



BGE TECHNOLOGY GmbH

GESCHÄFTSBERICHT

2024

Gewinn- und Verlustrechnung

für die Zeit vom 1. Januar bis 31. Dezember 2024

Alle Zahlen in T€	2024	2023
1. Umsatzerlöse	6.825	6.361
2. Erhöhung des Bestands an unfertigen Leistungen	149	96
3. Sonstige betriebliche Erträge	53	48
	7.027	6.505
4. Materialaufwand		
a) Aufwendungen für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe und für bezogene Waren	13	17
b) Aufwendungen für bezogene Leistungen	1.435	1.222
	1.448	1.239
5. Personalaufwand		
a) Löhne und Gehälter	3.951	3.658
b) Soziale Abgaben und Aufwendungen für Altersversorgung und für Unterstützung	948	875
	4.899	4.533
6. Abschreibungen auf immaterielle Vermögensgegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen	44	37
7. Sonstige betriebliche Aufwendungen	517	584
	119	112
8. Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge	14	0
9. Zinsen und ähnliche Aufwendungen	10	11
10. Steuern vom Einkommen und vom Ertrag	38	33
	34	44
11. Ergebnis nach Steuern	85	68
12. Sonstige Steuern	0	1
13. Jahresüberschuss	85	67

Inhalt

Editorial	2
Unser Team	4
Über uns	6

WIRTSGESTEIN KRISTALLIN

Erzeugung realitätsnaher Kluftnetze in kristallinen Gesteinen aus Geländedaten	8
Neuer Ansatz zur Szenarienentwicklung für die Langzeitsicherheitsanalyse eines HAW-Endlagers in Kristallingestein	10
Verringerung der Permeabilität von kristallinen Wirtsgesteinen in direkter Umgebung des Endlagerbehälters	12

WIRTSGESTEIN SALZ

Kompaktion von Salzgrus für den sicheren Einschluss	16
Hydraulische Integritätsbewertung eines Schachtverschlusses für ein generisches Endlager in flachlagerndem Steinsalz	18

WIRTSGESTEIN TON

KONRAD – Untersuchungen zur Auswirkung eines Brandes auf die Standsicherheit von Strecken	22
Konzeption von Einlagerungskammern für Abfälle mit geringer Wärmeentwicklung in Sedimentgestein	24
Thermo-hydraulische Modellierung für das In-situ-HotBENT-Experiment im Felslabor Grimsel	26

ALLGEMEIN

Grenztemperatur – Prüfung der Machbarkeit in Bezug auf Einlagerungs- und Rückholungsbetrieb	30
Bewetterungsstrategie für das belgische Endlager für hoch- und mittelradioaktive Abfälle	32

LAGEBERICHT

Grundlagen der Gesellschaft	36
Forschung und Entwicklung	36
Wirtschaftsbericht	36
Ertrags-, Finanz- und Vermögenslage	38
Personal- und Sozialbericht	39
Prognose-, Risiko- und Chancenbericht	39

JAHRESABSCHLUSS DER GESELLSCHAFT / ANHANG

Gewinn- und Verlustrechnung	Umschlag
Allgemeine Angaben	42
Angaben zu den Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden	42
Bilanz	44
Angaben zur Bilanz	46
Angaben zur Gewinn- und Verlustrechnung	48
Haftungsverhältnisse und sonstige finanzielle Verpflichtungen	49
Sonstige Angaben	49
Anlagenspiegel	50
Impressum	53



Liebe Leserin, lieber Leser,

jedes Jahr bringt Änderungen mit sich, mal größere, mal kleinere. Je nach Betroffenheit ist die Wahrnehmung, was eine größere oder kleinere Änderung ist, unterschiedlich. Aber allen aktuellen Herausforderungen und Änderungen zum Trotz schreiten Endlagerprojekte rund um den Globus voran. Beispielsweise haben Kanada den Standort für ein Endlager für hochaktive Abfälle festgelegt und Schweden mit der Vorbereitung ihres Endlagers begonnen. Erfolgreiche Endlagerprojekte für schwach- und mittelaktive Abfälle sind nahezu unzählig. Es scheint in unserem Bereich eine beruhigende Kontinuität zu geben.

Dieser Erfolg verleitet allerdings einige Endlagerorganisationen dazu, ihre Forschungsstrategien zu überdenken: Eine Hinwendung zu einer Forschung, die stärker auf die praktischen Bedürfnisse der Endlagerorganisationen ausgerichtet ist – und damit eine Abkehr von wissenschaftlicher Arbeit ohne direkten Anwendungsbezug. Am weitesten gehen die USA, die ihre Endlagerforschung fast vollständig eingestellt haben. Bedauerlicherweise hat sich

dadurch die internationale Zusammenarbeit in Forschungsprojekten teilweise deutlich erschwert. Gemeinsames Arbeiten an übergeordneten Fragestellungen ist aber nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen sinnvoll, da durch gebündelte Kräfte Ressourcen effizienter eingesetzt werden können. Vor allem aber ist der fachliche Austausch entscheidend – selbst dann, wenn die Forschungsfragen nicht den unmittelbaren Bedarf treffen. Denn voneinander zu lernen, bedeutet auch, gemeinsam weiterzukommen.

Zweifellos gibt es Fälle, in denen Kritik an mangelnder Anwendungsnähe der Forschung berechtigt erscheint. Dennoch liegt die Verantwortung für eine zielgerichtete und bedarfsorientierte Forschungsstrategie in erster Linie bei den Trägern und Gestaltern der jeweiligen Forschungsrahmenprogramme. In Deutschland befinden wir uns diesbezüglich in einer vergleichsweise glücklichen Lage: Dank der kontinuierlichen Förderung durch den Bund unter dem Dach des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit

(BMUKN) sowie durch das Endlagerforschungsprogramm der BGE kann die deutsche Forschungsgemeinschaft insgesamt ihre Arbeit fortsetzen. Trotz insgesamt rückläufiger Mittel gelingt es, essenzielle Beiträge zur Endlagerforschung zu leisten, was auch die wichtige Ausbildung des Nachwuchses sichert. Auch wir konnten – trotz mitunter herausfordernder administrativer Rahmenbedingungen – eine Reihe spannender Projekte realisieren.

Besonders erfreulich ist, dass wir unsere fachliche Kompetenz in allen drei Wirtsgesteinen – Kristallin, Salz und Ton – weiter ausbauen und gezielt in die Arbeit unserer Muttergesellschaft, der BGE, einbringen konnten. Diese breite Expertise macht uns auch international zu einem gefragten Partner. In einer Vielzahl nationaler Programme mit sehr unterschiedlichen regulatorischen und technischen Rahmenbedingungen konnten wir unsere Erfahrungen einbringen und unsere Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen. Auch wenn die Prozesse in den Endlagerprogrammen oft langsam voranschreiten, zeigt unsere Beteiligung auf nationaler wie internationaler Ebene,

dass sich viele Länder ihrer Verantwortung stellen. Es wird intensiv daran gearbeitet, sichere und tragfähige Lösungen für die Entsorgung radioaktiver Abfälle zu entwickeln. Wir sind stolz und dankbar, an dieser wichtigen Aufgabe mitwirken zu dürfen.

Für die vertrauensvolle und konstruktive Zusammenarbeit danken wir allen unseren Partnern und Kunden sehr herzlich. Unser besonderer Dank gilt – wie auch in den Jahren zuvor – unserer Muttergesellschaft, der BGE, für ihre Unterstützung und das stetige Vertrauen. Und vor allem danke ich persönlich den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der BGE TEC.

Ohne ihr außergewöhnliches Engagement, ihren hohen Qualitätsanspruch und ihre Bereitschaft, über das Notwendige hinauszugehen, wäre der Erfolg der BGE TEC in dieser Form nicht möglich gewesen.

Herzlichst

Ihr

Thilo von Berlepsch

Unser Team





Über uns

Die BGE TECHNOLOGY GmbH ging im Jahr 2018 aus der DBE TECHNOLOGY GmbH hervor, die bereits im Herbst 2000 gegründet wurde. Ein wesentlicher Bestandteil unserer Arbeiten besteht in dem Erhalt und Aufbau von endlagerrelevantem Wissen für unsere Muttergesellschaft, der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE). Als unternehmerisch unabhängiges Tochterunternehmen der BGE bieten wir aber auch weltweit Dienstleistungen rund um das Thema Entsorgung radioaktiver Abfälle und ausgedienter Brennelemente sowie für angrenzende Fragestellungen an. Unsere Kunden sind u. a. Endlagerorganisationen, Energieversorger sowie

internationale Organisationen und Forschungseinrichtungen.

Wir entwickeln Konzepte für den Bau und den Betrieb von tiefen und oberflächennahen Endlagern in verschiedenen Wirtsgesteinen und testen dafür z. B. neue Technologien und Prozesse oder erstellen Sicherheitsanalysen. Dies schließt auch die Untersuchung und Erprobung neuer Materialien für die Verfüllung und den Verschluss von Endlagern und Bergwerken ein. Ein Team erfahrener und kompetenter Techniker, Ingenieure und Wissenschaftler entwickelt dabei

Dr. Christian Müller



Forschung und Entwicklung

Philipp Herold



Endlagertechnik

Niklas Bertrams



Nationale Projekte

Dr. Toivo Wanne



Internationale Projekte

Mirko Polster



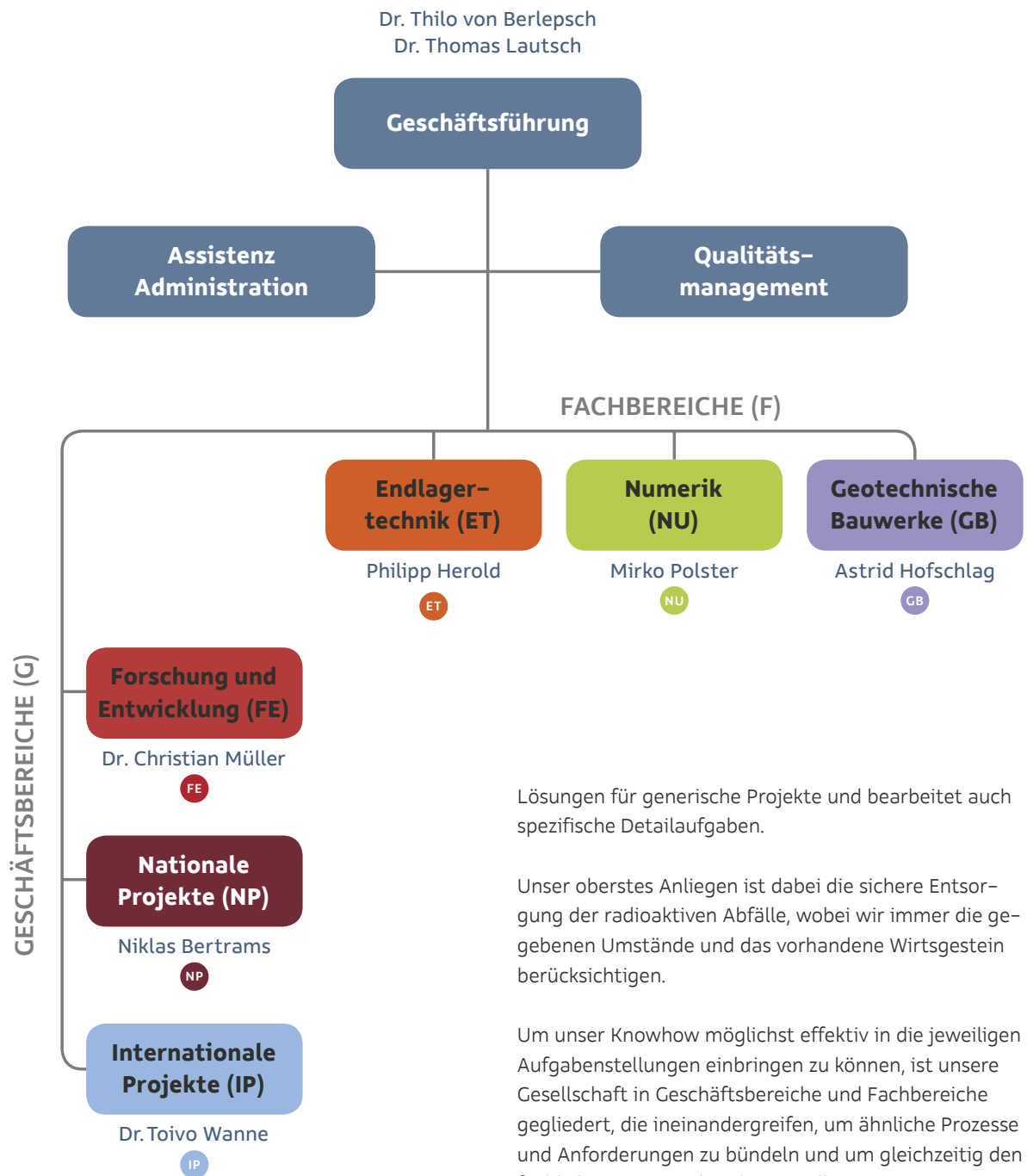
Numerik

Astrid Hofschlag



Geotechnische Bauwerke

Unsere Bereichsleitungen



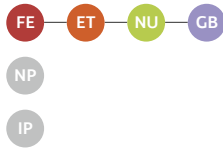
Lösungen für generische Projekte und bearbeitet auch spezifische Detailaufgaben.

Unser oberstes Anliegen ist dabei die sichere Entsorgung der radioaktiven Abfälle, wobei wir immer die gegebenen Umstände und das vorhandene Wirtsgestein berücksichtigen.

Um unser Knowhow möglichst effektiv in die jeweiligen Aufgabenstellungen einbringen zu können, ist unsere Gesellschaft in Geschäftsbereiche und Fachbereiche gegliedert, die ineinandergreifen, um ähnliche Prozesse und Anforderungen zu bündeln und um gleichzeitig den fachlichen Austausch sicherzustellen.

So können wir den Wünschen unserer Kunden optimal gerecht werden und maßgeschneiderte Lösungen entwickeln.

Im Folgenden bieten wir Ihnen einen Auszug aus unseren Projekten, die wir im Jahr 2024 in den verschiedenen Wirtsgesteinen bearbeitet haben.

