



BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG

# FORUMSTAGE 2023

Was haben Kaltzeiten mit der Sicherheit des Endlagers zu tun?

**Teil I: Forschungsvorhaben am Beispiel des Projekts „Suchtiefe“**

N. SCHÖNER

Online-Veranstaltung, 08.11.2023

# FORUMSTAGE 2023

Was haben Kaltzeiten mit der Sicherheit des Endlagers zu tun?

## Teil I: Forschung und Entwicklung



01

EINFÜHRUNG

02

FORSCHUNGSVORHABEN – VORGEHEN UND PRINZIPIEN

03

FORSCHUNGSVORHABEN – BEISPIEL

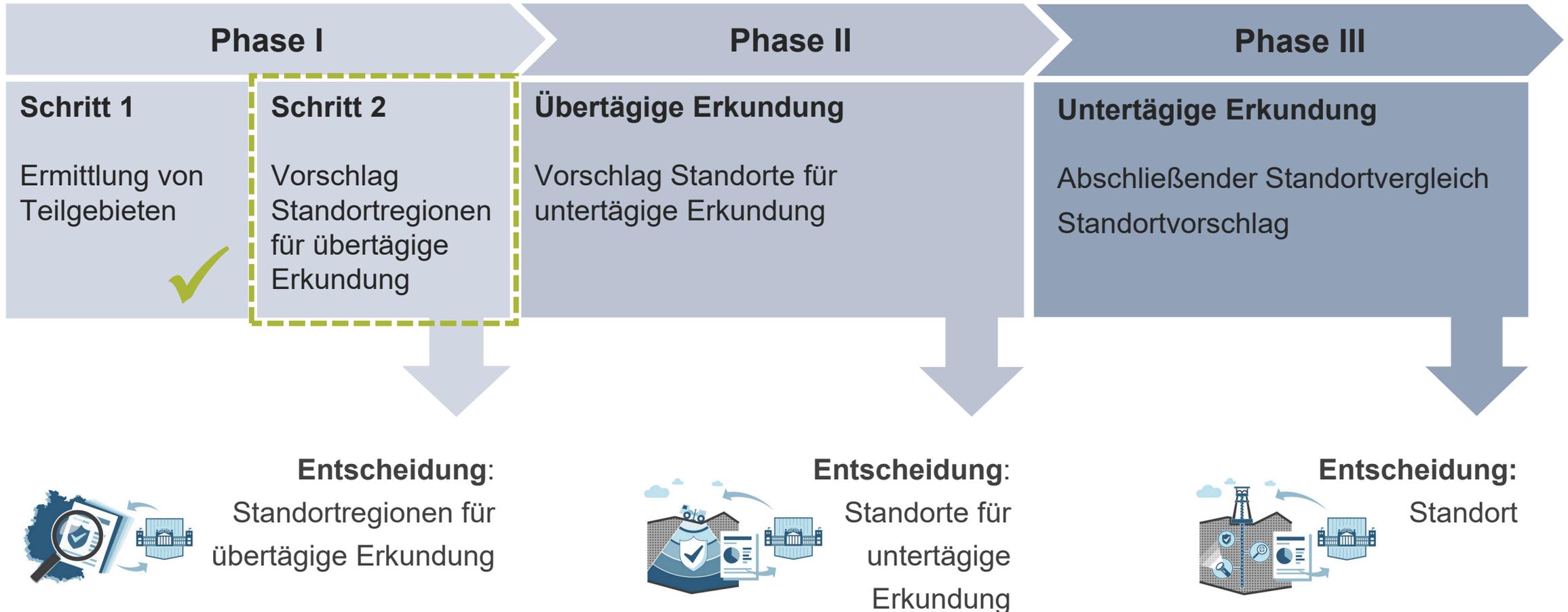
The image features three distinct pieces of translucent, faceted crystals, likely quartz, resting on a reflective surface. The crystals are arranged in a row, with the central one being the largest and most prominent. The background is a solid, muted blue-grey color. The overall aesthetic is clean and professional, typical of a corporate or academic presentation.

