitere Pipeline an den LNG-Terminal in Wilhelmshaven angeschlossen. Zwei weitere Leitungsanbindungen mit Bezug zum Standort Etzel sind im Bau bzw. in konkreter Vorplanung. Die Nähe zu den Offshore-Anlandungen erneuerbarer Energie bieten zukünftig vielfältige Möglichkeiten für den Aufbau einer H₂-Wirtschaft im Nord-westen Deutschlands.

H₂CAST ETZEL – “Make energy transition work”:

Der Betreiber STORAG ETZEL hat in seiner Betriebsgeschichte bereits erfolgreich Ölkavernen für die Erdgasspeicherung umgerüstet. Im Forschungsprojekt H₂CAST Etzel soll nun bis 2026 die Umwidmung von Untertagespeichern von Gas/Öl auf Wasserstoff untersucht werden. H₂CAST steht für **H₂ CAvern Storage Transition**, d.h. die Umwidmung der bestehenden Kavernen und Anlagen in Etzel für die zukünftig notwendige Speicherung von Wasserstoff als Baustein des zukünftigen Energiesystems.

Bis Ende 2023 soll die erste Kaverne für die Wasserstoffspeicherung umgerüstet werden. Dazu hat STORAG ETZEL schon im Vorfeld gemeinsam mit seinen Projektpartnern umfangreiche Materialuntersuchungen und Dichtheitstests mit Wasserstoff an einer Kaverne durchgeführt. Die Tests sind bisher sehr erfolgreich verlaufen, die Gasdichtheit für Wasserstoff wurde nachgewiesen sowie die Eignung der vorhandenen Verrohrungen einschließlich Verbindungen. Nach der Umrüstung soll ab 2024 der operative Speicherbetrieb erprobt werden.

Einer der wichtigsten Punkte neben technischen und genehmigungsrechtlichen Aufgaben ist die Öffentlichkeitsarbeit. Bewohner, Interessierte und Kritiker müssen beim Thema Wasserstoff mitgenommen werden. Die STORAG ETZEL und ihre Partner informieren regelmäßig die Öffentlichkeit in Veranstaltungen über den Stand des Projektes. Besucher können sich in dem Kavernen-Informationszentrum vor Ort informieren.

Die STORAG ETZEL GmbH ist mit ihren Mitarbeitern der festen Überzeugung, auch zukünftig beim Thema Wasserstoff einen wichtigen Beitrag zur Energieversorgung Deutschlands und Europas zu leisten. Das Unternehmen hat seit über 50 Jahren einen erfolgreichen Beitrag mit der großvolumigen Speicherung von Öl und Gas untertage geleistet und ist bestens positioniert, um die Energiewende für die Zukunft mitzugestalten!

20 Jahre Geothermieprojekt der RWTH am Standort Aachen

*Prof. Dr. Axel Preuße, RWTH Aachen University,
Institut für Markscheidewesen, Bergschadenkunde und Geophysik
im Bergbau*

Die Geothermie ist in Deutschland eine wichtige regenerative Energieform, mit der vor allem die Wärmewende im postfossilen Zeitalter gelingen kann. Dies setzt jedoch intensive Forschung auf dem Gebiet der geothermischen Nutzung von Tiefbohrungen voraus.

Die RWTH Aachen hat mit der Bohrung RWTH-1 vor mehr als 20 Jahren ein Leuchtturmprojekt zur Erforschung der Geothermie gestartet. Das Projekt wurde seinerzeit gemeinsam von der EU und dem Land NRW als Demo-Vorhaben gefördert, mit dem der Nachweis erbracht werden sollte, dass es möglich ist, in einem innerstädtischen Bereich einer Großstadt eine 24/7-Tiefbohrung zum Zweck der geothermischen Nutzung niederzubringen.

Ein wesentlicher Schwerpunkt des Projekts bestand darin, die Öffentlichkeitsarbeit für ein solches Projekt zu konzipieren, die geeignet war, der seinerzeit bereits erkannten schwindenden Akzeptanz der Bevölkerung gegenüber sich auf die Tagesoberfläche auswirkenden Projekten z.B. zur Energiegewinnung Rechnung zu tragen.

Das Projekt konnte aufgrund intensiver Planung im Wesentlichen „on budget, on time“ abgeschlossen werden und wurde damals mit Preisen seitens der EU und der DFG ausgezeichnet. In der anschließend vorgesehenen Betriebsphase der Bohrung traten allerdings einige Schwierigkeiten auf, die dazu führten, dass der Probetrieb zur Wärmeversorgung des Super-C-Service-Centers nach einigen Jahren eingestellt werden musste.

Mit dem in den letzten Jahren wachsenden Bewusstsein des Ausstiegs aus den fossilen Energien sind im Raum Aachen und im Umfeld etliche tiefengeothermische Projekte von unterschiedlichen Betreibern angestoßen worden. So verfügt auch die RWTH Aachen inzwischen wieder über ein entsprechendes wissenschaftliches Erlaubnisfeld und arbeitet auf dem Feld der Geothermie unter Einbeziehung der noch offenen Bohrung RWTH-1 weiter mit Forschungs- und Industriepartnern zusammen.