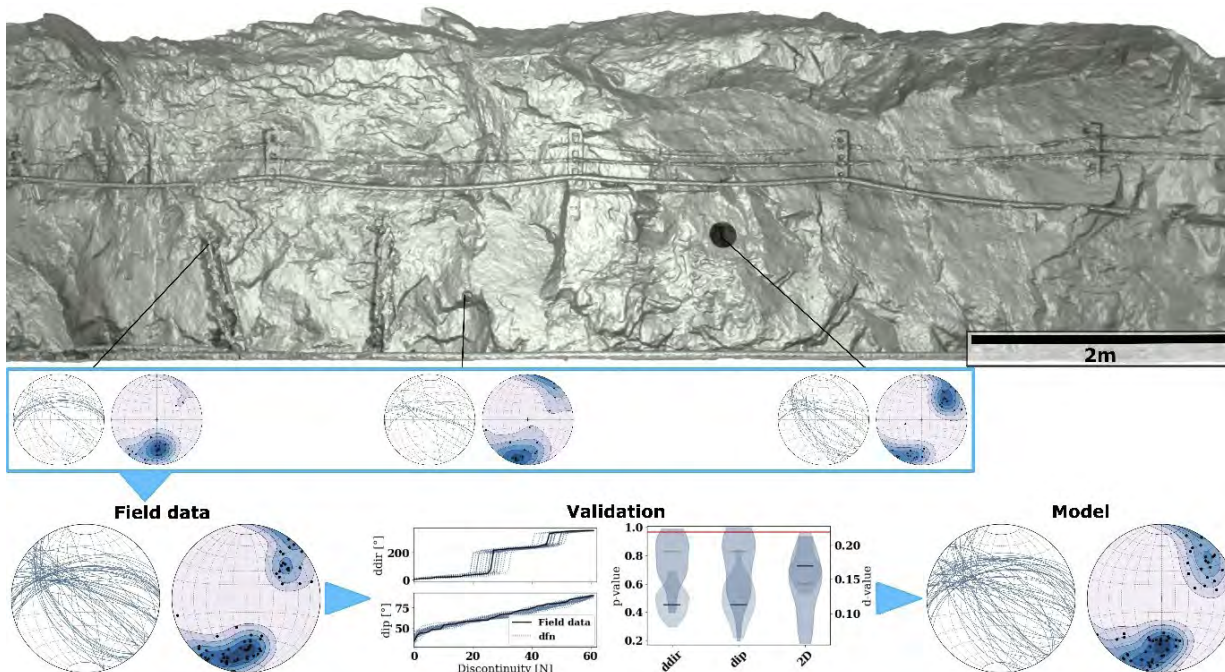


Erzeugung realitätsnaher Kluftnetze in kristallinen Gesteinen aus Geländedaten

Die sichere Endlagerung radioaktiver Abfälle in kristallinen Gesteinsformationen ist weltweit Gegenstand von Forschungsvorhaben. Gegenwärtig werden kristalline Formationen in einer Vielzahl von Ländern als potenzielles Wirtsgestein in Erwägung gezogen, wobei auch in Deutschland kristalline Formationen in die Standortsuche einbezogen werden. Da die hydrologischen und mechanischen Eigenschaften kristalliner Gesteine primär durch ihre Klüftigkeit determiniert werden, ist es insbesondere für die Standortauswahl und Langzeitsicherheitsbetrachtungen von großer Wichtigkeit, das standortspezifische Kluftinventar möglichst realitätsgetreu abzubilden. Da eine direkte Charakterisierung von Kluftnetzwer-

ken nicht möglich ist, kommen stochastische Kluftgeneratoren (DFN-Generatoren) zum Einsatz, wobei die Eingangsparameter aus statistischen Analysen der Geländedaten abgeleitet wurden.

Die BGE TEC ist seit 2022 in das von der BGE finanzierte Forschungsprojekt PRECODE eingebunden, um weitere Kenntnisse hinsichtlich der Eignung kristalliner Gesteine für die Endlagerung zu erlangen. Das Vorhaben zielt darauf ab, in Kooperation mit der RWTH Aachen, im schweizerischen Untertagelabor Bedretto Versuche zur Beschreibung der Auflockerungszone und zur Vergütung von kristallinen Gesteinen durch Injektionen durchzuführen. Es zeigte sich,



Texturierte Punktwolke des Stoßes im Untertagelabor Bedretto. Die im Rahmen des PRECODE-Projektes abgeteufte Bohrungen befinden sich bei Tunnelmeter 2776, 2778 und 2780. Die Orientierungen der in den Bohrlöchern mittels TelevIEWer detektierten Diskontinuitäten sind für jedes Bohrloch in Form

von Großkreisen und Konturen der Flächenpole dargestellt. Der untere Teil der Abbildung zeigt schematisch den Arbeitsablauf zur Erzeugung realitätsnaher Kluftmodelle. Die im Modell erzeugten Orientierungen passen sehr gut zu den Geländedaten und können daher als statistisch äquivalent angesehen werden.

dass eine zuverlässige Charakterisierung der Kluftnetzwerke entscheidend ist, was jedoch meist mit einem hohen Arbeitsaufwand verbunden ist. Um die Generierung belastbarer Kluftmodelle zu verbessern und zu beschleunigen, hat die BGE TEC einen automatisierten Arbeitsablauf zur Parameterextraktion und Validierung von stochastischen Kluftmodellen entwickelt.

Die Identifizierung der Gruppen (Kluftscharen) erfolgt über Methoden des unüberwachten maschinellen Lernens. Zur Abschätzung der optimalen Anzahl an Kluftscharen (Komponenten) werden der Silhouettenkoeffizient und das Bayes'sche Informationskriterium verwendet. Die Parameter der Orientierungsverteilung zur Erzeugung stochastischer Kluftnetzwerke werden automatisiert aus diesen Gruppen abgeleitet. Die abschließende Validierung erfolgt mittels statis-

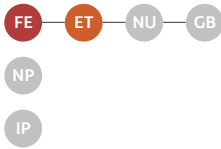
tischer Tests. Es zeigte sich, dass diese Tests einerseits geeignet sind, die optimale Anzahl der Komponenten (Kluftscharen) zu bestätigen. Zum anderen wurde deutlich, dass der Einfluss des zufälligen Anfangswerts (Random Seed) sehr groß ist.

Der entwickelte Arbeitsablauf ist geeignet, den Zeitaufwand für die statistische Analyse und Extraktion der Modellparameter zu verringern. Darüber hinaus ermöglichen die statistischen Tests eine quantitative Analyse der Modelldaten hinsichtlich ihrer Konsistenz mit den Geländedaten, was es wiederum erlaubt, Modelle, die die Geländedaten nicht hinreichend gut abbilden, zu verwerfen. Das Ergebnis sind standortspezifische Kluftmodelle, die hinsichtlich ihrer Diskontinuitätsorientierungen statistisch äquivalent zu den Geländedaten sind.



»Aufgrund ihrer gebirgsmechanisch günstigen Eigenschaften werden kristalline Gesteine in vielen Ländern der Welt als Wirtsgestein für die sichere Endlagerung (hoch-)radioaktiver Abfälle in Betracht gezogen. Die Effektivität der geogenen Barrierewirkung ist bei solchen Lithologien in erster Linie durch die Klüftigkeit bestimmt. Daher ist es von großem Interesse, Methoden zur effizienten Charakterisierung von Kluftnetzwerken zu entwickeln und Verfahren zu erproben, um durch zusätzliche geotechnische Maßnahmen wie Injektionen die langfristige Integrität der Barriere sicherzustellen.«

DR. ULRICH KELKA, Strukturgeologe



Neuer Ansatz zur Szenarienentwicklung für die Langzeitsicherheitsanalyse eines HAW-Endlagers in Kristallingestein

Es ist internationaler Konsens, dass die Sicherheitsbewertung eines Endlagers auf einer umfassenden Beschreibung des Endlagersystems mit Hilfe eines FEP-Katalogs und einer Prognose der potentiellen zukünftigen Systementwicklungen basieren sollte. Für Salz- und Tongesteine wurden in Deutschland Methoden für die Szenarienentwicklung abgeleitet, die auf den Sicherheitsstrategien und den FEP-Katalogen basieren. Diese Arbeiten wurden im Forschungsvorhaben CHRISTA für Kristallingesteine fortgeführt. Der entsprechende FEP-Katalog umfasst 31 Komponenten und 53 Prozesse. Weitere Grundlagen waren ein geologisches Modell sowie Sicherheits- und Nachweiskonzepte und ein modifiziertes KBS-3 Konzept, das an das deutsche Abfallmengengerüst sowie an das deutsche Regelwerk angepasst wurde. In diesem Konzept bilden die Endlagerbehälter und der umgebende Buffer die Hauptbarrieren. Obwohl einige Grundlagen der Methodik von den Sedimentgesteinen übernommen werden konnten, waren gesteins- und sicherheitskonzeptspezifische Anpassungen notwendig.

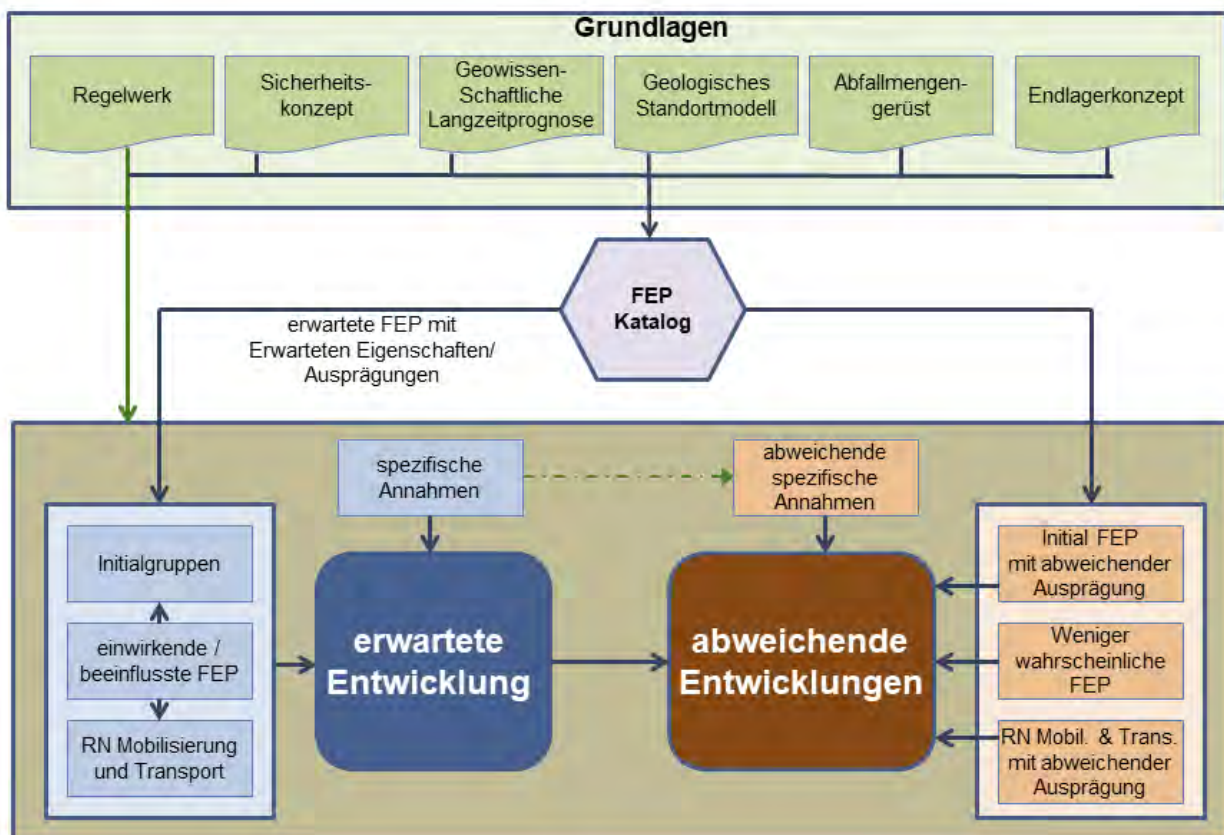
Die Methodik der Szenarienentwicklung basiert auf der Identifizierung wichtiger Barrieren, auf Prozessen, die die Barrierenfunktion beeinträchtigen sowie auf Prozessen, die mit Radionuklidmobilisierung und -transport verknüpft sind. Die letzteren Prozesse treten nur auf, wenn ein Behälter defekt ist. Erfahrungen aus der industriellen Fertigung zeigen, dass bei der Produktion großer Komponentenzahlen Produktionsfehler weder komplett vermieden noch vollständig detektiert werden können. Daher wird auch für die erwarteten Entwicklungen eine geringe Anzahl von Behältern mit unerkannten Defekten unterstellt. Die radiologischen Konsequenzen dieser defekten

Behälter werden durch probabilistische Modellrechnungen bewertet. Dabei haben der Lösungszutritt und die Hydrochemie einen bedeutenden Einfluss auf die Funktionalität des Barrierensystems und den Radionuklidtransport.

In geklüfteten Kristallingesteinen sind Fließpfade schwer prognostizierbar, da sie prinzipiell überall auftreten können. Im ungünstigsten Fall können sie geotechnische Barrieren umströmen. Deshalb sind die Nahfeldeigenschaften entscheidend für die Bewertung der Barrierenfunktion und für den Radionuklidtransport. Daher werden die Barrieren und die umgebenden Komponenten für die Szenarienentwicklung zu „Initialgruppen“ zusammengefasst, die während der Entwicklung des Endlagersystems durch thermische, mechanische, hydraulische und chemische Prozesse beeinflusst werden. Für die Beschreibung von erwarteten Entwicklungen werden die Initialgruppen mit der erwarteten geologischen und klimatischen Standortentwicklung kombiniert. Abweichende Systementwicklungen ergeben sich, wenn für Komponenten weniger wahrscheinliche Eigenschaften und für Prozesse weniger wahrscheinliche Intensitäten angenommen werden.

Die vorgeschlagene transparente Methodik der Szenarienentwicklung kann ein Hilfsmittel bei der Kommunikation zwischen Endlagergesellschaft, Behörden und interessierter Öffentlichkeit sein.

Das Forschungsvorhaben CHRISTA III wird vom Projektträger Karlsruhe im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und Nukleare Sicherheit gefördert.

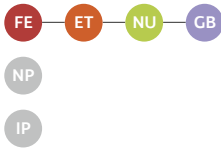


Schematische Darstellung der Methodik zur Szenarienentwicklung in Kristallingesteinen



»Die skandinavischen Endlagerprojekte im Kristallingestein sind weltweit am weitesten fortgeschritten. Darauf aufbauend entwickelt das Forschungsvorhaben CHRISTA Sicherheits- und Nachweiskonzepte für eine Endlagerung in deutschen Kristallingesteinen. Dabei ergeben sich deutliche Unterschiede aufgrund von Regelwerk, Abfallinventar und der Geologie.«

DR. ANDREE LOMMERZHEIM, Geowissenschaftler



Verringerung der Permeabilität von kristallinen Wirtsgesteinen in direkter Umgebung des Endlagerbehälters

Die Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndLSiAnfV) erlaubt für das kristalline Wirtsgestein neben der Ausweisung eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs innerhalb der geologischen Barriere auch die Möglichkeit, den sicheren Einschluss über geeignete technische und geotechnische Barrieren zu gewährleisten (vgl. § 4 Abs. 3 EndLSiAnfV). Im Projekt PRECODE entwickelt und erprobt die BGE TECHNOLOGY GmbH Injektionsmittel, die die Kluftpermeabilitäten im kristallinen Felsgestein möglichst deutlich und langzeitbeständig reduzieren sollen. Erfolgreiche Injektionen verlangsamen Fluidbewegungen im Gebirge und verbessern damit die Isolation der Abfälle. Das Projekt wird von der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) mbH finanziert.