# EINFÜHRUNG

# 01

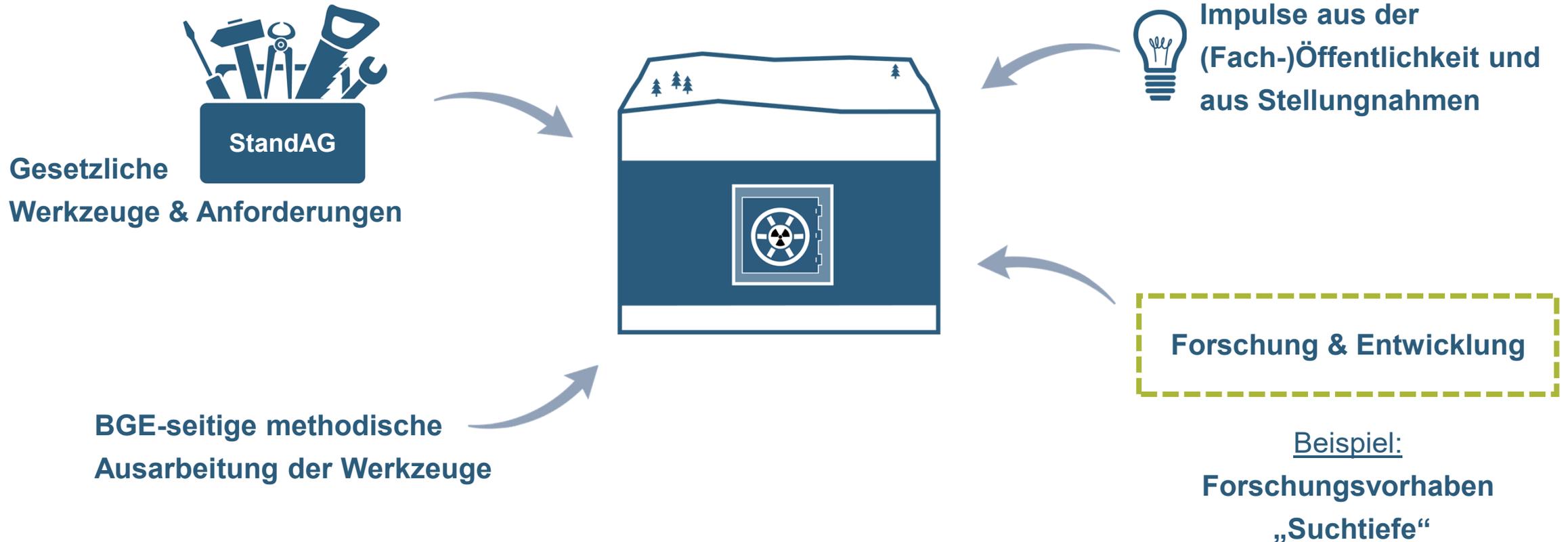
# EINFÜHRUNG

## Wo stehen wir? – Die drei Phasen des Standortauswahlverfahrens



# EINFÜHRUNG

## Was fließt in die Bewertung der Sicherheit des Endlagers ein?





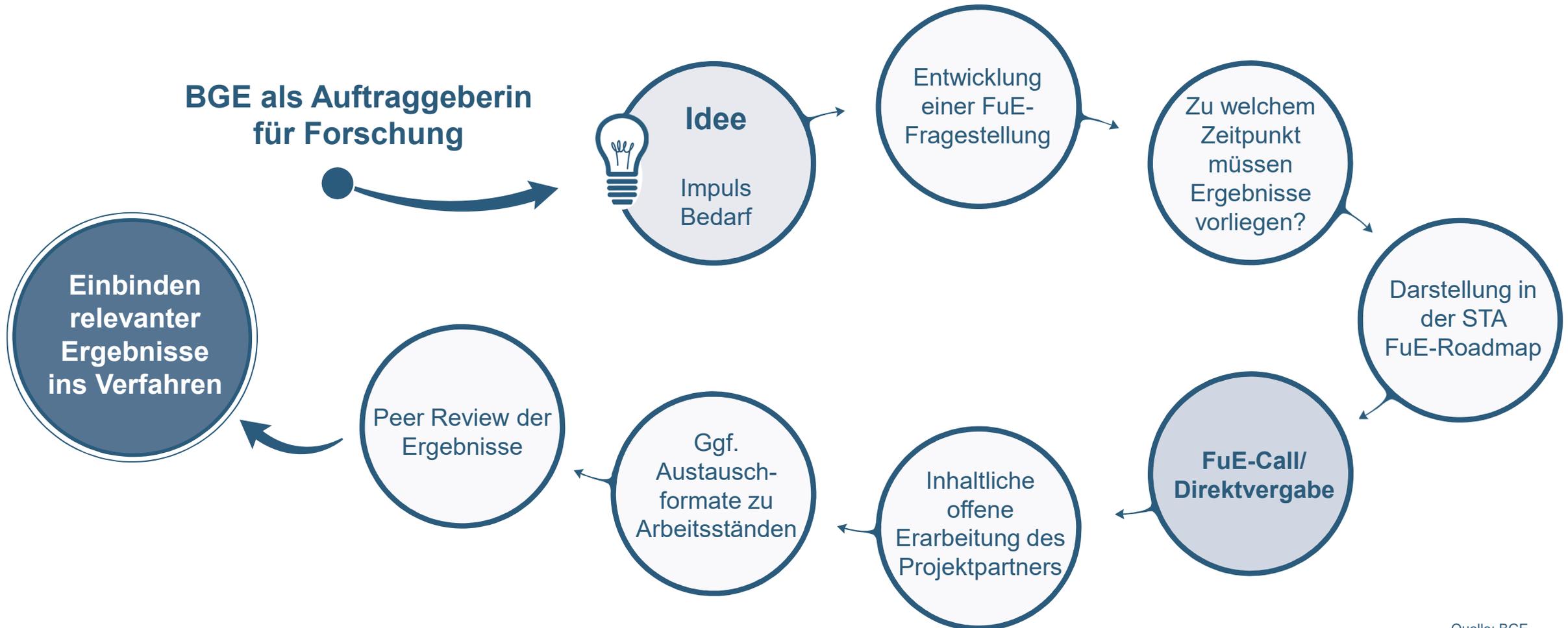
# FORSCHUNGSVORHABEN

Vorgehen und Prinzipien

# 02

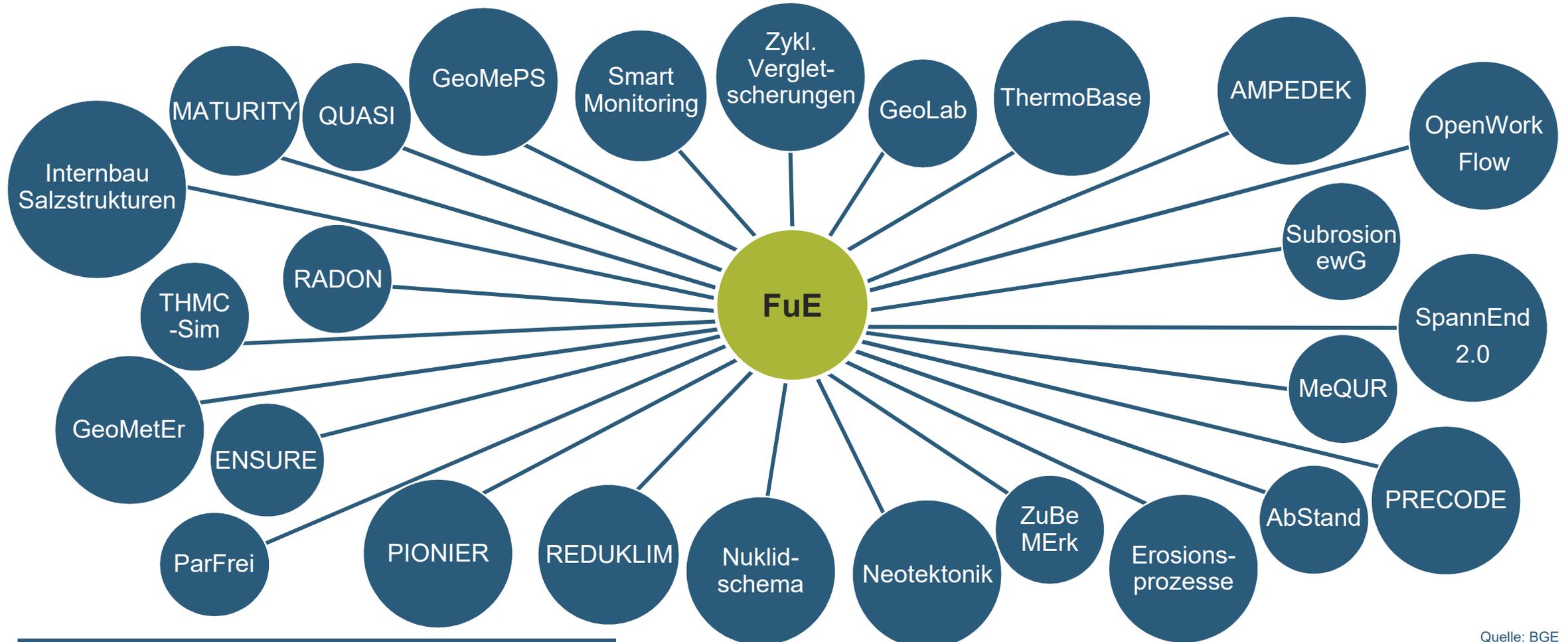
# FORSCHUNGSVORHABEN

Von der Idee über die Vergabe bis zu den Ergebnissen



# FORSCHUNGSVORHABEN

## Auswahl laufender Forschungsprojekte





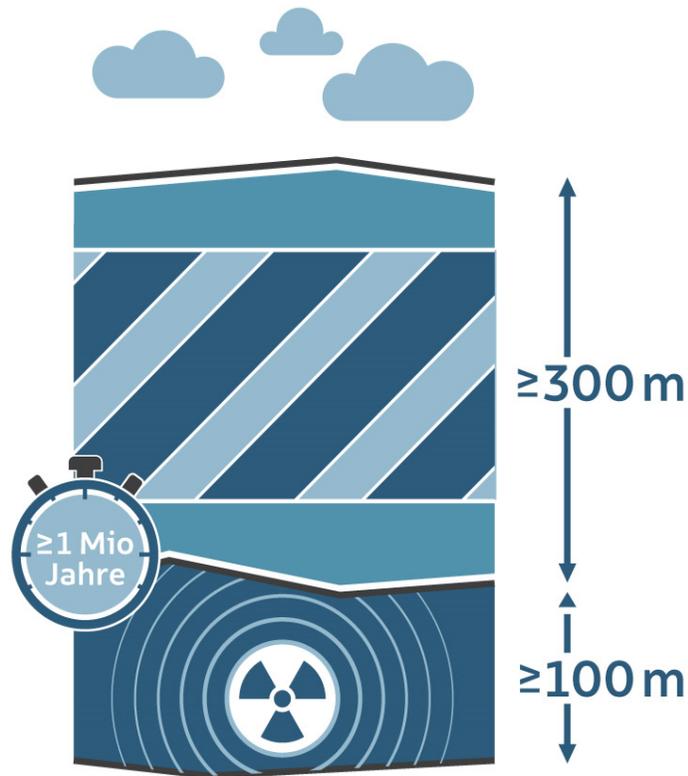