Vorgestellt werden die Entwicklungsschritte, die die RWTH Aachen innerhalb der letzten 20 Jahre in konkreten Geothermieprojekten unternehmen hat.

20:00

Markscheiderabend

Café Madrid, Pontstraße 141–149, 52062 Aachen

Freitag, 29. September 2023

> > > Fördermaschinenhaus im Energeticon, Alsdorf

9:00–10:40

Sanierung und Nachbergbau

Moderation: Prof. Dr. Peter Goerke-Mallet, Technische Hochschule Georg Agricola Bochum, Forschungszentrum Nachbergbau

TRIM4PostMining – Transition Information Modelling für attraktive Bergbaufolgelandschaften

Prof. Dr. Jörg Benndorf, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Markscheidewesen und Geodäsie

TRIM4PostMining ist der Name eines H2020/RFCS-geförderten Europäischen Projektes, das das Ziel verfolgt, ein Informationssystem für eine optimale Nutzung von Bergbaufolgelandschaften, insbesondere Braunkohle, zu entwickeln. Durch ein mit Systemmodellen und Daten kontinuierlich aktualisiertes Geoportal soll den verschiedenen Interessensgruppen eine transparente Kommunikation von Potenzialen und Risiken der Bergbaufolgelandschaft ermöglichen. Das 2020 gestartete Projekt ist aktuell in der Demonstrationsphase. Im Vortrag werden ausgewählte bisherige Ergebnisse, insbesondere:

- KI-Anwendung zur Charakterisierung von Tagebaukippen hinsichtlich kinematischer Prozesse in Massenschüttungen
- Monitoring und Prognose von Setzungen auf Tagebaukippen basierend auf InSAR-Daten
- Low-Cost Sensorik zur Echt-Zeit Charakterisierung geotechnischer Eigenschaften von Lockergestein

vorgestellt und ein Ausblick hinsichtlich weiterer Herausforderungen der Transformation aktueller Braunkohlegebiete in prosperierende und attraktive Bergbaufolgelandschaften gegeben.

Digital Natives im Nachbergbau? Herausforderungen der Ausbildung moderner GIS-Anwender im Umweltmonitoring von Nachbergbaulandschaften

Dr. Bodo Bernsdorf, Technische Hochschule Georg Agricola Bochum, Forschungszentrum Nachbergbau

Nachdem sich seit den 1980er-Jahren die GIS-Welt einhergehend mit immer besseren Geodatenangeboten von einer Spezialisten-Angelegenheit in eine breite Anwendung entwickelt hat, scheint dieser Prozess zu stocken. In den letzten Jahren ist eine immer größer werdende Diskrepanz zwischen den auf Smartphones und Tablets sozialisierten Digital Natives und der klassischen Bedienung sowie dem Datenmanagement gängiger GIS-Produkte festzustellen. Hier werden zwei Nutzergruppen unterschieden. Denjenigen, die GIS als Technologiespezialisten im Rahmen ihrer Aufgaben täglich nutzen (Geodatenmanager, GIS-Manager, etc.) stehen Gelegenheitsnutzer im Umweltmonitoring des Nachbergbaus gegenüber, für die GIS ein Werkzeug unter Vielen ist (Ingenieure der Raumwissenschaften, Naturwissenschaftler, etc.). Letztere haben im Rahmen ihrer GIS-Ausbildung zunehmend Probleme, alte Datenhaltungskonzepte und die entsprechenden Hintergründe zu verstehen, da diese IT-Schicht in den modernen Apps vom Nutzer getrennt ist. Um alte Konzepte in die App-Welt zu transferieren, machen Hersteller zudem „Klimmzüge“, die wenig hilfreiche Medien- und Anwendungsbrüche verursachen. Beides birgt aus Sicht des Autors die Gefahr, dass sich die GIS-Branche wieder zu der Spezialisten-Welt der späten 1980er-Jahre zurückentwickelt. Demgegenüber stehen aber die Technologiespezialisten, die GIS zwar optimal bedienen und nutzen können, nicht aber das fachliche Verständnis nachbergbaulicher Fragestellungen mitbringen. Eine Schere entsteht.

Im Masterstudiengang „Geoingenieurwesen und Nachbergbau“ werden an der THGA junge Menschen insbesondere berufsbegleitend ausgebildet. Der Studiengang setzt in vielen Fällen auf fachlichen Vorkenntnissen auf. Nicht aber im Bereich des auf drei Semesterwochenstunden angelegten Seminars GIS und räumliche Analyse. Hier beginnt für die jungen Studierenden ein Abenteuer, das zunehmend Fragen in Bezug auf den Zugang zur GIS-Welt aufwirft. Kurz: Aus Sicht des Autors scheint die Branche die Digital Natives zu verlieren! Der Vortrag möchte basierend auf einem entsprechenden Fachartikel die Aufmerksamkeit auf ein Problem lenken, auf das Akteure im Nachbergbau, aber auch Forschung und Lehre mit Weiterentwicklung reagieren muss, um nicht jede Menge Fachleute aus der GIS-basierten räumlichen Analyse auszuschließen.