Im Jahr 2024 wurden im Rahmen von In-situ-Experimenten ein partikelfreier und zwei partikelgestützte Injektionsbaustoffe untertage erprobt. Die Referenzrezepturen, die auf Kieselöl bzw. Wasserglas basieren, unterscheiden sich insbesondere in ihren Suspensionseigenschaften. Die Verarbeitung wird zusätzlich durch den beigemischten Härter beeinflusst. Deshalb wurde in einer realen Umgebung untersucht, mit

welcher Ausrüstung und welchen Arbeitsschritten größere Injektionsmengen herzustellen und zu verarbeiten sind. Erst nachrangig ging es auch um den Injektionserfolg und die Reichweite in das Gebirge.

Für die Untersuchungen im Bedretto Underground Laboratory for Geosciences and Geoenergies (BULGG) wurden insgesamt sechs Injektionsabschnitte in zwei ca. 10 m langen Bohrlöchern genutzt. Der jeweils tiefste Abschnitt des Bohrloches wurde mit einem Einfachpacker verschlossen und die Injektion begonnen. In einem Bohrloch erfolgten die Injektionen der Baustoffe gegen das anstehende Wasser. In dem anderen Bohrloch ging der eigentlichen Injektion eine Vorinjektion seiner silikatischen Hauptkomponente voraus. Dabei wurden je Abschnitt jeweils ca. 50 l Vorinjektion bzw. ca. 50 l Injektion bei Drücken von bis zu 10 MPa eingebracht. Vorhergehende Wasserdrucktests hatten gezeigt, dass zwar die Erstinjektion teils deutlich höhere Drücke benötigte, bei den hier vorliegenden Wiederholungsinjektionen dieser Druck aber für eine erfolgreiche Injektion genügte. Fünf der sechs geplanten Versuche konnten erfolgreich durchgeführt werden. Ein Versuch wurde wegen der unzureichen-



Meterstücke von Bohrkernen des Bohrloches TM2780



Versuchsaufbau für die Baustoffinjektionen im Untertagelabor (BULGG)

den Qualität des Injektionsmittels während und nach dem Mischvorgang abgebrochen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Herstellung und Verarbeitung der Injektionen durch die Versuche optimiert wurden. Die während der Injektion

gewonnenen Messdaten sowie ergänzende Ergebnisse aus einer Überbohrung signalisieren eine Abdichtung des untersuchten Gebirgsbereiches. Damit bilden die Ergebnisse einen Beitrag für tiefergehende Untersuchungen bzw. für die Übertragung auf andere Einsatzorte.

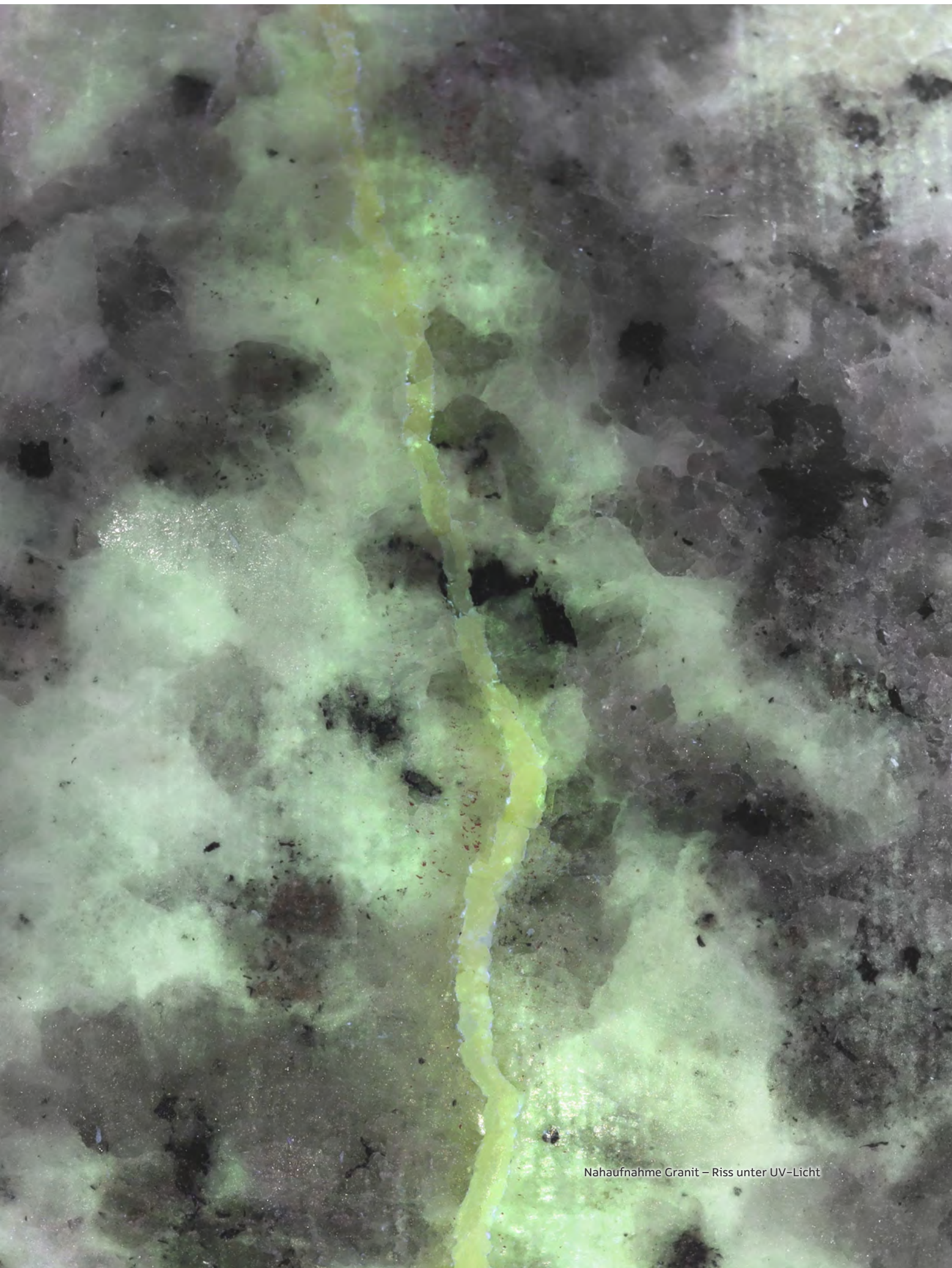


»Die Endlagerung und auch das Projekt PRECODE benötigen das Zusammenspiel unterschiedlichen Disziplinen. Schon bei der Zusammenarbeit ist nicht nur der Inhalt, sondern auch seine Vermittlung entscheidend für den gemeinsamen Weg und für den Erfolg des Projektes. Als persönlichen Erfolg werte ich den Sprung aus definierten Bedingungen in eine versuchsweise Anwendung.«

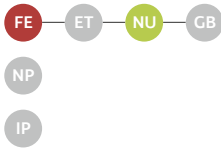
DR. ANDREAS KELLER, Bergbauingenieur



Nahaufnahme Granit – Verfüllter Riss unter Tageslicht



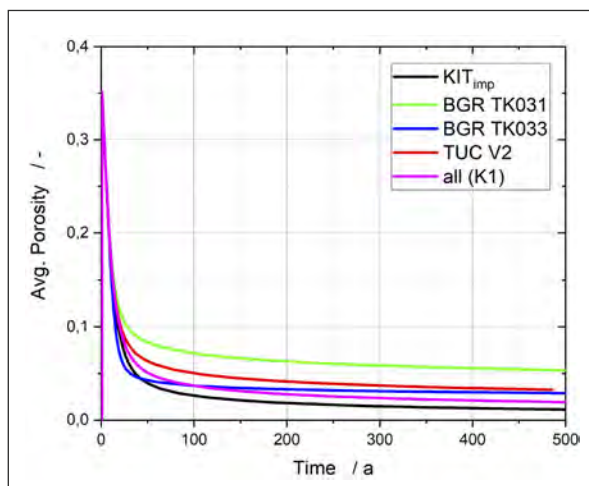
Nahaufnahme Granit – Riss unter UV-Licht



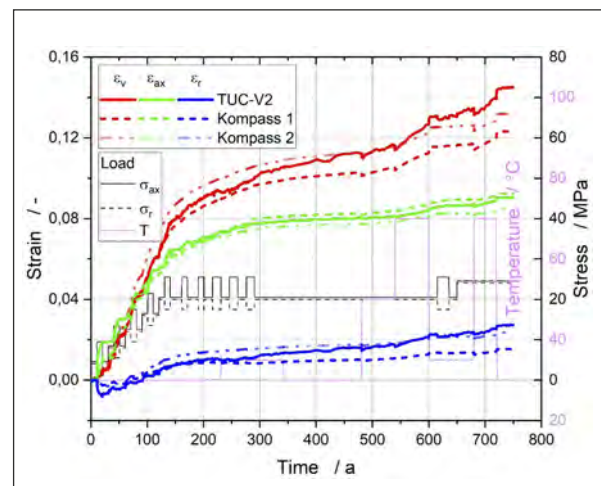
Kompaktion von Salzgrus für den sicheren Einschluss

Langzeitwirksame Dichtelemente sind essentiell in dem Sicherheitskonzept für ein mögliches Endlager für wärmeentwickelnde, hochradioaktive Abfälle im Wirtsgestein Steinsalz. Die Dichtelemente sind Teil eines Verschlussystems für Strecken und Schächte und werden auf Basis von einem qualifiziert eingebrachten Salzgrus errichtet. Die Funktion von Salzgrus als geotechnische Barriere stellt einen Paradigmenwechsel in der Sicherheitsfunktion von Salzgrus dar, der im Standortauswahlgesetz von 2017 dokumentiert ist. In der Vergangenheit wurde Salzgrus vorrangig als Füllmaterial mit zeitlich sich entwickelnder Stützfunktion für das umgebende Wirtsgestein betrachtet. Für die nun vorgesehene Verwendung von Salzgrus als geotechnische Barriere ist dessen Nachweis zur langzeitigen Funktionsfähigkeit essentiell.

Das KOMPASS-II Projekt ist das Nachfolgevorhaben zum KOMPASS-I Projekt. Es war ein internationales Gemeinschaftsprojekt der Projektpartner BGE-TEC, BGR, COVRA, GRS, IfG, SANDIA, TU Clausthal, Universität Utrecht und war vom Projektträger PTKA im Zeitraum 07/2021 bis 06/2023 gefördert worden. Das Ziel bestand darin, das Verständnis für die thermisch-hydraulisch-mechanisch (THM) gekoppelten Prozesse zu verbessern und somit die wissenschaftliche Grundlage zur Verwendung von Salzgrus für den langzeitlichen Einschluss von wärmeentwickelnden, hochradioaktiven Abfällen in Steinsalz zu stärken. Dazu wurden experimentelle Studien auf Basis von Langzeitkompaktionsexperimenten mit mikrostrukturellen Untersuchungen und numerischen Modellierungen miteinander verbunden. In der numerischen



Demonstrator:
Berechnete gemittelte
Porosität des Streckenquerschnitts in Abhängigkeit von der Zeit
für versuchsspezifisch angepasste Parametersätze



TUC-V2: Gemessenes Verhalten im Vergleich mit dem in KOMPASS I und KOMPASS II berechneten Verhalten

Modellierung wurde eine adäquate Beschreibung des Kompaktionsprozesses und der Einflussparameter angestrebt sowie eine robuste und zuverlässige Prognose mit validierten Stoffmodellen für die Langzeitsicherheit.

Die experimentellen Untersuchungen des Langzeitkompaktionsverhaltens fokussierten sich auf den Einfluss der mittleren Spannung, der deviatorischen Spannung und der Temperatur auf das Kompaktionsverhalten von Salzgrus. Die Mikrostrukturuntersuchungen beschäftigten sich mit den Einflüssen der Vorkompaktionsmethode, des Feuchtegehalts und der Korngrößen/-verteilung auf die mikrostrukturellen Deformationsmechanismen und deren Beitrag zur übergeordneten Kompaktion von Salzgrus.

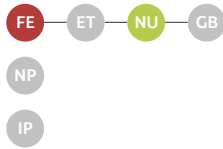
Auf der Basis der gewonnenen experimentellen und mikrostrukturellen Daten wurden die verfügbaren Stoffmodelle verbessert, und geeignete Parametersätze wurden im Hinblick auf die ausgewählten experimentellen Daten angepasst. Anhand von Vergleichsberechnungen mit einem virtuellen Demonstrator wurden die Ergebnisse der Projektpartner vergleichend gegenübergestellt.

Mittlerweile hat mit dem Projekt MEASURES ein weiterführendes Projekt begonnen. Zusätzlich zur Weiterführung der Arbeiten rückt eine hydraulische Betrachtungsweise mehr in den Vordergrund. Zum Projekt MEASURES wird in einem folgenden Geschäftsbericht berichtet werden.



»Mit dem Standortauswahlgesetz von 2017 ist bei den Sicherheitsfunktionen von granularem Salz ein Paradigmenwechsel vollzogen worden, hin zu einem Material mit Barrierewirksamkeit in seinem Langzeitverhalten. Dieser Wechsel stellt vertiefte Anforderung an das Prozessverständnis und die Prognosefähigkeit dieses Materials unter Endlagerbedingungen, dessen Erfüllung nur in einem multidisziplinären und hier auch internationalen Team gelingen wird.«