# FORSCHUNGSVORHABEN

Beispiel: Forschungsvorhaben zu  
„Subglazialen Erosionsprozessen“

# 03

# FORSCHUNGSVORHABEN ZU SUBGLAZIALEN EROSIONSPROZESSEN

## Mindestanforderungen (§ 23 StandAG)



Quelle: BGE

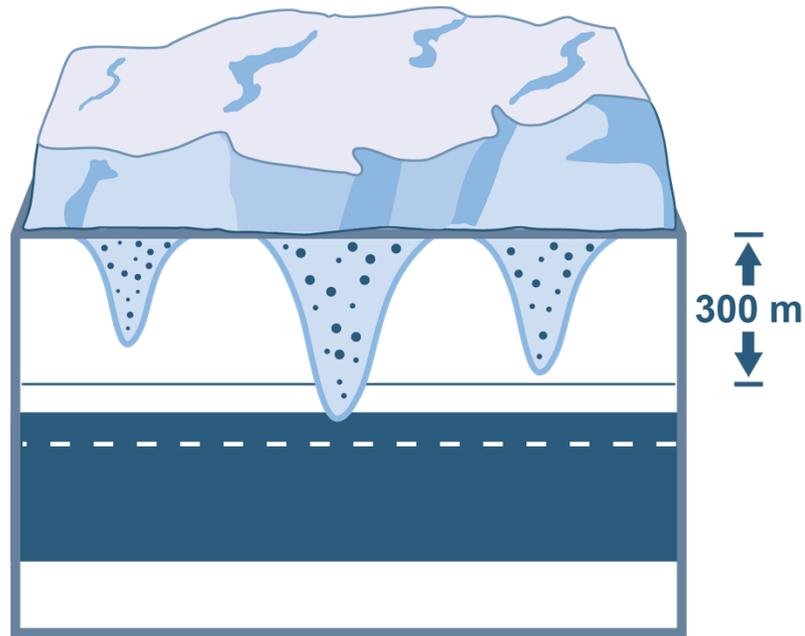
- Oberfläche des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs muss **mindestens 300 Meter unterhalb der Geländeoberfläche** liegen\*
- Die **gesetzlich vorgegebene Mindestteufe** ist bei der Berücksichtigung von zukünftigen Ereignissen **teilweise nicht ausreichend**

*„In Gebieten, in denen im Nachweiszeitraum mit exogenen Prozessen wie **insbesondere eiszeitlich bedingter intensiver Erosion** zu rechnen ist, deren direkte oder indirekte Auswirkungen zur Beeinträchtigung der Integrität eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs führen können, muss die Oberfläche des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs tiefer als die zu erwartende größte Tiefe der Auswirkungen liegen“ – § 23 Abs. 5 StandAG*

\* Für Kristallin und Steinsalz in steiler Lagerung gelten besondere Anforderungen