Laserscanprojekte im Sanierungsbergbau am Standort Schlema-Alberoda der Wismut GmbH

Roman Kaden, Dr. Olaf Wallner, Wismut GmbH, Chemnitz

Für viele Fragestellungen und Projekte gibt es spezielle Herangehensweisen und Instrumente. Drei unterschiedliche Beispiele mit Laserscanner aus dem Sanierungsbergbau der Wismut GmbH werden nachfolgend vorgestellt.

– Übertageanlagen Schacht 371

Der Schachtkomplex 371 bei Bad Schlema ist eine der wenigen Uranerz-Bergbauanlagen der SDAG Wismut, die in großen Teilen erhalten geblieben ist. Das Schachtgebäude mit dem 50 m hohen Stahl-Fördergerüst und dem dazugehörigen Maschinenhaus mit Fördermaschine soll auch in Zukunft erhalten bleiben und im Rahmen der Wismut Stiftung eine Nachnutzung erhalten. Seit 2022 ist der Schachtkomplex Bestandteil des Welterbes Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří.

Ziel der Vermessungskampagne war eine detaillierte und aktuelle Bestandsdokumentation für die Planung der grundhaften Sanierung des Fördergerüsts und des Schachthauses.

Für die Vermessungsleistung wurde die Firma V-Team aus Strehla beauftragt. Das Objekt ist von ca. 500 Scanstandpunkten erfasst worden. Die Punktwolke mit 2 mm Auflösung umfasst etwa 50 GB Speicherplatz. Die Registrierung und die Georeferenzierung erfolgten mit der Software Scene von Faro. Die Modellierung in ein BIM gerechtes IFC-Format erfolgte mit der Software ArchiCAD. Zum Einsatz kam der Laserscanner Focus S150+ von Faro und ein Leica Tachymeter.

Das Ergebnis zeigt ein 3D-Modell in der Viewer-Software BIMcollab, erstellte Grundrisse, Schnitte sowie Ansichten für den Schachtkomplex und separat für das Fördergerüst.

– Schacht 208

Der Schacht 208 der Uranerzgrube Schlema-Alberoda war der letzte zu verwahrende Tagesschacht der Wismut GmbH. Die Verwahrung erfolgte im bewährten Verfahren mittels Betonscherppropfen in 30 bis 45 m Teufe und Verfüllung der Schachtröhre bis über Tage.

Die zu verwahrenden Grubenhohlräume zwischen dem Flutungsndniveau und der Tagesoberfläche waren eine Pumpenkammer, der Betonscherppropfen, die restliche Schachtsäule und der tagesnahe Wetterkanal. Zur Bestimmung des zu verfüllenden Hohlraumes und Ermittlung des

notwendigen Volumens der verschiedenen Betonsorten erfolgte eine Laserscankampagne im Bereich des herausgearbeiteten Widerlagers der Plombe und auf Höhe des Wetterkanals. Die Vermessungsergebnisse dienen gleichzeitig für die Nachtragung des Schachtsäulenrisses und der Erstellung des Risswerkes für die Verwahrungsdokumentation.

Zur Erfassung der Hohlraumkontur wurden zwei verschiedene Messinstrumente genutzt. Der Betonscherppfropfen und die Pumpenkammer wurden mit dem VZ1000 von RIEGL und Bruchkanten sowie der Wetterkanal mit der Totalstation Trimble S7 gemessen.

Die Punktwolken wurden bereinigt und in der Software Trimble Business Center zusammengefügt. In dem Programm erfolgte anschließend auch die Volumenberechnung. Diese ergab schlussendlich ein mit Beton zu verfüllendes Gesamtvolumen von 2250 m³.

Abgesehen von den wenigen noch verbliebenen Tagesöffnungen der Grube Schlema-Alberoda für Langzeitaufgaben war dies der letzte zu verwahrende Schacht und somit historischer Zeitpunkt der Messkampagne für die Markscheiderei. Im Ergebnis der Messkampagne ist festzustellen, dass für eine Vermessung mit dem primären Ziel der Volumenabschätzung und keiner visuell ansprechenden Erfassung der Kontur die Benutzung der Scanfunktion eines modernen Tachymeters ausreichend ist.

– Blindschacht 12

Der Blindschacht 12 der Grube Schlema-Alberoda ist, neben seiner Funktion der Wetterführung, im Falle einer Havarie auf der Markus-Semmler-Sohle Bestandteil des Fluchtweges über den Stollen 35 nach über Tage. Somit muss eine langfristige und sichere Befahrung des 60 m langen, tonnäligen Schachtes gewährleistet werden.