CHRISTIAN LERCH, Maschinenbauingenieur

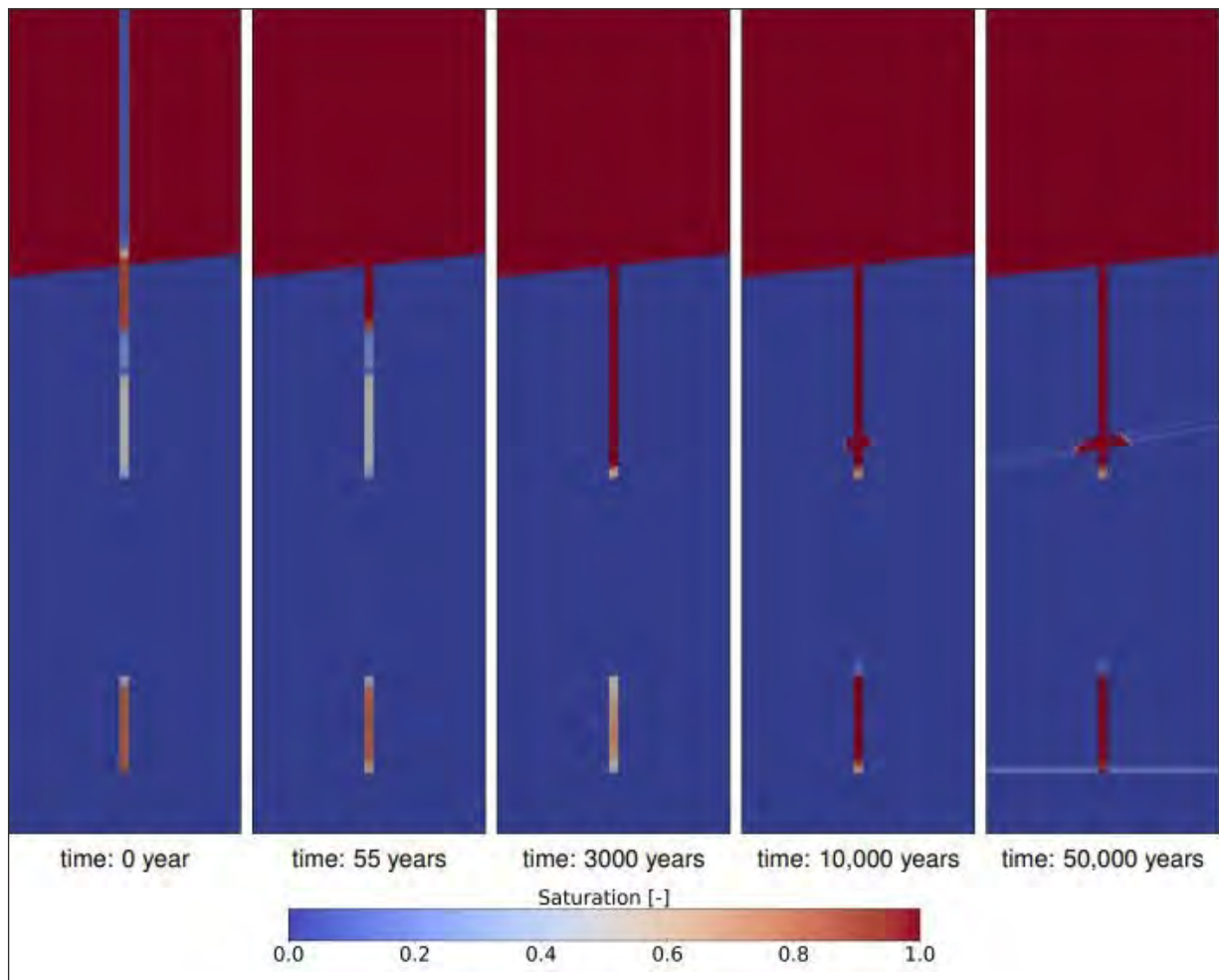


Hydraulische Integritätsbewertung eines Schachtverschlusses für ein generisches Endlager in flachlagerndem Steinsalz

Im Rahmen des deutsch-amerikanischen Kooperationsprojektes RANGERS wurde bei BGE TECHNOLOGY GmbH in Zusammenarbeit mit Sandia National Laboratories erstmals eine vollständige hydraulische Integritätsbewertung eines Schachtverschlusses für ein generisches Endlager in flachlagerndem Steinsalz durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten mit Hilfe des Open-Source-Simulators OpenGeoSys. Das Modell umfasst ein 820 m

hohes, 8 m Durchmesserbreites Schachtverschlussbauwerk in einer geologischen Formation, das vom Quartär bis in den Salzstock hineingeht.

Die zugrunde gelegte Verschlusskonfiguration basiert auf dem Prinzip der Diversität: zwei Magnesia-Beton-Plugs, ein Bentonitdichtkörper, ein Salz-Ton-Gemisch, ein Bitumen-Kies-Element sowie zwei geopferte Kiesabschnitte wirken seriell zur Reduktion advektiver Strö-



Sättigungsverteilung im Schacht und im Nahfeld in der Frühphase über die Zeit

mung und als Redundanz zu Streckendichtungen und Salzversatz. Die hydraulischen Anfangswerte reichen von 10^{-9} m^2 (Kies) bis $1,3 \times 10^{-19} \text{ m}^2$ (Bitumen-Kies).

Die Simulation berücksichtigt zwei Nutzungsphasen: eine intakte Phase über 50.000 Jahre, sowie eine degradierte Phase bis 1 Mio. Jahre. Dabei sinkt die Dichtwirkung einzelner Barrieren um eine Größenordnung. Die Auswertung zeigt: Nach 55 Jahren ist der obere Kiesabschnitt gesättigt, jedoch erfolgt keine Durchströmung bis zum Einlagerungsbereich. Selbst bei reduzierter Barrierenintegrität stellt sich hydrostatischer Druckausgleich erst nach ca. 80.000 Jahren ein – ein Zeitraum, in dem sich der Salzversatz bereits konsolidiert hat.

Ein zentrales Bewertungskriterium war die maximal aufnehmbare Laugenmenge im infrastrukturseitigen Schachtbereich. Bei einem Zwei-Schacht-Layout werden bis zur 50.000-Jahres-Marke unter 20.000 m^3

Wasser eingetragen; die vollständige Sättigung ($\sim 150.000 \text{ m}^3$) wird erst bei 77.500 Jahren erreicht. Die Studie empfiehlt daher, die Reservoirkapazität auf die funktionale Lebensdauer auszulegen – etwa 40.000 m^3 – um hydraulische Einwirkungen auf die Streckendichtungen frühzeitig zu begrenzen.

Die Ergebnisse bestätigen, dass das mehrstufige Schachtverschlusskonzept einen robusten hydraulischen Widerstand über die geforderte Nachbetriebsphase gewährleistet. Aufbauend auf diesen Ergebnissen sollen künftige Untersuchungen verstärkt THM-Kopplungen, Materialunsicherheiten und geologische Variabilitäten einbeziehen.

Unsere Aktivitäten im Forschungsvorhaben RANGERS wurden vom Projektträger Karlsruhe im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und Nukleare Sicherheit gefördert.



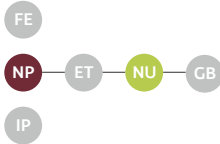
»Es war eine Ehre, ein großartiges Team aus deutschen und amerikanischen Wissenschaftlern und Ingenieuren im Projekt RANGERS zu führen. Dieses Projekt hat die transatlantische Zusammenarbeit vertieft und die Sicherheitsansätze für Salzendlager in beiden Länder nähergebracht.«

ERIC SIMO, Bauingenieur



Schachtanlage Konrad:
Entstehung Lüftergebäude Schacht Konrad 2



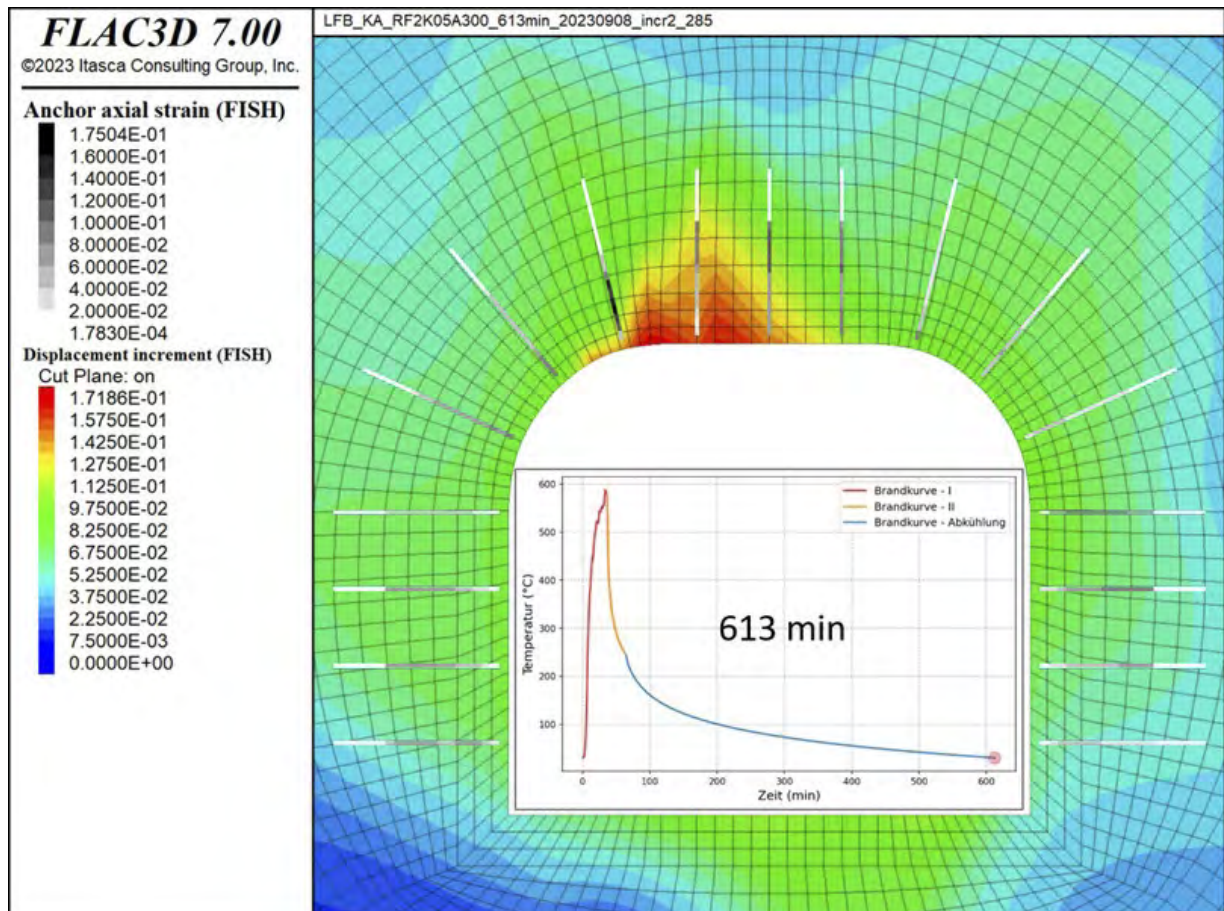


KONRAD – Untersuchungen zur Auswirkung eines Brandes auf die Standsicherheit von Strecken

Das ehemalige Eisenerzbergwerk Schacht Konrad (bei Salzgitter, Deutschland) wird derzeit zu einem Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung umgebaut. Unsere Muttergesellschaft BGE (Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH) ist für den Bau und den späteren Betrieb dieses Endlagers verantwortlich.

Konrad wird das erste Endlager in Deutschland sein, das nach Atomrecht genehmigt wird. Die entsprechende Genehmigung (Planfeststellungsbeschluss

Mai 2002) basierte auf dem damaligen Stand von Wissenschaft und Technik. Aufgrund des langen Zeitraums seit der Genehmigung haben sich einige rechtliche Vorgaben (Gesetze, Verordnungen oder Normen) geändert. Aus diesem Grund führt die BGE auf freiwilliger Basis eine Bewertung der sicherheitstechnischen Anforderungen für das Endlager Konrad nach dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik durch – das Projekt ÜsiKo (<https://www.bge.de/de/konrad/themenschwerpunkte/themenschwerpunkt-uesiko/>).



Thermisch induzierte Verschiebungen und Ankerbelastung infolge Brand am Ende der Abkühlphase

In Phase 1 der ÜSiKo wurde teilweise der Bedarf für eine Neubewertung festgestellt und einige Änderungen als relevant für die Sicherheitsanalysen identifiziert. Eine Aktualisierung dieser erfolgte in Phase 2. Unter anderem wurde hierbei die Auswirkung eines Brandes, der durch ein brennendes Transportfahrzeug verursacht werden könnte, auf die Standsicherheit von Strecken und deren Ausbau- und Sicherungssysteme untersucht. Die BGE TECHNOLOGY GmbH unterstützte dies durch gebirgsmechanische Analysen und Bewertungen, z. B. hinsichtlich der Ankerintegrität und der Stabilität der Einlagerungskammern. Ziel der Untersuchungen war es, einen möglichen thermisch bedingten Stein- bzw. Löserfall zu identifizieren und, falls dies nicht ausgeschlossen werden kann, Größe und Gewicht des Gebirgskörpers als dynamische Einwirkung auf die Abfallbehälter zu bestimmen.

Es wurden mehrere thermomechanisch gekoppelte Simulationen durchgeführt, wobei eine vom Unterauftragnehmer der BGE, dem TÜV Süd, ermittelte

thermische Belastungskurve („Brandkurve“) mit einer Dauer von ca. 1 Stunde und einer Maximaltemperatur von ca. 600 °C an der Firste durch einen angenommenen Brand des Transportfahrzeugs zugrunde gelegt wurde. Selbst unter sehr konservativen Annahmen bezüglich thermischer und geomechanischer Belastungen und geologischer Verhältnisse (Annahme von Gesteinsschichten mit geringster Festigkeit) ist die Standsicherheit der Einlagerungskammern gegeben. Im Hinblick auf die Tragfähigkeit der Anker haben sich die vollverklebten Stahlanker gegenüber den Spreizhülsenankern als sehr vorteilhaft erwiesen. Sie behalten im Brandfall über weite Bereiche ihre Funktion und versagen nur über wenige dm Länge in Konturnähe. Lediglich für kleinräumige Bereiche in der Firste konnte das damit verbundene Herabfallen kleiner Teile aufgelockerten Gesteins nicht ganz ausgeschlossen werden. Dynamische Analysen des TÜV Süd zeigten jedoch, dass auch in diesem Fall und unter ungünstigsten Aufprallbedingungen die Integrität der Abfallbehälter gegeben ist.



»Als Geotechniker stehe ich oft vor einem "Nachweisproblem": man ist zuversichtlich, dass etwas funktionieren wird – der rechnerische Nachweis hierfür ist jedoch schwierig. Daher bin ich froh darüber, diese oft frustrierende Situation durch neue Simulationstechniken lösen zu können und – besser noch – die Ergebnisse auch durch Beobachtungen oder Versuche bestätigt zu sehen.«

MIRKO POLSTER, Dipl.-Ing. Geotechnik/Bergbau

FE

NP

IP

ET

NU

GB

Konzeption von Einlagerungskammern für Abfälle mit geringer Wärmeentwicklung in Sedimentgestein

Im Rahmen des Rahmenabkommens „Integrated project on backfill development for the range of geological environments and waste types“ mit Jacobs, jetzt Amentum, realisierte die BGE TECHNOLOGY GmbH unterschiedliche Teilaspekte rund um die Entwicklung von Versatzmaterial im Kontext des britischen Endlagerprogramms. Eine der Fragestellungen war eine Bewertung, inwieweit auf einen Versatzeinbau nach der Einlagerung verzichtet werden kann und wie die Einlagerungskammern dazu gestaltet sein müssten.

Für die Endlagerung von schwach wärmeentwickelnden Abfällen (low heat generating waste nach der britischen Terminologie) in Sedimentgestein geringerer Festigkeit (Low Strength Sedimentary Rock nach der britischen Terminologie) liegt ein generisches Einlagerungskonzept als Kammerlagerung vor. Das eigentliche Design der Kammern hängt von verschiedenen Randbedingungen ab, die von der geologischen Umgebung selbst, aber auch von technischen Aspekten wie z. B. dem Behälterdesign, der Entsorgungstechnik sowie dem technischen Barrierensystem (EBS), dem Abdichtungskonzept und langfristigen Aspekten wie der Gasentwicklung oder der Veränderung von Betonstrukturen gegeben sind. Hinzu kommen weitere Aspekte wie die allgemeine Auslegung des geologischen Endlagers, das Bewetterungskonzept, der Strahlenschutz während des Betriebs oder der Aspekt der Rückholbarkeit. Weiterhin sollten in die Überlegungen erst eine Kostenschätzung der Errichtungskosten, Anforderungen an die Qualitäts-

sicherung, das verbleibende Hohlraumvolumen und der CO₂-Fußabdruck des Konzeptes mit einbezogen werden.