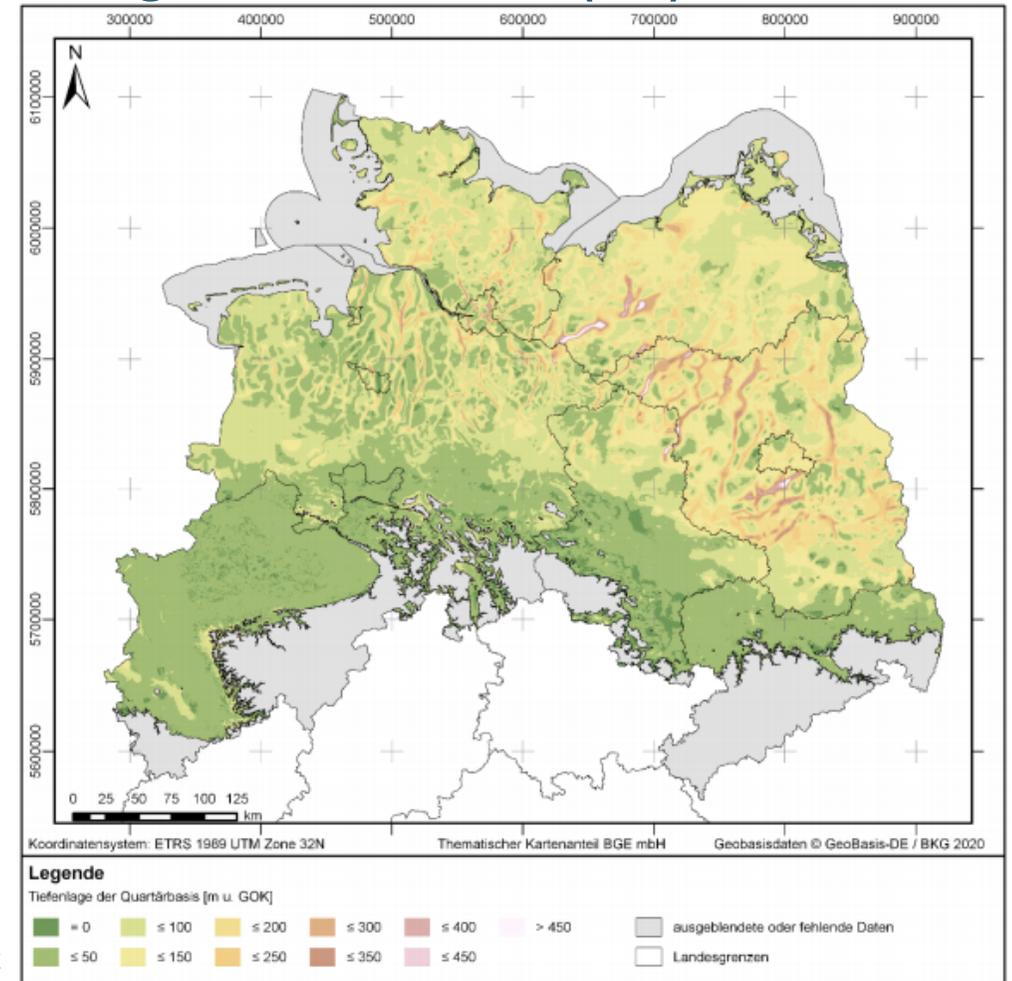
# FORSCHUNGSVORHABEN ZU SUBGLAZIALEN EROSIONSPROZESSEN