Als Grundlage einer externen Planungsleistung für die notwendig gewordene Sanierung des Blindschachtes ist ein markscheiderisches Aufmaß des Grubenbaues inklusive der vorhandenen Einbauten notwendig.

Ziel der Vermessung war die Erstellung von Bestandsunterlagen für die detaillierte Planung der Rekonstruktion des Blindschachtes. Die Umsetzung erfolgte als Forschungsvorhaben mit dem Institut für Markscheidewesen der TUBAF.

Eine klassische Vermessung über Polygonzug und Kleinaufnahme der Grubenbaukontur und Einbauten ist aufgrund der Gegebenheiten nicht zielführend. Es wurde stattdessen eine Kombination aus statischem und mobilem Laserscanner gewählt. Dabei kam der Laserscanner RIEGL VZ-400i und der Handscanner ZEB-REVO zum Einsatz.

Das Ergebnis der 2-tägigen Vermessungskampagne und der umfangreichen Auswertung durch das Institut für Markscheidewesen war eine vereinigte und georeferenzierte Punktwolke mit einer räumlichen Auflösung von 2 cm und einem Umfang von ca. 6,5 Mio. Punkten.

Das steile Einfallen des Blindschachtes, die rund 15 Bühnen und somit beengten Bedingungen stellten für das zu wählende Messverfahren eine Herausforderung dar, die mit dem Handscanner sehr gut gelöst werden konnte. Die Kombination aus stationären und mobilen Scans hat sich ebenfalls als sinnvoll im Sinne der Vollständigkeit und geforderten Genauigkeit erwiesen.

Bodenbewegungen im Nachbergbau – Nutzung von satelliten-gestützter Radarinterferometrie als wichtiger Geomonitoring-Baustein während des Grubenwasseranstiegs

Steffen Bechert, Volker Spreckels, RAG Aktiengesellschaft, Unternehmensbereich Standort-/Geodienste, Herne

Die RAG Aktiengesellschaft (RAG) befasst sich bereits seit über 20 Jahren mit satelliten-gestützter Radarinterferometrie (InSAR) und hat hiermit bereits zur Zeit der aktiven Steinkohlegewinnung Erkenntnisse über großflächige Bodenbewegungen mit hohen Bewegungsbeträgen gewonnen.

Diese Bodenbewegungen, die unmittelbar dem tiefen Steinkohlenabbau folgten, haben über die Jahre zu mehreren Metern Senkungen geführt. Sie traten in der Regel schnell auf, so dass sie mit satelliten-gestützter Radarinterferometrie vom absoluten Betrag her nicht vollständig erfasst werden konnten. Sie waren allerdings dazu geeignet, die geringeren Bewegungen im Bereich der Senkungsschulter zu erfassen. In den Regionen Saar, Ruhr und Ibbenbüren gehören diese starken Bewegungen des aktiven Bergbaus der Vergangenheit an. Es werden nur noch geringe und stetige Bewegungen mit Maximalbeträgen im Dezimeterbereich durch den kontrollierten Grubenwasseranstieg zu erwarten sein. Diese lassen sich in Siedlungsbereichen über satelliten-gestützte Radarinterferometrie zuverlässig beobachten.

Die Vorteile des Verfahrens für den Use Case „Monitoring von großflächigen, langsamen Geländehebungen“ sind offenkundig. Spätestens jetzt ist die Zeit der Radarinterferometrie gekommen. Neben den Vorteilen der hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung im Vergleich zu klassischen Verfahren, wie Nivellements, sowie der guten Datenlage kann die Radarinterferometrie auch einen wichtigen Beitrag zur digitalen Transformation leisten. Die Bereitstellung von flächenhaften Bodenbewegungsinformationen über digitale Services bietet sowohl Mitarbeitenden als auch der Öffentlichkeit (über Dienste Dritter) einen niederschweligen Zugang zu Vorgängen an der Tagesoberfläche und sorgt für Transparenz in den

begleitenden Monitoringverfahren. Das Verschneiden mit anderen digitalen Datenbeständen, wie etwa gemessenen Grubenwasserständen, erleichtert die Ursachen-Beurteilung von Bodenbewegungen.

Nicht nur für die Verursacher von Bodenbewegungen bieten diese Erkenntnisse betriebliche, ökonomische und fachliche Chancen. Zu dieser Bewertung kommen auch die saarländische und nordrhein-westfälische Landesvermessungen. Geobasis NRW stellt die Leitnivelements im Ruhrgebiet von einem zwei- auf einen fünfjährigen Turnus um und mit dem Bodenbewegungskataster NRW ein auf Radarinterferometrie beruhenden öffentlichen Service mit jährlich geplanten Updates in Dienst. Im Saarland wurde bereits im Jahr 2022 ein vergleichbarer Webdienst, das Saarländische Bodenbewegungskataster durch das u.a. für die Landesvermessung verantwortliche LVGL veröffentlicht. Der Aufbau eines Netzes von Multisensorstandorten (Doppel-Corner-Reflektoren gepaart mit GNSS- und Meteo-Sensoren, sowie mit festen Messpunkten versehen) für eine präzise Validierung des Systems geschah dabei in Kooperation mit RAG.