Für die Entwicklung des Kammerdesigns mit einem entsprechenden Auffahrungs- und Ausbaukonzept sind grundlegende Kenntnisse über die zuvor genannten Faktoren und deren Wechselwirkungen erforderlich. Hier kann im Wesentlichen zwischen den Umgebungsbedingungen und den technischen Randbedingungen unterschieden werden. In diesem Fall sind durch das Design der Einlagerungsgebäude klare technische Randbedingungen gegeben, um das Kammerkonzeppt daraus zu entwickeln. Ausgehend von gestapelten Behältern ist es möglich, den Mindestquerschnitt des Einlagerungsbereiches zu bestimmen. Toleranzen und Sicherheitsabstände sind ebenso zu berücksichtigen wie der Platzbedarf der Einlagerungstechnik. Diese technisch notwendigen Flächen und Querschnitte sind in die Kammergeometrie einzubetten. Die Kammergeometrie selbst ist im vorliegenden Fall nur vage definierbar, da nur allgemeine Aussagen zu den Gebirgseigenschaften vorliegen. Gleiches gilt für das Ausbaukonzept. Unter verschiedenen Annahmen war es möglich, eine beispielhafte Kammergeometrie zu beschreiben. Exemplarisch wurden an dieser Geometrie die unterschiedlichen Teilaspekte wie technische Machbarkeit, betriebliche und radiologische Sicherheit, Rückholbarkeit etc. bewertet.

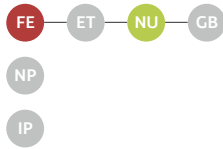


Schachtanlage Konrad – Werkstatt



»Die Entwicklung von Einlagerungskonzepten wird immer von einer Vielzahl von Einflussfaktoren bestimmt. Diese Einflüsse zu identifizieren und Wechselwirkungen zu erkennen, ist wesentlich für die Konzeption. Spannend daran ist, dass innerhalb der so entstehenden Lösungsräume verschiedene Lösungen, also Konzepte, gefunden werden können.«

PHILIPP HEROLD, Bergbauingenieur



Thermo-hydraulische Modellierung für das In-situ-HotBENT-Experiment im Felslabor Grimsel

Bentonit wird aufgrund seiner günstigen hydraulischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften in vielen Ländern als Bestandteil von geotechnischen Barrieren in Endlagerkonzepten vorgesehen. In einem Endlager für hochradioaktive Abfälle ist es wichtig, die Auswirkungen der Wärmeentwicklung auf die Sicherheitsfunktion der Bentonitmaterialien zu verstehen und zu bewerten. Das HotBENT-Projekt besteht aus einem In-situ-Experiment im Felslabor Grimsel, das zum Ziel hat, die Auswirkungen hoher Temperaturen, d. h. bis zu 200 °C, auf die geotechnischen Bentonitbarrieren zu untersuchen.

Im Rahmen des Forschungsprojekts Benterest wurde die BGE TECHNOLOGY GmbH von der BGE beauftragt, das In-situ HotBENT-Experiment im Felslabor Grimsel numerisch zu modellieren, um eine rechnerische Simulation von gekoppelten THM-Prozessen in Bentonit bei Temperaturen bis zu 200°C zu ermöglichen. Gemeinsam mit internationalen Partnern bestehend aus Nagra (Schweiz), NWS (UK), NUMO und Obayashi (Japan), NWMO (Kanada), SURAO (Tschechien), USDoE (USA), BGR (Deutschland), ENRESA (Spanien), KORAD (Korea) werden die Modellierungsansätze im Hinblick auf HotBENT-relevante Prozesse entwickelt und erprobt.

Das In-situ-HotBENT-Experiment wurde entwickelt, um die Bedingungen nachzubilden, wie sie in einem tiefen geologischen Endlager für hochradioaktiven Abfall herrschen. Die höheren Behälterladungen oder geringeren Abstände zwischen den Endlagerbehältern können zu höheren Temperaturen führen. Im Experiment wird das Verhalten des Bentonit-Buffermaterials unter hoher Wärmebelastung (bis zu 200 °C) durch die eingebauten Heizkörper sowie unter dem Einfluss der Wasseraufnahme aus dem umgebenden Wirtsgestein untersucht.

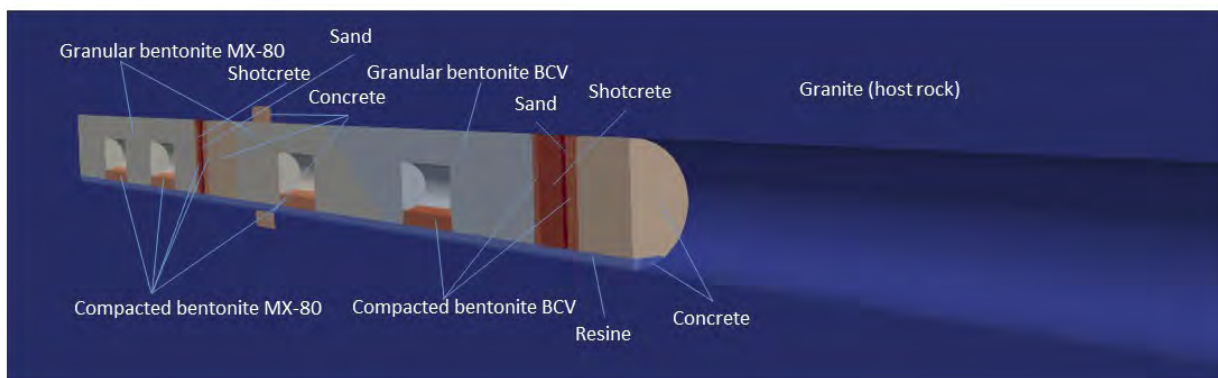
Dabei treten im Bentonitbuffer verschiedene Prozesse auf, die gleichzeitig ablaufen und auf komplexe Weise miteinander in Wechselwirkung stehen. In den Bereichen mit erhöhten Temperaturen kommt es zu Verdunstung, Entsättigung und Austrocknung, während in kühleren Zonen durch Wasseraufnahme eine Quellung des Bentonits einsetzt.

Obwohl die Geometrie des Experiments nicht übermäßig komplex ist, gestaltet sie sich dennoch nicht ganz einfach – unter anderem wegen der verschiedenen Bestandteile wie Heizkörper, Bentonitbuffer und den darunterliegenden Basiselementen.

Zusätzlich erschwert das komplexe Materialverhalten – insbesondere das Zusammenspiel von Wasser- und Dampffluss sowie Deformationsprozessen – die genaue Erfassung der Systemdynamik.

Daher bleibt es eine große Herausforderung, das langfristige und zeitlich veränderliche Verhalten dieses Systems, wie es im Rahmen des HotBENT-Experiments beobachtet wird, präzise vorherzusagen und zu bewerten.

Für den Vergleich und die Parametrisierung von dreidimensionalen thermo-hydraulischen Modellierungen verwenden wir die aktuellsten experimentellen Daten. Zudem werden die numerischen Herausforderungen im Zusammenhang mit der Parametrisierung des Modells diskutiert. Außerdem ist demnächst die Implementierung eines Bentonitmodells vorgesehen, um das mechanische Verformungsverhalten im Bentonit zu berücksichtigen und die THM-Modellierung zu ermöglichen.



Numerisches Modell in OpenGeoSys zur Simulation des HotBENT-Experiments



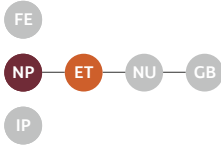
»Zur Sicherstellung der Integrität geotechnischer Bentonitbarrieren bei hohen Temperaturen sind gekoppelte numerische Berechnungen erforderlich. Die Zusammenarbeit mit internationalen Partnern im Rahmen des HotBENT-Projekts gibt die Möglichkeit, die Modellierungsansätze zu entwickeln und das Verständnis des Materialverhaltens von Bentonit durch Modellierung anhand der Datenbasis aus Überwachung und Laborexperimenten zu erweitern.«

DR. VICTORIA BURLAKA, Mathematikerin



Tonstein mit Fossilien





Grenztemperatur – Prüfung der Machbarkeit in Bezug auf Einlagerungs- und Rückholungsbetrieb

Gemäß § 27 Abs. 4 des Standortauswahlgesetzes (StandAG) wurde für die geologische Tiefenlagerung eine maximale Grenztemperatur an der Behälteraußenfläche für wärmeentwickelnde Abfälle von 100 °C festgelegt: „Solange die maximalen physikalisch möglichen Temperaturen in den jeweiligen Wirtsgesteinen aufgrund ausstehender Forschungsarbeiten noch nicht festgelegt worden sind [...]“.

Zur Untersuchung einer wissenschaftlich begründeten Festlegung der Grenztemperatur in den verschiedenen Wirtsgesteinen wurden durch die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH (GRS) und die BGE TECHNOLOGY GmbH (BGE TEC) im Auftrag der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) folgende Arbeiten durchgeführt:

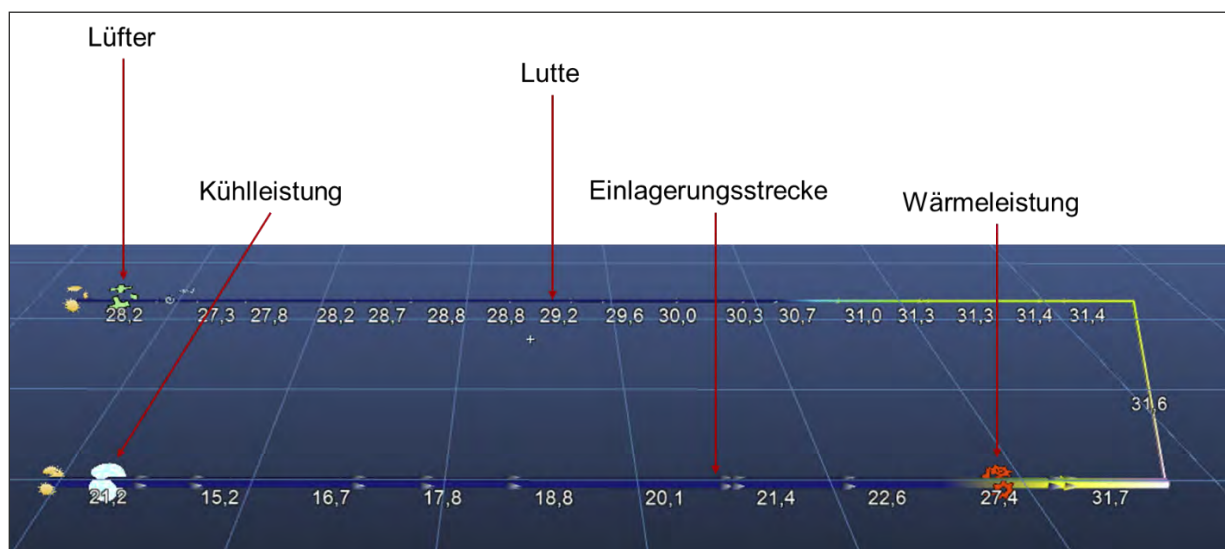
- Erarbeitung eines geeigneten wirtsgesteins-spezifischen Temperaturbereichs für die Grenztemperatur aus Sicht der Langzeitsicherheit (GRS).
- Prüfung dieser Grenztemperaturen im Hinblick auf die Machbarkeit des Einlagerungs- und des Rückholungsbetriebs (BGE TEC).

Aus den Betrachtungen der GRS zur Langzeitsicherheit gehen folgende mögliche Grenztemperaturen hervor, welche von der BGE TEC auf eine Machbarkeit hinsichtlich Einlagerungsprozess und möglicher Rückholung untersucht worden sind:

- Steinsalz: 170 °C
- Tongestein: 120 °C
- Kristallines Wirtsgestein: 110 °C
(Anmerkung: Nachträglich auf 100 °C angepasst ohne Einfluss auf das Prüfergebnis)

Abseits der gewählten Grenztemperatur wurde dafür auf die Endlagerkonzepte der BGE mbH für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (rvSU) zurückgegriffen. Für Steinsalz und für Tongestein wird demnach von einer Streckenlagerung ausgegangen. Für Kristallingestein wird die vertikale Einlagerung einzelner Behälter nach Vorbild des skandinavischen KBS-3V Konzepts betrachtet.

Die Analyse konzentrierte sich ausschließlich auf die Machbarkeit des Rückholungsbetriebs, da die thermischen Bedingungen dabei deutlich herausfordernder



VentSim™-Modell zur Darstellung der Umgebungstemperatur im bewetterten Rückholungsbereich im Tongestein mit einer Grenztemperatur von 120 °C



Schachtanlage Asse: Nachschnitt am Standpunkt der Strömungsbarriere SB-725-3

sind als bei der Einlagerung. Als Rückholungszeitpunkt wurde die maximale thermische Belastung angenommen, womit weniger kritische thermische Fälle ebenfalls eingeschlossen sind. Als limitierender Faktor für die mögliche Rückholung gilt das Bereitstellen eines Umgebungsklimas, dass der KlimaBergV entspricht und demnach den Einsatz von Personal möglich macht.

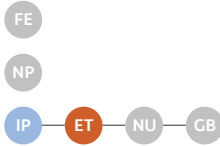
Die Prüfung der Machbarkeit in Abhängigkeit von der Grenztemperatur wurde durch Modellierungen in VentSimTM unterstützt. Als Modellparameter

wurden unter anderem das Streckenlayout, der Bewetterungs-Volumenstrom, die Kälteleistung der Wetterkühler, die Wärmeleistung der Endlagergebinde entsprechend vorangegangener Arbeiten der BGE TEC, die eingebrachte Wärme durch den Vortrieb, die einströmenden Wetter und die Gebirgseigenschaften berücksichtigt. Als Ergebnis konnte die Machbarkeit einer Rückholung für alle 3 Wirtsgesteine nachgewiesen werden, allerdings konnte für die Grenztemperatur im Steinsalz von 170 °C ein erhöhter technischer Anspruch, besonders in großen Teufen, identifiziert werden.