## Der Blick in die Vergangenheit – Maximale Vergletscherung in Deutschland (1/2)



Quelle: BGE

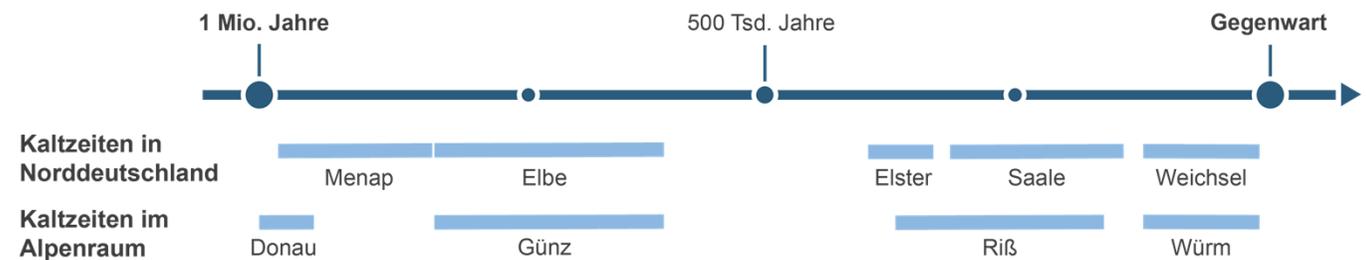
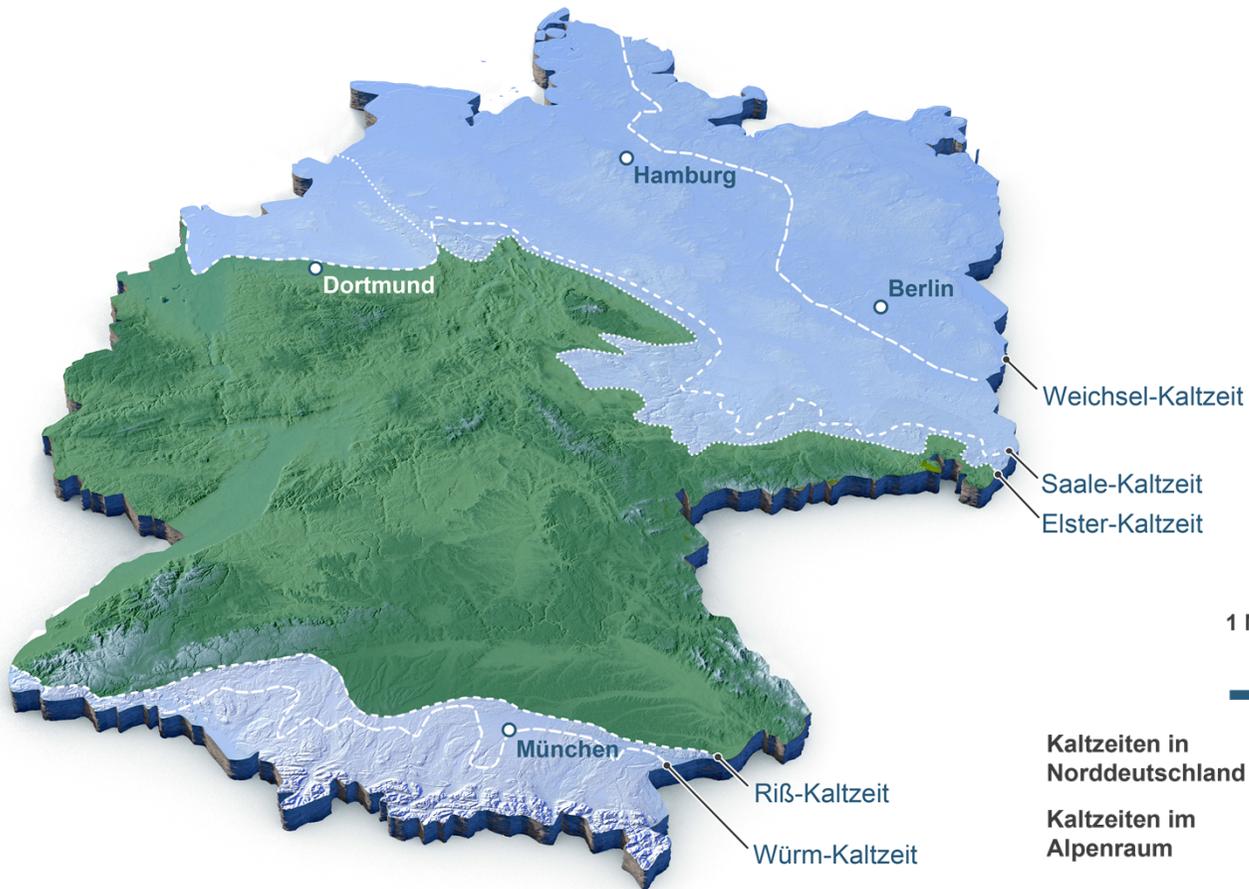
**Der Einflussbereich glazialer Rinnen reicht teils tiefer, als die gesetzlich vorgegebene Mindesttiefe von 300 m**



Quelle: BGE

# FORSCHUNGSVORHABEN ZU SUBGLAZIALEN EROSIONSPROZESSEN

## Der Blick in die Vergangenheit – Maximale Vergletscherung in Deutschland (2/2)



# FORSCHUNGSVORHABEN ZU SUBGLAZIALEN EROSIONSPROZESSEN

## Motivation

Angesichts der in der geologischen Vergangenheit abgelaufenen Prozesse mit der Bildung von mehr als 550 m tiefen Rinnen soll in diesem Zusammenhang offene Fragen wissenschaftlich interpretiert und diskutiert werden:

- Obere Begrenzung eines günstigen Tiefenbereichs im Einflussbereich glazialer Rinnen in Nord- und in Süddeutschland generell tiefer als 600 m?
- Welche Gebiete werden voraussichtlich von zukünftiger Gletschererosion betroffen sein?
- Wie ist der Einflussbereich glazialer Rinnen in Nord- und in Süddeutschland konturiert?
- Wie kann die flächenmäßige Ausdehnung von Gebieten, die von zukünftiger Gletschererosion betroffen sind, sinnvoll vorhergesagt werden? Wie groß sind die Ungewissheiten?
- Ist ein gradueller Übergang für die obere Begrenzung eines günstigen Tiefenbereichs sinnvoller als ein fester Tiefenwert?