Diese von RAG mitgestaltete Entwicklung führt dazu, dass zukünftig auch für behördlich angeordnetes Geomonitoring die Radarinterferometrie genutzt werden kann. Gepaart mit bereits etablierten Messmethoden wie GNSS-Beobachtungen und der Messung von kurzen Nivellementlinien im Bereich gutachterlich bestimmter tektonischer Störungen ist sie für erste Wasserprovinzen im Ruhrgebiet als wichtigster Baustein bei der Überwachung von Bodenbewegungen während des Grubenwasseranstiegs zugelassen. Dies ist auch für den geplanten Grubenwasseranstieg im Saarland (Reden und Duhamel) vorgesehen.

Innovative Kippenkörpermodellierung als Voraussetzung einer geotechnischen Baugrundbewertung für die Wiedernutzbarmachung

Dr. Martin Kreßner, MIBRAG GmbH, Zeitz

Die Modellierung der Materialverteilung in den Kippenkörpern der aktiven Braunkohlentagebaue ist für eine Vielzahl der Aufgabenstellungen zur Gestaltung und Nutzung der Bergbaufolgelandschaft von grundlegender Bedeutung. Vor diesem Hintergrund dokumentiert die MIBRAG GmbH bereits seit mehr als einer Dekade den Einbauvorgang der Großgeräte auf sämtlichen Innenkippen der Tagebaue mit datenbankgestützten Kippenmodellen, in denen Prozessdaten der Gewinnung und Verkippung automatisiert verarbeitet und ausgewertet werden. Aus der jüngsten Zielstellung, die vorhandenen Kippenmodelle für die geotechnische Standsicherheitsberechnung der Tagebauendböschungen anzuwenden und damit weltweit erstmals Materialverteilungsmodelle auf Basis von Prozessdaten als reguläre Datengrundlage eines gutachterlichen Bewertungsprozesses zu verankern, ergab sich die Notwendigkeit für einen engen Abstimmungsprozess mit den geotechnischen Gutachtern und der zulassenden

Behörde. Dabei waren grundlegende Fragen an die Gültigkeitsgrenzen der modellierten Materialverteilung sowie an die Arbeitsweise bzw. Datenaufbereitung innerhalb der nachfolgenden geotechnischen Modellierung zu beantworten.

Der Beitrag beleuchtet den erreichten Stand der Weiterentwicklung der Kippenmodelle hin zu einer höheren zeitlichen / räumlichen Auflösung, das Versuchs- und Untersuchungsprogramm zur Nachweisführung und Ermittlung der Gültigkeitsgrenzen sowie die daraus resultierende Aufbereitung der Modelldaten für eine Anwendung innerhalb der geotechnischen Standsicherheitsberechnung.

11:00–12:40

Neue Trends in der Rohstoffwirtschaft und Innovationen im Markscheidewesen

Moderation: Prof. Dr. Jörg Benndorf, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Markscheidewesen und Geodäsie

Die Agenda 2030 und der Rohstoffbedarf: die Rolle des Markscheidewesens im nachhaltigen Bergbau

Prof. Dr. Peter Goerke-Mallet, Prof. Dr. Tobias Rudolph, Prof. Dr. Christian Melchers, Technische Hochschule Georg Agricola Bochum, Forschungszentrum Nachbergbau

Der Prozess zur gleichwertigen Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte bei der Planung und Umsetzung von Vorhaben aller Art ist durch die Agenda 2030 der Vereinten Nationen und die Formulierung von Zielen einer nachhaltigen Entwicklung (SDG) fortgeschrieben worden. Die Verfolgung und Umsetzung der 17 SDG ist angesichts der aktuell bestehenden globalen Herausforderungen notwendig und dringender denn je. Damit kommen Entwicklungen und Instrumente zum Tragen, die von der Rohstoffbranche nicht unbeachtet bleiben dürfen, sind sie doch mit erheblichen Chancen und Risiken verbunden. Auch wenn der Bergbau im strengen Sinn der Definition von „Nachhaltigkeit“ nicht gerecht werden kann, so ist die Umsetzung der 17 SDG ohne Bergbau kaum möglich. Aber es bedarf für die Bereitstellung von Georessourcen einer neuen und den sich verändernden Rahmenbedingungen angepassten Justierung der operativen Tätigkeiten, der Kommunikation und der Schaffung von Transparenz.