»Der Bau, Betrieb und Verschluss eines Endlagers für radioaktive Abfälle ist ohne den Einsatz von Fachkräften nicht möglich. Daher ist es essenziell, Rahmenbedingungen zu schaffen, die ein sicheres, faires und angenehmes Arbeitsumfeld gewährleisten und zusätzlich die technischen Grenzen berücksichtigen.«

JULIANE LEONHARD, Bergbau- und Maschinenbauingenieurin



Bewetterungsstrategie für das belgische Endlager für hoch- und mittelradioaktive Abfälle

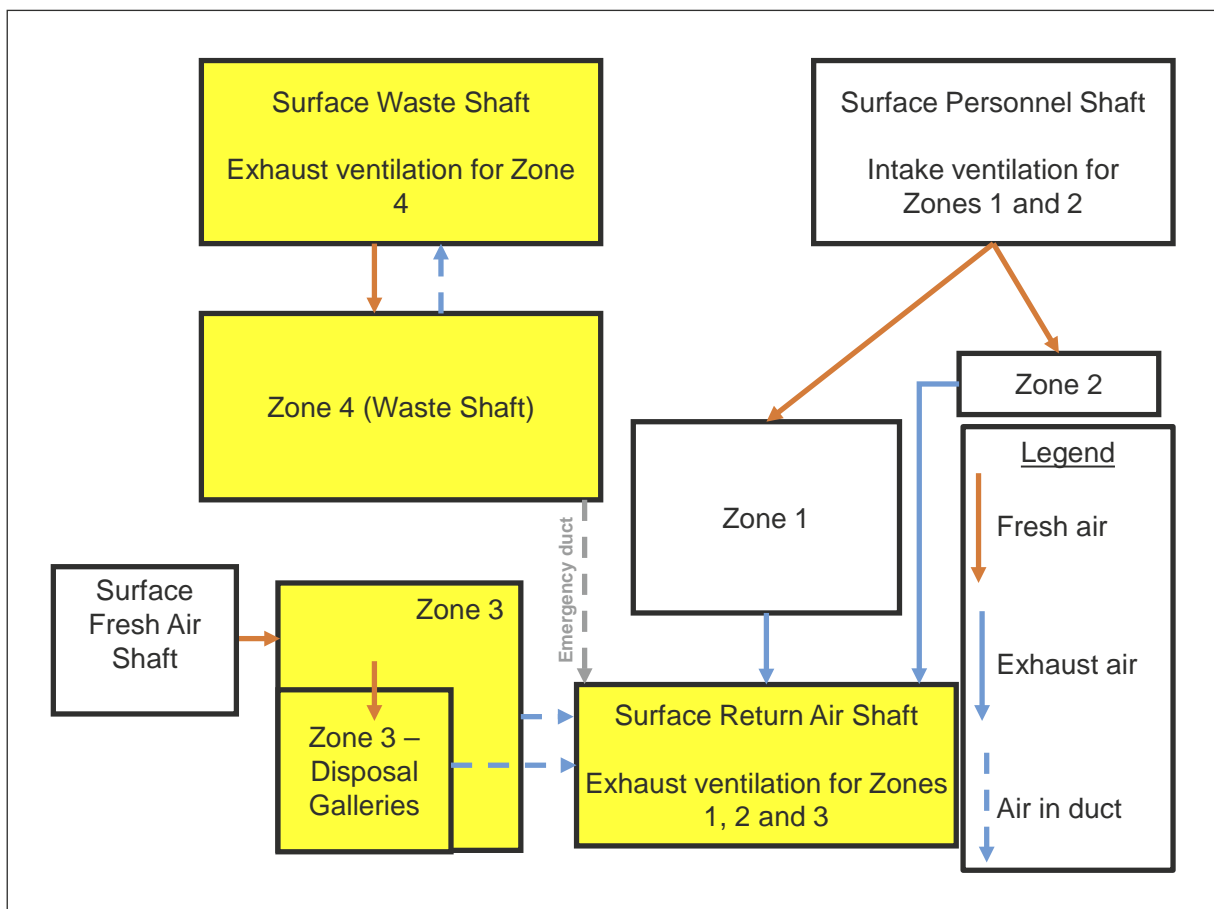
Ondraf/Niras entwickelt derzeit eine Referenzlösung für die geologische Endlagerung von radioaktiven Abfällen der Kategorien B&C. Bei der letzten Kostenschätzung im Jahr 2022 wurde ein geologisches Endlager in 400 Meter Tiefe in gering verfestigtem Tongestein mit zwei Schächten vorgesehen. Das damalige Bewetterungssystem umfasste einen einzigen Bewetterungskreislauf, der die Schächte sowie die untertägigen Zugangs- und Einlagerungsstrecken einschloss. Alle diese Grubenbaue befanden sich am Ende der Betriebszeit im Kontrollbereich. Seitdem hat Ondraf/Niras ihre Vorgaben für die betriebliche nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz weiterentwickelt. In diesem Zuge beauftragte Ondraf/Niras die BGE TECHNOLOGY GmbH mit der Entwicklung einer Strategie, wie vier untertägige Bewetterungszonen unter Berücksichtigung der dynamischen Bedingungen unter Tage mit ausreichender Frischluft versorgt, voneinander getrennt oder verbunden werden können. Diese Zonen sind:

- **Zone 1:** Personalschacht, Zentralbereich sowie die Zugangs- und Einlagerungsstrecken, in denen noch keine Abfälle transportiert oder eingelagert wurden
- **Zone 2:** Infrastrukturbereich
- **Zone 3:** Die Zugangsstrecken (AG) und Einlagerungsstrecken (DG), in denen Abfälle transportiert oder eingelagert wurden (radiologisch kontrollierter Bereich)
- **Zone 4:** Abfalltransportschacht (radiologisch kontrollierter Bereich)

In dieser Studie analysierte BGE TEC die folgenden Optionen:

- Einführung zusätzlicher Bewetterungsschächte
- wie die Zonen 1 bis 4 unter Tage mit einem hohen Grad an Bewetterungsunabhängigkeit etabliert werden können
- Nutzung von Schleusen und Druckkaskaden zur Verbesserung der radiologischen Sicherheit und Brandsicherheit

Die Bewetterungsstrategie beschreibt die Trennung zwischen Bewetterungskreisläufen sowie nuklearen und nicht-nuklearen Zonen. Basierend auf der Trennung in vier Zonen wurde die Einführung eines zusätzlichen Frischwetterschachts und eines zusätzlichen Abwetterschachts empfohlen. Während der Abfallschacht (Zone 4) von allen großen Wetterströmen getrennt ist, können die beiden Hauptzonen (Zonen 1 und 3) somit unabhängig voneinander mit Frischluft versorgt werden. Vier Schächte ermöglichen es dem Endlager zudem, im Falle eines vollständigen Ausfalls der Hauptlüfter eine redundante nukleare Abluftführung zu gewährleisten. Um den Wetterstrom innerhalb der Zone 4 aufrechtzuerhalten, genügen ein kleiner Lüfter und ein Filtersystem am Schacht. Für die endgültige Festlegung der Anzahl der Schächte sollte die Betriebssicherheit insbesondere gegen den Einfluss der Schächte auf die Langzeitsicherheit abgewogen werden, der durch die notwendige Schädigung des Wirtsgesteins beim Schachtbau und den Verschluss zusätzlicher Schächte entsteht.



Bewetterungsschema mit vier Schächten und Trennung der vier Zonen



»Bei der BGE TEC habe ich immer die Möglichkeit toll gefunden, sich durch Engagement und Zuverlässigkeit ein hohes Maß an Eigenständigkeit in Projektbearbeitung und -leitung erarbeiten zu können. Die internationalen Einsätze ermöglichen außerdem das Kennenlernen von interessanten Persönlichkeiten und Arbeitskulturen aus der ganzen Welt.«

NIKLAS BERTRAMS, Bergbauingenieur



**Bedretto
Lab**

Eingang zum Bedretto-Stollen, Schweiz

ETH zürich

LAGEBERICHT



Lagebericht für das Geschäftsjahr 2024

Grundlagen der Gesellschaft

Die BGE TECHNOLOGY GmbH (BGE TEC), Peine, ist eine 100%ige Tochtergesellschaft der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Gegenstand des Unternehmens ist der Aufbau und der Erhalt von speziellem endlagerrelevanten Wissen sowie dessen bedarfsge-rechte Zurverfügungstellung für die BGE.

Die Hauptgeschäftsfelder der BGE TEC als eine hochspezialisierte national und international tätige Ingenieurgesellschaft liegen unverändert im Bereich der Ingenieur- und Beratungsdienstleistungen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle. Hierzu zählen auch nationale und internationale Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur sicheren Endlagerung, insbesondere hochradioaktiver Abfälle und ausgedienter Brennelemente.

Die Geschäftstätigkeit finanziert die BGE TEC durch am Markt akquirierte Leistungen. Zu unterscheiden sind dabei Direktvergaben durch öffentliche Auftraggeber für im Wesentlichen Forschungsprojekte, die grundsätzlich nach den Leitsätzen für die Preisermittlung auf Grund von Selbstkosten (LSP) abgerechnet werden. Mittel des Bundes erhält das Unternehmen nur mittelbar über Verträge mit dem Bund unterstellten Organisationen oder Bundesministerien, die ausschließlich unter den Maßgaben des Vergaberechts vergeben werden. Des Weiteren werden Projekte über Ausschreibungen oder Angebote akquiriert, bei denen die Preisbildung im Wettbewerb geschieht. Darüber hinaus werden Leistungen für die BGE im Rahmen eines Geschäftsbesorgungsvertrages erbracht. Den Anforderungen umweltgerechten Handelns wird insbesondere durch die auf den Schutz der Umwelt ausgerichtete Tätigkeit der Gesellschaft Rechnung getragen.

STEUERUNG

Zur Steuerung des Unternehmens verwendet die Gesellschaft als wesentlichen finanziellen Leistungsindikator das Jahresergebnis. Weitere Leistungsindikatoren sind im Geschäftsverlauf sowie in der Ertrags-, Finanz- und Vermögenslage erläutert.

Forschung und Entwicklung

Einen hohen Stellenwert nimmt die Bearbeitung von Aufträgen für Forschung- und Entwicklung (F&E) ein. Besondere Bedeutung für die Know-how-Erweiterung und die zukünftigen Aufgaben in Deutschland hat die eigenständige Durchführung von Forschungsvorhaben sowie die Leitung und Mitwirkung in Verbundvorhaben mit anderen Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle, insbesondere zu Sicherheits- und Nachweiskonzepten für Endlager in verschiedenen tiefen Gesteinsformationen, zum Verschluss von Endlagern sowie zur Entwicklung von Stoffmodellen in den relevanten Wirtsgesteinen Kristallin, Salz und Ton. Die von der Gesellschaft im Auftrag durchgeführten F&E-Projekte teilen sich im Wesentlichen in standortunabhängige Arbeiten, die vor allem im Rahmen des über den Haushalt des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) geförderten Forschungsrahmenprogramms finanziert werden und in F&E-Projekte der BGE auf. Damit wird gewährleistet, dass im Verbund mit der BGE zukunftsgerichtet die Kompetenz für die Planung, die Errichtung, den Betrieb und den Verschluss von Endlagern für radioaktive Abfälle auf der Grundlage des aktuellen Standes von Wissenschaft und Technik erhalten bleibt und zielgerichtet fortentwickelt wird. Insgesamt war die Gesellschaft im Berichtszeitraum an 13 eigenen nationalen und internationalen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben beteiligt. Hierfür wurden T€ 485 ohne die durch die BGE vergebenen F&E-Vorhaben (Vorjahr T€ 750) aufgewendet.

Wirtschaftsbericht

GESCHÄFTSVERLAUF

Einen besonderen Stellenwert nahmen unverändert internationale Projekte zu verschiedenen Aspekten der Endlagerung radioaktiver Abfälle, insbesondere in tiefen geologischen Formationen sowie in unterschiedlichen Wirtsgesteinen (Tongestein in Belgien und Großbritannien, Salzgestein in den Niederlanden und Großbritannien sowie magmatische Wirtsgesteine in Deutschland, Norwegen und Kanada) ein.

Die Gesellschaft unterstützte ihre Auftraggeber in dem speziellen Feld der Entsorgung radioaktiver Abfälle bei Aufgaben in diversen endlagerspezifischen Bereichen. Die Aufgaben reichten von der Entwicklung von Endlagerkonzepten für verschiedene Wirtsgesteine im Allgemeinen und im Speziellen von Technologien und Einrichtungen, zum Beispiel Behälter zur Endlagerung von radioaktivem Abfall in kristallinem Gestein oder zur anforderungsgerechten Verfüllung von Bohrlöchern in unterschiedlichen Gesteinen bis zur Durchführung bergmännischer Tätigkeiten wie bei der routinemäßigen Errichtung von Strömungsbarrieren auf der Asse. Sie führte Sicherheitsbewertungen durch, entwickelte dafür nötige einfache und gekoppelte Stoffmodelle und implementierte diese in bestehende Simulationswerkzeuge zur Durchführung von Sicherheitsbewertungen. Die Gesellschaft entwickelte Materialien insbesondere für die Verfüllung und den Verschluss von Endlagerbergwerken sowie Programme zur Qualitätssicherung bei der Beschaffung und Verarbeitung der Materialien, aber auch zur Behandlung von Haufwerk aus der Auffahrung. Dabei nahm die Gesellschaft auch ihre ökologische Verantwortung wahr, indem sie zum Beispiel für die BGE neue Materialrezepturen für die Verfüllung und den Verschluss von Endlagerbergwerken zur Senkung des CO₂-Fußabdrucks entwickelte. Sie bearbeitete betriebliche Fragestellungen, wie die Bewertung der Standsicherheit eines Bergwerks und wie diese durch Ausbauten optimal gewährleistet werden können. Auch Fragestellungen aus dem anormalen Betrieb wurden betrachtet. Für die Bewertung des Langzeitverhaltens erstellte die BGE TEC Szenarien, die die Basis für numerische Sicherheitsanalysen bildeten. Weiterhin unterstützte die Gesellschaft internationale Auftraggeber bei Aktivitäten zu deren Endlagerprojekten, in denen neue Technologien nach internationalen Sicherheitsstandards umgesetzt werden sollen. In diesem Zusammenhang sind vor allem Projekte und Aktivitäten für Kunden in Dänemark und Norwegen sowie für die Internationale Atomenergie-Organisation (International Atomic Energy Agency (IAEA)) zu nennen, in denen Konzepte und Technologien zur Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen Bohrlöchern bewertet beziehungsweise entwickelt werden.

Die in F&E-Vorhaben, aber auch im sonstigen Austausch mit anderen Endlagerorganisationen erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen werden der Muttergesellschaft BGE direkt zur Verfügung gestellt, z. B. im Rahmen von Arbeiten zur Endlagerauslegung und bei der Vorbereitung von Forschungsvorhaben für die Standortauswahl. Des Weiteren unterstützte die BGE TEC die BGE bei der Bearbeitung von Auflagen aus dem Verfahren zur Stilllegung des Endlagers Morsleben einschließlich der Entwicklung von speziellen Baustoffen für den sicheren Verschluss des Bergwerks. Im Rahmen der Errichtung des Endlagers Konrad bearbeitete die BGE TEC gebirgsmechanische Aufgaben. Die BGE TEC führte numerische Berechnungen zur Bewertung der Standsicherheit der Grubenräume und ihrer Ausbauten durch. Darüber hinaus nahm die BGE TEC Aufgaben im Zusammenhang mit der Entwicklung von Baustoffen für den Einsatz unter Tage wahr. Für die Schachtanlage Asse II wurden Leistungen zu mehreren grundlegenden Aufgaben bei der Notfallplanung erbracht. Hervorzuheben ist die Einbindung der BGE TEC in den Prozess der Planung und Erstellung von Abdichtbauwerken und die Bewertung ihrer Funktionsfähigkeit.

Das Wissen und die Erfahrung der BGE TEC, die in den nationalen und internationalen Tätigkeiten gewonnen wurden, werden international auch außerhalb konkreter Projekte nachgefragt. So sind Expertinnen und Experten der Gesellschaft in Beratungsgremien von Endlagerorganisationen, in Arbeits- und Beratungsgremien der IAEA und der Organisation for Economic Cooperation and Development/ Nuclear Energy Agency (OECD/NEA) sowie in Programmausschüssen internationaler Konferenzen vertreten. Darüber hinaus geben die Mitarbeitenden der BGE TEC ihr Wissen weiter, indem sie Vorlesungen an Universitäten halten und Weiterbildungen für ausländische Experten durchführen.