# FORSCHUNGSVORHABEN

## „Suchtiefe“ – Pleistozäne subglaziale Rinnen: Tiefe, Verbreitung und Bedeutung für die Mindesttiefe eines Endlagers

- Ziel des Projektes ist eine Prognose der potenziellen Reichweite und Erosionstiefen möglicher zukünftiger Vergletscherungen in Deutschland, basierend auf einer Zusammenstellung geologischer Daten zu pleistozänen Erosionsstrukturen
- Projektpartner: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2021 – 2023)



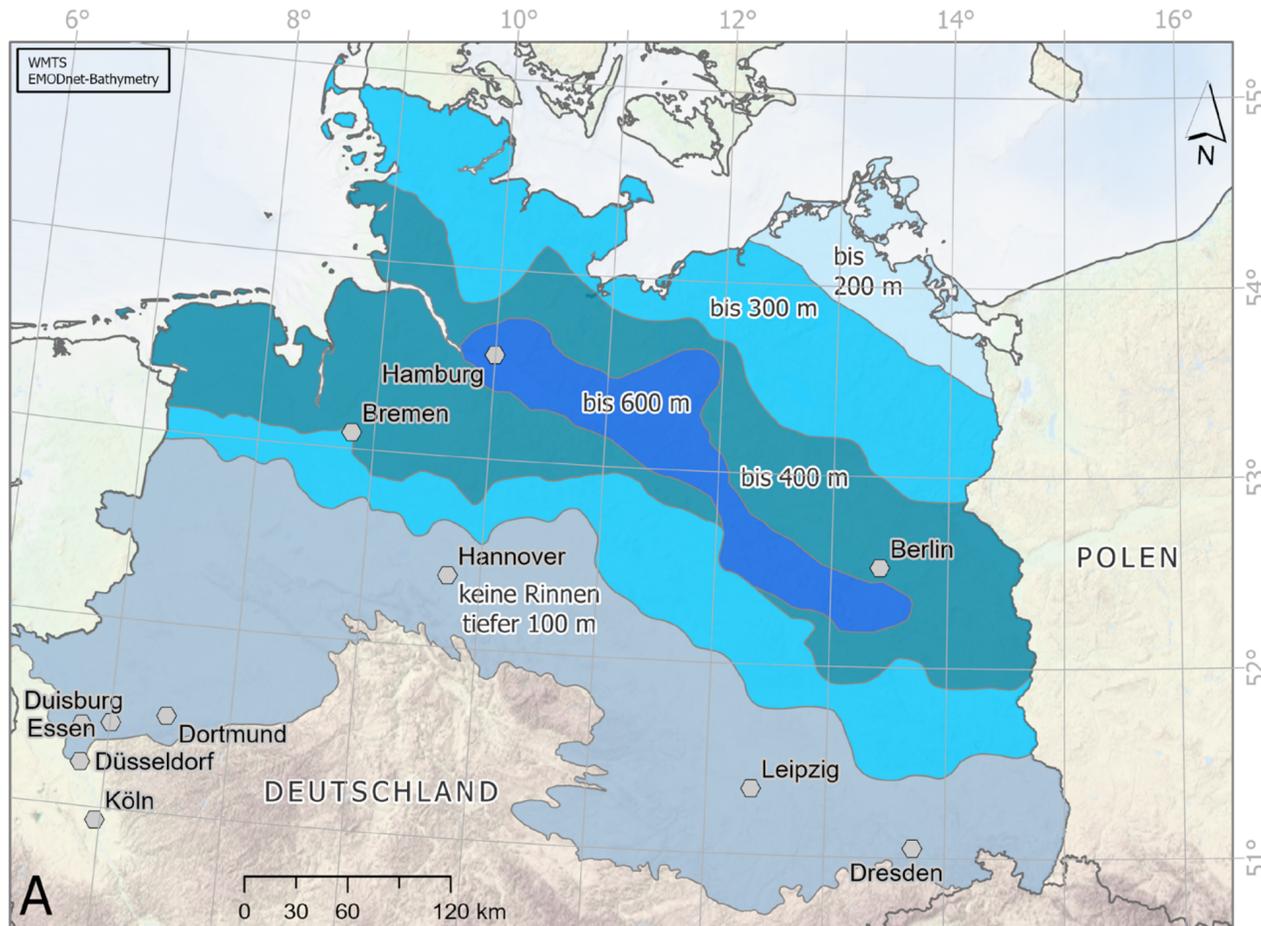
## „QUASI“ – Prognose subglazialer Erosionsprozesse auf Basis numerischer Modellrechnungen