Die Befriedigung des Rohstoff- und Energiebedarfs der Bevölkerung, des produzierenden Gewerbes und der Industrie ist ohne den Bergbau und die Energiewirtschaft nicht möglich. Damit verbunden sind Einflüsse auf das Umfeld der Bergwerke und Produktionsanlagen, die sich räumlich und zeitlich nicht immer begrenzen lassen. Eine transparente, an den Bedarfen der Stakeholder ausgerichtete Befassung und kommunikative Auseinandersetzung mit den sich im bergbaulichen Lebenszyklus stellenden

Herausforderungen führt in jedem Fall zu einer verbesserten öffentlichen Akzeptanz des Bergbaus.

Der Beitrag setzt sich in diesem Kontext mit den Handlungsoptionen und -feldern auseinander, die das Markscheidewesen besitzt, aber auch mit dessen Verantwortlichkeiten. Das Potential der vorhandenen Chancen darf im Hinblick auf die Zukunftsfähigkeit des Berufsstandes nicht ungenutzt bleiben. Im Interesse seiner „social license to operate“ muss der Bergbau sein besonderes Interesse an der Umsetzung der 17 SDG deutlich machen. Die markscheiderische Expertise wird auf jeden Fall benötigt, um bergbauliche Lebenszyklen im Sinne der Nachhaltigkeit zu planen, zu organisieren, zu überwachen und zu kommunizieren.

Stakeholdermanagement aus Sicht des Markscheiders – Außenpolitik eines Bergbaubetriebes

Stefan Meyer, Salzgewinnungsgesellschaft Westfalen mbH & Co. KG, Ahaus

Am Beispiel des Kavernenfeldes Epe, das mit seinen aktuell 76 Erdgaskavernen einen Anteil von 15% an den gesamtdeutschen Untergroundgasspeichern hat, soll gezeigt werden, wie das Markscheidewesen helfen kann, die „licence to operate“ bestehender Betriebe zu erhalten und den Genehmigungsprozess von Neuprojekten zu unterstützen.

Bergbau ist nahezu immer mit Bodenbewegungen verbunden, der Betrieb von Salzkavernen zur Solegewinnung und Untergroundspeicherung macht hier keine Ausnahme. Naturgemäß ist das Interesse an den Auswirkungen der bereits eingetretenen sowie den noch zu erwartenden Bewegungen groß, sowohl bei Anwohnern wie auch den betroffenen Kommunen.

In Epe helfen bei der Beantwortung dieser Fragestellungen die Erfahrungen aus 50 Jahren markscheiderischen Messungen an der Oberfläche (v.a. Nivellement, zunehmend auch GNSS/GPS und Radarinterferometrie) und im Untergrund (Hohlraumvermessungen der Kavernen). Neben den standortspezifischen Gegebenheiten wie Teufe und Salzgeologie ist bei Kavernen die jeweilige Nutzung entscheidend für ihre Bedeutung für das Senkungsgeschehen.

Dabei liegt die größte Herausforderung in der mittel- bis langfristigen Antizipation des zukünftigen Kavernenbetriebs, da die Liberalisierung des Energiemarktes Mitte der 2000er-Jahre zu einer sich mehr an betriebswirtschaftlichen Vorgaben orientierenden Fahrweise der Gasspeicher führte. Seitdem variiert die jährliche Konvergenz (Hohlraumverlust) der Gaskavernen stark, mit in der Folge ebenso veränderlichen Senkungsbeträgen an der Oberfläche.

Die Annahme wahrscheinlicher Szenarien zum zukünftigen Betriebsgeschehen erlaubt trotz alledem verlässliche Senkungsprognosen, basierend auf dem etablierten analytischen Berechnungsmodell nach Sroka/Schober.

Informationen zu verschiedenen Messmethoden (neben den marktscheiderischen sind hier z.B. Beobachtungen des Grundwasserspiegels zu nennen), ihrer Ergebnisse und deren Bewertung sowie die Präsentation der Senkungsprognosen erfolgten in Epe bei mehreren Öffentlichkeitsterminen in den vergangenen Jahren. Dabei war der Rückgriff auf marktscheiderisches Wissen essentiell, um die Informationen korrekt und verständlich zu transportieren.

Bei mittlerweile fast 1 m Senkung im Kavernenfeld Epe und sich neu anbahnenden Nutzungskonzepten wie Wasserstoff- und Druckluftspeicherung ist eine erfolgreiche Kommunikation elementar, um ein gegenseitiges Vertrauen und Verständnis für unternehmerische Ziele einerseits sowie den Sorgen der Bevölkerung andererseits zu entwickeln. Im Folgenden soll das Senkungs- und Umweltmonitoring im Kavernenfeld Epe im Detail vorgestellt werden, ergänzt um die Erfahrungen in der Vermittlung dieser Ergebnisse.

Aufbau einer CCS-Wertschöpfungskette – Vom Werkstor bis zur Senke

Dr. Carsten Scheuer, Wintershall Dea AG, Kassel

Unsere Gesellschaften müssen sich anpassen, um eine Netto-Null-Zukunft zu ermöglichen. Dafür sind die Dekarbonisierung der Wirtschaft und die Reduzierung der Emissionen unerlässlich. Darauf stellt sich Wintershall Dea ein und entwickelt innovative und kohlenstoffarme Lösungen im Carbon Management- und Wasserstoffbereich, um bezahlbare und saubere Energie zu liefern und gleichzeitig die Treibhausgasemissionen zu reduzieren.