Insgesamt setzte die Gesellschaft ihre stabile Entwicklung auch im vergangenen Geschäftsjahr fort. Der Umsatz beträgt T€ 6.825 (Vorjahr T€ 6.361) mit dem die BGE TEC ein Jahresergebnis in Höhe von T€ 85 (Vorjahr T€ 67) erwirtschaftete. Die Gesellschaft

verfügt zum 31.12.2024 über einen Auftragsbestand in Höhe von T€ 3.879.

Ertrags-, Finanz- und Vermögenslage

ERTRAGSLAGE

Die Umsatzerlöse haben sich gegenüber dem Vorjahr um T€ 464 auf T€ 6.825 erhöht.

Die sonstigen betrieblichen Erträge sind auf T€ 53 (Vorjahr T€ 48) gestiegen. Als wesentliche Positionen beinhalten die sonstigen betrieblichen Erträge die Beitragserstattung der Berufsgenossenschaft T€ 8 (Vorjahr T€ 21), Ticketeinnahmen aus einem durchgeführten Workshop T€ 29 sowie verrechnete Sachbezüge T€ 11 (Vorjahr T€ 11).

Innerhalb des Materialaufwands sind die Aufwendungen im Wesentlichen für bezogene Leistungen aus den Projektarbeiten Dritter und der Muttergesellschaft BGE gestiegen. Des Weiteren beinhaltet der Materialaufwand Aufwendungen für Reparaturen und Wartung sowie Energie- und Treibstoffkosten.

Der Personalaufwand hat sich im Vergleich zum Vorjahr um T€ 366 auf T€ 4.899 erhöht. Die Erhöhung ist auf den Personalaufwuchs sowie die gewährten Gehaltssteigerungen zurückzuführen.

Die sonstigen betrieblichen Aufwendungen in Höhe von T€ 517 (Vorjahr T€ 584) beinhalten im Wesentlichen Mietaufwendungen für Büroräume, Versicherungsaufwendungen, Reisekosten, Personalnebenkosten, Aufwendungen für einen durchgeführten Workshop sowie Post- und Transportkosten.

Die Ertragsteuern entfallen mit jeweils T€ 19 auf die Gewerbe- und Körperschaftsteuer (inkl. Solidaritätszuschlag).

VERMÖGENS- UND FINANZLAGE

Die Bilanzsumme hat sich im Vergleich zum Vorjahr um T€ 6 erhöht und beträgt T€ 4.906.

Auf der Aktivseite haben sich die Vorräte insbesondere durch die Zunahme der unfertigen Leistungen für laufende Projekte um insgesamt T€ 149 auf T€ 834 erhöht.

Die Forderungen und sonstigen Vermögensgegenstände sind gegenüber dem Vorjahr um T€ 227 auf T€ 1.912 gesunken. Die Forderungen enthalten insbesondere Ansprüche aus der konzerninternen Leistungsabrechnung für Projektarbeiten gegenüber der BGE.

Die Guthaben bei Kreditinstituten haben sich im Vergleich zum Vorjahresstichtag um T€ 195 auf T€ 2.009 erhöht.

Auf der Passivseite erhöhte sich das Eigenkapital auf T€ 2.765.

Der Jahresüberschuss für 2024 beträgt T€ 85. Vorbehaltlich der Zustimmung der Alleingesellschafterin soll dieser Betrag sowie der Gewinnvortrag aus 2023 in Höhe von T€ 67 ausgeschüttet werden.

Die Rückstellungen beinhalten überwiegend die Pensionsverpflichtungen T€ 522 (Vorjahr T€ 506) und sonstige Rückstellungen in Höhe von T€ 386 (Vorjahr T€ 363), insbesondere für Personalaufwendungen. Insgesamt haben sich die Rückstellungen von T€ 869 auf T€ 908 erhöht.

Die Verbindlichkeiten haben sich um T€ 118 auf T€ 1.233 verringert. Die größte Einzelposition betrifft mit T€ 827 die erhaltenen Anzahlungen. Darüber hinaus bestehen Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen in Höhe von T€ 120, sonstige Verbindlichkeiten in Höhe von T€ 188 sowie Verbindlichkeiten gegenüber verbundenen Unternehmen in Höhe von T€ 98.

Die Eigenkapitalquote ist gegenüber dem Vorjahr auf 56,4 % (Vorjahr 54,7 %) angestiegen. Das Eigenkapital

finanziert weiterhin komplett das Anlage- und Vorratsvermögen.

Die Liquidität der Gesellschaft ist jederzeit gesichert, die kurzfristigen Verbindlichkeiten sind vollständig durch liquide Finanzmittel gedeckt.

Personal- und Sozialbericht

Der Personalstand der Gesellschaft per 31.12.2024 beträgt 42 Mitarbeitende. Der Frauenanteil in den Fachbereichsleitungen beträgt 30 %. Die Aufgabenabwicklung der Gesellschaft wird von Mitarbeitenden der BGE im Rahmen eines mit der BGE bestehenden Geschäftsbesorgungs- und Servicevertrages unterstützt. Hierbei handelt es sich vor allem um die Wahrnehmung kaufmännischer Dienstleistungen. Die Gesellschaft ist in das Arbeitssicherheitskonzept und in die Compliance-Organisation der BGE eingebunden.

Prognose-, Risiko- und Chancenbericht

Laut Statistischem Bundesamt (Destatis) ist das Bruttoinlandsprodukt (BIP) preis- und kalenderbereinigt um 0,2 % gegenüber dem Vorjahr gesunken. Das Statistische Bundesamt stellt fest, dass die Wirtschaftsleistung damit im zweiten Jahr in Folge sank. Das BIP lag im Jahr 2024 nur noch 0,3 % höher als vor der Corona-Pandemie im Jahr 2019. Konjunkturelle und strukturelle Belastungen standen im Jahr 2024 einer besseren wirtschaftlichen Entwicklung im Wege. Im Detail machen sich diese Entwicklungen bei der BGE TEC bemerkbar, zum Beispiel im Rückgang der Umsätze im Bereich der über das Forschungsrahmenprogramm des BMUV geförderten Vorhaben. Das Geschäftsmodell der Firma mindert die potentielle Anfälligkeit gegenüber der wirtschaftlichen Entwicklung des Umfelds erheblich. National und international ist die BGE TEC in sehr langläufigen, teilweise unabhängig finanzierten Programmen mit

großen Planungshorizonten aktiv. Zusätzlich werden F&E-Projekte über den Bundeshaushalt im Rahmen mehrjähriger Förderprogramme finanziert.

Risiken aus der Auftragsabwicklung werden im Wege auftragsbegleitender Kontrollen zeitnah beherrscht. Es besteht angemessener Versicherungsschutz für die üblicherweise zu deckenden Risiken der Gesellschaft. Bestandsgefährdende Risiken bestehen nicht.

Auch wenn die BGE TEC nicht dem Tarifvertrag der BGE unterliegt, orientieren sich Gehaltsanpassungen an den Abschlüssen der Muttergesellschaft, um eine Schlechterstellung der Mitarbeitenden zu vermeiden. Die hohen Gehaltsanpassungen der Jahre 2023 und 2024 konnten allerdings nur teilweise an die Auftragsgeber weitergereicht werden, da insbesondere in den gewinnbringenden internationalen Projekten fixe Stundensätze vereinbart wurden. Dagegen werden in den über das Forschungsrahmenprogramm des BMUV als auch in den durch die BGE geförderten Forschungsvorhaben die tatsächlichen Kosten in Rechnung gestellt. Aufgrund der Vorgabe maximaler Kostenrahmen für Forschungsvorhaben kommt es allerdings zu einer Minderung der zur Verfügung stehenden Ressourcen. Das Projektcontrolling sowie eine regelmäßige konsequente Ressourcenkontrolle konnten die Auswirkungen für die BGE TEC begrenzen, so dass das Ergebnis zwar geringer als für das Geschäftsjahr 2024 vorgesehen, aber dennoch robust ausfiel und für das Jahr 2025 auch ein stabiles Ergebnis erwartet wird.

Zu diesen Entwicklungen besteht ein enger Austausch zwischen der BGE TEC und ihrer Gesellschafterin mit dem Ziel, Auswirkungen rechtzeitig begegnen zu können.

Das Auftragsvolumen hat weiterhin ein hohes Niveau. Die Auslastung der Gesellschaft ist für 2025 weitgehend gesichert.

Um auch weiterhin in einem schwankenden wirtschaftlichen Umfeld bestehen zu können, soll das Unternehmen mittelfristig seine Aufgaben weiter

ausweiten. Dazu sollen die Aktivitäten auf attraktiven und interessanten Märkten weiter verstärkt werden. Die Aktivitäten im Verbund mit der BGE bleiben im Fokus des Unternehmens und der Wissenstransfer zur und als Unterstützung für die BGE mit wissenschaftlich-technischem Fachpersonal wird fortgeführt. Dazu werden die Mitarbeitenden des Unternehmens auch in 2025 die BGE bei der Standortauswahl für ein Endlager für Wärme entwickelnde Abfälle und bei der Nachweisführung mittels numerischer Berechnungen sowie der Baustoffweiterentwicklung für die besten Endlagerprojekte unterstützen.

Bei gleichbleibendem Auftragsbestand wird für 2025 ohne Berücksichtigung von Sondereffekten mit einem positiven Ergebnisniveau von ca. T€ 75 gerechnet. Dieses ist Ausdruck wirtschaftlicher Stabilität der BGE TEC.

Peine, den 31. März 2025

Dr. Thilo von Berlepsch
Geschäftsführung

Dr. Thomas Lautsch
Geschäftsführung

ANLAGE ZUM LAGEBERICHT



Links: Dr. Thomas Lautsch, rechts: Dr. Thilo von Berlepsch

Anhang für das Geschäftsjahr 2024

Allgemeine Angaben

Die BGE TECHNOLOGY GmbH (BGE TEC) hat ihren Sitz in 31224 Peine, Eschenstr. 55 und ist eingetragen beim Registergericht/Amtsgericht Hildesheim unter der Handelsregister-Nummer HRB 101385.

Die Gesellschaft ist eine kleine Kapitalgesellschaft im Sinne des § 267 Abs. 1 HGB. Der Jahresabschluss der BGE TEC wird freiwillig nach den Vorschriften für große Kapitalgesellschaften aufgestellt.

Zur Verbesserung der Klarheit der Darstellung sind in der Bilanz sowie der Gewinn- und Verlustrechnung einzelne Posten zusammengefasst und im Anhang gesondert ausgewiesen.

Die Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden werden gegenüber dem Vorjahr beibehalten.

Die Gewinn- und Verlustrechnung ist nach dem Gesamtkostenverfahren aufgestellt.

Angaben zu den Bilanzierungs- und Bewertungsmethoden

Die Bilanzwerte der immateriellen Vermögensgegenstände und der Sachanlagen basieren auf Anschaffungskosten. Die immateriellen Vermögensgegenstände – ausschließlich Software – werden über einen Zeitraum von drei bis fünf Jahren, die Sachanlagen entsprechend ihrer voraussichtlichen Nutzungsdauer (zwischen drei bis fünfzehn Jahren), linear abgeschrieben. Geringwertige Vermögensgegenstände, deren Anschaffungs- und Herstellungskosten mehr als EUR 250 und bis zu EUR 1.000 betragen, sind zu einem jahresbezogenen Sammelposten zusammengefasst und werden einheitlich über fünf Jahre abgeschrieben.

Die unfertigen Leistungen sind mit den direkt zurechenbaren Herstellungskosten im Sinne der handelsrechtlichen Bewertungsuntergrenze bewertet.

Geleistete Anzahlungen stehen mit Nominalwerten zu Buche.

Forderungen, sonstige Vermögensgegenstände und Guthaben bei Kreditinstituten werden jeweils mit ihrem Nennwert bilanziert.

Bei den Forderungen werden erkennbare Einzelrisiken durch Wertberichtigungen berücksichtigt. Die sonstigen Vermögensgegenstände sind zum Nennwert angesetzt.

Als aktiver Rechnungsabgrenzungsposten sind Auszahlungen vor dem Abschlussstichtag angesetzt, soweit sie Aufwand für einen bestimmten Zeitraum nach diesem Zeitpunkt darstellen.

Das gezeichnete Kapital wird mit dem Nennwert bilanziert.

Die Rückstellungen werden in Höhe des nach vernünftiger kaufmännischer Beurteilung notwendigen Erfüllungsbetrages angesetzt.

Die Rückstellungen für Pensionen werden auf der Grundlage versicherungsmathematischer Berechnungen nach dem Anwartschaftsbarwertverfahren (sogenannte „Projected Unit Credit Method“) unter Berücksichtigung der „Richttafeln 2018 G“ von Prof. Dr. Klaus Heubeck, Köln, bewertet. Die passivierten Pensionsverpflichtungen richten sich ausschließlich für Einzelzusagen nach der Leistungsordnung und der beitragsorientierten Versorgungsregelung des Bochumer Verbandes. Die Bewertung der Rückstellungen für Pensionen erfolgt mit dem von der Deutschen Bundesbank veröffentlichten durchschnittlichen Marktzinssatz der letzten zehn Jahre (§ 253 Abs. 2 HGB) und entspricht 1,90 % (Vorjahr 1,83 %). Die Gehaltsdynamik wird mit 2,75 % (Vorjahr 2,75 %) p.a., die Rentendynamik weiterhin mit 1,0 % p.a. berücksichtigt.

Der Unterschiedsbetrag, der sich aus der Bewertung der Pensionsrückstellungen zum 7- bzw. 10-jährigen Diskontierungssatz ergibt, beträgt T€ -6.

Die Bewertung der Jubiläums- und Sterbegeldverpflichtungen innerhalb der sonstigen Vorsorgen erfolgt ebenfalls auf der Grundlage der versicherungsmathematischen Berechnungen mittels der sog. „Projected Unit Credit Method“, unter Berücksichtigung der „Richttafeln 2018 G“ von Prof. Dr. Klaus Heubeck, Köln. Der aktuelle Rechnungszinssatz beträgt 1,96 % (Vorjahr 1,75 %).

Sonstige Rückstellungen mit einer Laufzeit von mehr als einem Jahr sind mit dem ihrer Restlaufzeit entsprechenden durchschnittlichen Marktzinssatz der vergangenen sieben Geschäftsjahre abgezinst.

Die Rückstellung für Archivierungskosten dient zur Erfüllung rechtlicher und vertraglicher Aufbewahrungsverpflichtungen von Geschäftsunterlagen. Bei der Ermittlung der Rückstellung werden eine durchschnittliche Restaufbewahrungszeit von zehn Jahren und eine voraussichtliche Kostensteigerung von unverändert 2,5 % p.a. zugrunde gelegt. Die Rückstellung wird mit dem entsprechenden durchschnittlichen Marktzinssatz von 1,5 % (Vorjahr 1,51 %) abgezinst.

Die übrigen Rückstellungen berücksichtigen alle erkennbaren Risiken und ungewissen Verpflichtungen.

Verbindlichkeiten werden mit dem Erfüllungsbetrag angesetzt.

Auf den Ausweis des Aktivüberhangs an latenten Steuern wurde verzichtet. Der Bewertung von latenten Steuern liegt ein Steuersatz von 29,3 % zugrunde (15,82 % für die Körperschaftsteuer einschließlich Solidaritätszuschlag und 13,48 % für die Gewerbesteuer). Differenzen zwischen Handels- und Steuerrecht ergeben sich insbesondere bei den Pensionsrückstellungen.

Forderungen und Verbindlichkeiten in Fremdwährung werden mit dem zum Zeitpunkt des Geschäftsvorfalles gültigen Mittelkurs umgerechnet. Die Bewertung am Abschlussstichtag erfolgt zum Devisenkassamittelkurs. Bei einer Restlaufzeit von einem Jahr oder weniger werden § 253 Abs. 1 Satz 1 und § 252 Abs. 1 Nr. 4 Halbsatz 2 HGB nicht angewendet.

Bilanz der BGE TECHNOLOGY GmbH, Peine

zum 31. Dezember 2024

Aktiva

alle Zahlen in T€	Stand am 31.12.2024	Stand am 31.12.2023
A. Anlagevermögen		
I. Immaterielle Vermögensgegenstände		
Entgeltlich erworbene gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte und Werte	4	7
II. Sachanlagen		
Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten einschließlich der Bauten auf fremden Grundstücken	6	0
Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	111	92
III. Finanzanlagen		
Sonstige Ausleihungen	0	0
	121	99
B. Umlaufvermögen		
I. Vorräte		
Unfertige Leistungen	834	685
	834	685
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände		
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	258	391
2. Forderungen gegen verbundene Unternehmen	1.334	1.439
3. Sonstige Vermögensgegenstände	320	309
	1.912	2.139
III. Guthaben bei Kreditinstituten	2.009	1.814
C. Rechnungsabgrenzungsposten		
Aktive Rechnungsabgrenzung	30	163
	4.906	4.900

Passiva

alle Zahlen in T€	Stand am 31.12.2024	Stand am 31.12.2023
A. Eigenkapital		
I. Gezeichnetes Kapital	511	511
II. Kapitalrücklage	179	179
III. Gewinnrücklagen		
Andere Gewinnrücklagen	1.923	1.923
IV. Gewinnvortrag	67	0
V. Jahresüberschuss	85	67
	2.765	2.680
B. Rückstellungen		
1. Rückstellungen für Pensionen und ähnliche Verpflichtungen	522	506
2. Steuerrückstellungen	0	0
3. Sonstige Rückstellungen	386	363
	908	869
C. Verbindlichkeiten		
1. Erhaltene Anzahlungen auf Bestellungen	827	671
2. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	120	273
3. Verbindlichkeiten gegenüber verbundenen Unternehmen	98	147
4. Sonstige Verbindlichkeiten	188	260
	1.233	1.351
	4.906	4.900

Angaben zur Bilanz

Aktiva

ANLAGEVERMÖGEN

Die Entwicklung der einzelnen Posten des Anlagevermögens ist im Anlagenspiegel dargestellt. Bei den Finanzanlagen handelt es sich um einen in 2012 erworbenen Genossenschaftsanteil der Volksbank BRAWO eG.

FORDERUNGEN UND SONSTIGE VERMÖGENSGEGENSTÄNDE

Sämtliche Forderungen und sonstigen Vermögensgegenstände haben analog dem Vorjahr eine Restlaufzeit von unter einem Jahr.

Die Forderungen und sonstigen Vermögensgegenstände beinhalten Ansprüche für Projektarbeiten gegenüber der Gesellschafterin BGE (T€ 1.334; Vorjahr T€ 1.439) sowie aus Abrechnungen von Aufträgen gegenüber inländischen und ausländischen Auftraggebern. Weiterhin sind innerhalb der sonstigen Vermögensgegenstände Steuererstattungsansprüche ausgewiesen.

Passiva

GEZEICHNETES KAPITAL

Das gezeichnete Kapital beträgt unverändert T€ 511. Es ist voll eingezahlt und wird zu 100 % von der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) gehalten.

KAPITALRÜCKLAGE

Die Kapitalrücklage in Höhe von T€ 179 stammt aus anderen Zuzahlungen nach § 272 Abs. 2 Nr. 4 HGB.

GEWINNRÜCKLAGEN

Die Gewinnrücklagen betragen T€ 1.923. Davon resultieren T€ 1.794 aus einbehaltenen Gewinnen früherer Geschäftsjahre sowie T€ 129 aus der Umstellung der Bilanzierung infolge des Bilanzrechtsmodernisierungsgesetzes (BilMoG) zum 1. Januar 2010.

SONSTIGE RÜCKSTELLUNGEN

Alle Zahlen in T€	31.12.2024	31.12.2023
Personenbezogene Rückstellungen	348	334
Archivierungskosten	21	21
Übrige Verpflichtungen	17	8
	386	363

Die personalbezogenen Rückstellungen in Höhe von T€ 348 beinhalten insbesondere Urlaubsverpflichtungen und Sondervergütungen.

VERBINDLICHKEITEN

Noch nicht schlussgerechnete Aufträge führen innerhalb der erhaltenen Anzahlungen zu einem Anstieg auf T€ 827 (Vorjahr T€ 671).

Die Verbindlichkeiten gegenüber verbundenen Unternehmen entfallen in voller Höhe mit T€ 98 (Vorjahr T€ 147) auf die Alleingesellschafterin und resultieren aus dem Liefer- und Leistungsverkehr.

Unter den sonstigen Verbindlichkeiten (T€ 188; Vorjahr T€ 260) sind hauptsächlich Verpflichtungen aus noch abzuführender Umsatz- und Lohnsteuer in Höhe von T€ 182 (Vorjahr T€ 217) passiviert.

Sämtliche Verbindlichkeiten in Höhe von T€ 1.233 (Vorjahr T€ 1.351) haben analog dem Vorjahr eine Restlaufzeit von unter einem Jahr und sind unbesichert.

Angaben zur Gewinn- und Verlustrechnung

UMSATZERLÖSE

Alle Zahlen in T€	31.12.2024	31.12.2023
Projektarbeiten und Ingenieurdienstleistungen für inländische Industrieunternehmen	5.732	4.847
Erlöse aus der Abrechnung von inländischen Forschungs- und Entwicklungsaufträgen	505	778
Erlöse aus ausländischen Aufträgen	588	736
	6.825	6.361

Die Erlöse aus Projektarbeiten und Ingenieurdienstleistungen für Industrieunternehmen wurden ausschließlich im Inland erzielt. Die Erlöse aus ausländischen Aufträgen wurden durch Ingenieurdienstleistungen erwirtschaftet.

ERHÖHUNG DES BESTANDS AN UNFERTIGEN LEISTUNGEN

Die Bestandserhöhung in Höhe von T€ 149 resultiert aus noch nicht schlussgerechneten Aufträgen zum Bilanzstichtag.

SONSTIGE BETRIEBLICHE ERTRÄGE

Die sonstigen betrieblichen Erträge sind gegenüber dem Vorjahr leicht gestiegen und beinhalten periodenfremde Erträge in Höhe von T€ 16 (Vorjahr T€ 21). Diese resultieren vornehmlich aus einer Beitragsgutschrift der BG RCI (T€ 8; Vorjahr T€ 21) sowie der Nebenkostenabrechnung für angemietete Büroräume (T€ 6).

MATERIALAUFWAND

Der Materialaufwand beinhaltet überwiegend Aufwendungen für bezogene Leistungen aus Projekt-

arbeiten Dritter sowie der Muttergesellschaft BGE (T€ 1.410; Vorjahr T€ 1.187), Aufwendungen für Reparaturen und Wartung (T€ 18; Vorjahr T€ 32) sowie Energie- und Treibstoffkosten (T€ 7; Vorjahr T€ 3).

PERSONALAUFWAND

Die Erhöhung des Personalaufwandes um T€ 366 auf T€ 4.899 ist auf den Personalaufwuchs und die reguläre Gehaltserhöhung zurückzuführen.

SONSTIGE BETRIEBLICHE AUFWENDUNGEN

Die sonstigen betrieblichen Aufwendungen (T€ 517; Vorjahr T€ 584) entfallen auf Mieten (T€ 148; Vorjahr T€ 142), Versicherungsaufwendungen (T€ 129; Vorjahr T€ 123) Reisekosten (T€ 112; Vorjahr T€ 148), Personalnebenkosten (T€ 49; Vorjahr T€ 85), Post- und Transportkosten (T€ 21; Vorjahr T€ 27) sowie auf weitere allgemeine Verwaltungsaufwendungen (T€ 58; Vorjahr T€ 59). Sie enthalten wie im Vorjahr keine periodenfremden Aufwendungen.

ZINSEN UND ÄHNLICHE AUFWENDUNGEN

Alle Zahlen in T€	2024	2023
Zinsen aus der Aufzinsung der Pensions- und anderer Verpflichtungen	10	10
Sonstige Zinsen und ähnliche Aufwendungen	0	1
	10	11

STEUERN VOM EINKOMMEN UND VOM ERTRAG

Die Steuern vom Einkommen und vom Ertrag entfallen mit jeweils T€ 19 auf Gewerbe-, sowie Körperschaftsteuer (einschließlich Solidaritätszuschlag) für das laufende Geschäftsjahr.

Haftungsverhältnisse und sonstige finanzielle Verpflichtungen

Die Gesellschaft führt ihren Geschäftsbetrieb in angemieteten Büroräumen. Daraus resultieren Zahlungsverpflichtungen in Höhe von T€ 70. Weitere T€ 2 entfallen auf angemietete Lagerflächen.

Sonstige Angaben

ORGANE

- Die Gesellschaft wurde 2024 von folgenden Geschäftsführern geführt:
- Dr. Thilo von Berlepsch, Niedernwöhren, kaufmännischer Geschäftsführer und dem technischen Geschäftsführer der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE)
 - Dr. Thomas Lautsch, Peine

Abweichend von Ziff. 5.2.5 Public Corporate Governance Kodex (PCGK) des Bundes wurde für die BGE TEC Geschäftsführung bislang keine Altersgrenze zur Ausübung der Tätigkeiten festgelegt. Die Verträge der aktuellen Geschäftsführung sind so befristet, dass kein Mitglied der Geschäftsführung vor Ablauf der Frist die gesetzliche Altersgrenze erreichen wird.

Die Bezüge der Geschäftsführung im Berichtsjahr 2024 umfassen die festen Gehaltszahlungen einschließlich der Nebenleistungen. Erfolgsabhängige Vergütungsbestandteile werden gezahlt.

Geschäftsführer					
	Grundvergütung	Nebenleistungen	Sonstige Leistungen	Summe Bezüge gem. § 285 HGB	Altersvorsorge Rückstellungen gem. §249 HGB
Alle Zahlen in T€					
Dr. Thilo von Berlepsch	177	7	0	184	23
Dr. Thomas Lautsch	0	0	0	0	0
Gesamtbetrag	177	7	0	184	23

Die Pensionsverpflichtungen gegenüber ehemaligen Mitgliedern der Geschäftsführung sind mit insgesamt T€ 203 zurückgestellt, deren laufende Bezüge betrugen 2024 T€ 11.

HONORAR DES ABSCHLUSSPRÜFERS

Das für das Geschäftsjahr berechnete Gesamthonorar für den Abschlussprüfer wird im Konzernabschluss der BGE dargestellt.

MITARBEITENDE IM JAHRESDURCHSCHNITT

Nach § 267 Abs. 5 HGB waren in der Gesellschaft im Durchschnitt 41 Arbeitnehmende (Vorjahr 38) beschäftigt. Davon waren 11 weiblich und 30 männlich.

ERGEBNISVERWENDUNG

Der Jahresüberschuss in Höhe von T€ 85 sowie der Gewinnvortrag aus 2023 in Höhe von T€ 67 sollen – vorbehaltlich der Zustimmung durch die Alleingesellschafterin – ausgeschüttet werden.

KONZERNZUGEHÖRIGKEIT

Die BGE TEC ist 100%ige Tochtergesellschaft der BGE. Diese erstellt als Mutterunternehmen einen Konzernabschluss für den kleinsten und den größten Kreis von Unternehmen, in den der Jahresabschluss der Gesellschaft einbezogen wird. Der Konzernabschluss wird beim Betreiber des elektronischen Bundesanzeigers eingereicht und im Unternehmensregister bekannt gemacht.

PUBLIC CORPORATE GOVERNANCE KODEX

Die Gesellschaft hat die Entsprechungserklärung nach dem PCGK des Bundes für 2023 am 3. Juli 2024 abgegeben und veröffentlicht. Die Entsprechungserklärung für 2024 wird im Juli 2025 auf der Homepage der Gesellschaft veröffentlicht.

Peine, den 31. März 2025

Dr. Thilo von Berlepsch
Geschäftsführung

Dr. Thomas Lautsch
Geschäftsführung

Anlagenspiegel

Anschaffungs- und Herstellungskosten

alle Zahlen in T€	Stand 01.01.2024	Zugänge	Abgänge	Um- buchungen	Stand 31.12.2024
I. Immaterielle Vermögensgegenstände					
entgeltlich erworbene Konzessionen, gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte und Werte sowie Lizenzen an solchen Rechten und Werten	162	1	0	0	163
	162	1	0	0	163
II. Sachanlagen					
Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte u. Bauten einschl. der Bauten auf fremden Grundstücken	0	6	0	0	6
andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	338	59	2	0	394
	338	65	2	0	401
Zwischensumme	500	66	2	0	564
III. Finanzanlagen					
sonstige Ausleihungen	(250 €)	(18,40 €)	0	0	(268,40 €)
	(250 €)	(18,40 €)	0	0	(268,40 €)
Summe Anlagevermögen	500	66	2	0	564

Wertberichtigungen

Buchwerte

kumulierte Abschreibungen 01.01.2024	Zugänge	Abgänge	Um- buchungen	kumulierte Abschreibungen 31.12.2024	Stand 31.12.2024	Stand 31.12.2023
155	4	0	0	159	4	7
155	4	0	0	159	4	7
0	0	0	0	0	6	0
246	39	2	0	283	111	91
246	39	2	0	283	117	91
402	44	2	0	443	121	98
0	0	0	0	0	(250 €)	(250 €)
0	0	0	0	0	(268,40 €)	(250 €)
402	44	2	0	443	121	98



Halit-Kristall unter Mikroskop

IMPRESSUM

Herausgeber:

BGE TECHNOLOGY GmbH
Eschenstraße 55
31224 Peine
T +49 5171 43-1520
info@bge-technology.de
www.bge-technology.de

Redaktion:

BGE TECHNOLOGY GmbH

Design, Konzept und Druck:

Druckhaus Giese & Seif GmbH
www.giese-seif.de

Fotos:

Volker Hanuschke, Hildesheim,
BGE TECHNOLOGY GmbH, u. a.



Salzgstein kurz nach dem Nachschnitt.