Gerade Deutschland als weltweit viertgrößter Industriestandort, aber größter Emittent Europas braucht dringend verfügbare und bezahlbare Lösungen zur umfangreichen Dekarbonisierung seiner Industrie. Daher treibt Wintershall Dea den Aufbau von Wertschöpfungsketten im Bereich Carbon Capture and Storage (CCS) voran mit dem Ziel pro Jahr 20–30 Millionen Tonnen CO₂ bis 2040 einzulagern. Hierbei wollen wir die großen Emittenten in Zentraleuropa mit CO₂-Lagerstätten in Nordwesteuropa verbinden. Das Potential ist gewaltig: Wissenschaftliche Studien haben nachgewiesen, dass die deutsche Nordsee über eine CO₂-Speicherkapazität von rund 20 Milliarden Tonnen verfügt – das entspricht der Menge CO₂, die die gesamte EU zwischen 2016 und 2021 emittiert hat. Dass CCS eine sichere Technologie ist, zeigt der Blick nach Norwegen, wo das Verfahren bereits seit über 25 Jahren erfolgreich umgesetzt wird.

Die Machbarkeit von grenzüberschreitendem CCS hat Wintershall Dea in Dänemark im März dieses Jahres erfolgreich demonstriert: CO₂ aus Industrieprozessen wurde in Antwerpen, Belgien, abgespalten, mit dem Schiff nach Dänemark transportiert und dort sicher und langfristig unterirdisch eingelagert. Weitere Projekte entwickeln wir gerade in Norwegen, den Niederlanden und UK.

Der regionale Fokus Wintershall Deas im Bereich CCS und Wasserstoff liegt derzeit auf Nordwesteuropa. Dennoch gibt es bereits jetzt Initiativen in Bereich Energy Transition (z.B. CCS, Wasserstoff, Methanisierung) in Algerien – ein Wachstumsmarkt vor den Toren Europas. Wintershall Dea möchte diese Entwicklung mit seiner Expertise und Erfahrung unterstützen. Ein enger Austausch mit unserem Partner Sonatrach (Algerisches NOC) findet bereits statt und in Kürze wird u.a. eine „Scientific Technical Cooperation“ unterzeichnet, um den gegenseitigen Wissenstransfer in diesem Bereich zu forcieren.

LIDAR als Planungsgrundlage für LNG-Terminals & Thermographie im Leitungsbau

Sven Jany, Milan Geoservice GmbH, Spremberg

An zwei zeitnahen Projektbeispielen wird ein praxisnaher Überblick zur Planungssicherheit im Bereich der Primärenergieversorgung gegeben. Das erste Projektbeispiel ist die Planung des LNG-Terminals im Bereich Wilhelmshaven. Als Planungsgrundlage ist mittels LIDAR (Light Detection and Ranging) bzw. dem Airborne Laser Scanning Verfahren sowie konformen Digitalen Bilddaten (RGB) der künftige Anlandungsbereich und der Trassenverlauf der Gasleitungstrasse erfasst und prozessiert worden. Die mittlere Flughöhe betrug 400 m und die Lage- und Höhengenaugigkeiten sind kleiner 5 cm für die Lasermesswerte sowie das Digitale 3D Höhenmodell. Zeitgleich sind mittels einer 100 MP Digitalen Kamera Bildauflösungen am Boden von 2 cm erfasst worden.

Im zweiten Projektbeispiel wird technisch das Geschäftsfeld der thermographischen Erfassung einer 380 KV Leitung erläutert. Mittels einer hochauflösenden Thermalkamera werden 100 km E-Leitung am Tag erfasst, um Materialzustand/Materialfehlstellen bis zu möglichen Leitungsabrissen zu erkennen. Aufgrund der regenerativen Energien sowie dem Energieeinspeisungsgesetz werden seitens der Leitungsunternehmen die Lasten (Stromstärke) von 50% auf bis zu 75% erhöht. Im Vortrag wird der komplexe Zusammenhang von der erfassten relativen Temperatur zur absoluten Temperatur des Leiterseils erörtert. Einflussparameter sind neben dem Materialkoeffizienten u.a. die Umgebungstemperatur, Windgeschwindigkeit, Reflektanz der Sonne, Luftfeuchtigkeit, aktuelle Stromstärke auf der Leitungstraverse etc.

Numerische Simulationen zur Rückrechnung und Prognose von Setzungen und Gebirgsdeformation

*Benedikt Wöhrl, Dr. Sven Bock, Christopher Schürmann,
DMT GmbH & Co. KG, Essen*

Die stetige Weiterentwicklung von Mess- und Überwachungstechnik ermöglicht es, Setzungsprozesse und Gebirgsdeformationen mit zunehmender Genauigkeit in numerischen Modellen abzubilden. So können beispielsweise durch Rückrechnungen von bereits aufgetretenen Setzungen oder Deformationen neue Erkenntnisse über bereits erfolgte Schädigungsprozesse im Gebirge gewonnen werden und dabei helfen, den aktuellen Zustand zu bewerten. Gleichzeitig dienen die Messdaten auch zur Kalibration des mechanischen Verhaltens von Modellen und stellen die Basis für Prognoserechnungen dar. So können unterschiedliche Varianten für die Erstellung untertägiger Hohlräume untersucht und ihre Auswirkungen auf Setzungen und Deformationen analysiert und verglichen werden.

Zu Beginn jeder Ausbauplanung weisen die Informationen über die Bodenverhältnisse Lücken und Ungewissheiten auf. Die Unsicherheit wird weiter erhöht durch Vereinfachung einiger Annahmen. Ein gängiger Ansatz für den Umgang mit potenziellen Risiken ist die Durchführung einer Sensitivitätsanalyse und Risikobewertung ausgewählter Parameter und schließlich Annahme der wahrscheinlichsten Boden- und Gebirgseigenschaften, die durch verschiedene Sicherheitsfaktoren angepasst werden. Dieser Ansatz führt in den meisten Fällen zu einem konservativen Ausbaudesign. Zwei Aspekte werden jedoch in der Regel nur unzureichend behandelt: Das Restrisiko und das Potenzial der Entwurfoptimierung. Daher ist es wichtig, Werkzeuge zur Risikominimierung zu verwenden und eine angemessene Überwachung in jeden Planungsprozess einzubeziehen. Anhand von Beispielprojekten wird die Nutzung von Laserscans untertägiger Grubenträume, oder des SafeGuard Systems, für numerische Simulationen gezeigt. Die kontinuierliche Sammlung neuer Daten ermöglicht, ein idealisiertes numerisches Modell um weitere, wichtige Informationen (z.B. Ist-Zustand während Bauarbeiten) zu erweitern. Auf diese Weise wird die Zuverlässigkeit der Simulationen erhöht und die Auswirkungen der Bauarbeiten können besser abgeschätzt werden. Das Vorgehen erleichtert z.B. die Identifikation von Risikobereichen an der Oberfläche oder die Optimierung von Überwachungsmessungen für ein bestimmtes Ausbauszenario.

Die aktuelle Entwicklung konzentriert sich auf die Integration der Ergebnisse von Lasermessungen in numerische Modelle. Aufgrund der großen Menge an Daten, die aus Vermessungen gewonnen werden, ist es notwendig, den Prozess der Datenintegration zu automatisieren. Die aktuellen Ergebnisse zeigen eine Verbesserung der Zuverlässigkeit numerischer Modelle und stellen einen Schritt nach vorne in der Automatisierung

der Gebirgsbeherrschung dar. Obwohl sowohl die erforderlichen Komponenten der Messhardware als auch die geomechanische Software bereits verfügbar sind, befindet sich eine automatisierte Integration der Daten noch in der Entwicklung. Letzteres wird auch eine vollständige Rückverfolgung der Datenerfassung und der Planungshistorie ermöglichen und damit die Projekttransparenz erheblich erhöhen.

14:00–16:00

DMV Mitgliederversammlung

17:00

Tagungsausklang

RWE-Tagebau Inden, Haus Barbara, Zum Hagelkreuz 22,
52249 Eschweiler

WIR NEHMEN ES GENAU –

VERMESSUNG MIT PRÄZISION

LEISTUNGS**PORTFOLIO**

MARKSCHEIDEWESEN

**BETREUUNG
BERGBAUTREIBENDER**

INGENIEURVERMESSUNG

**Glückauf
Vermessung
GmbH**

AERO SENSORIK

3D-LASERSCANNING

**SPEZIALVERMESSUNG
UNTER TAGE**

Glückauf-Vermessung GmbH Sondershausen | Salzstr. 10, 99706 Sondershausen
Fon: 03632 - 71 04 20 | Fax: 03632 - 71 04 19 | info@glueckauf-vermessung.de

WWW.GLUECKAUF-VERMESSUNG.DE

Tagung **UMWELT, ENERGIE** und **ROHSTOFFE**

**Zeitenwende in der Energie-
und Rohstoffversorgung –
Chancen für das
Markscheidewesen**

27.–29. September 2023
Alsdorf (Aachen) im Energeticon

energie-und-rohstoffe.org
Deutscher Markscheider-Verein e.V.

Ursula Welsch
RWTH Aachen University
IFM – Institut für Markscheidewesen
Tel.: +49 241 80 95687
E-Mail: UEuR2023@ifm.rwth-aachen.de

Inken Kienzle
jottkaa Projekt.Konzept GmbH
(Kongress Organisation)
Tel.: +49 221 570 85 54 0
E-Mail: i.kienzle@kongress-welt.de