- Die Kombination von geologischen Aufzeichnungen und numerischer Modellierung wird zur Quantifizierung der schmelzwassergetriebenen Erosion während zukünftiger Vergletscherungen in Norddeutschland verwendet
- Projektpartner: Aarhus Universitet, Leibniz Universität Hannover (2022 – 2025)

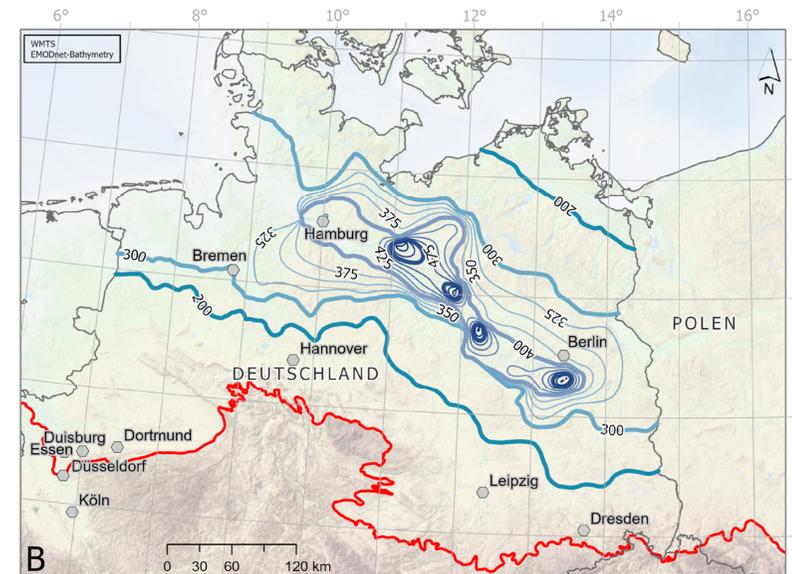


# FORSCHUNGSVORHABEN „SUCHTIEFE“

## Berücksichtigung der Ergebnisse im Standortauswahlverfahren



Quelle: Breuer et al. (2023)



Quelle: Breuer et al. (2023)

Pleistozäne subglaziale Rinnen: Tiefe, Verbreitung und Bedeutung für die Mindesttiefe eines Endlagers



Abschlussbericht

Hannover, März 2023

# FORSCHUNGSVORHABEN „SUCHTIEFE“

## Zusammenfassung

### Welche Gebiete werden betroffen sein?

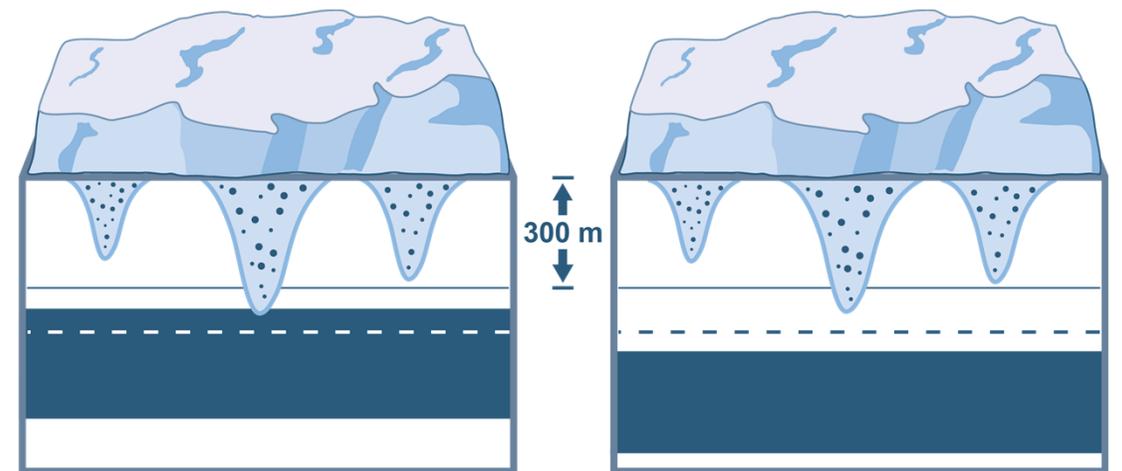
- Heutige regionale Verteilung der subglazialen Rinnen sowie die Beschaffenheit des Untergrundes liefert die Grundlage der Abschätzung

### Wie sollte die obere Begrenzung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs festgelegt werden?

- Regionale Zonierung (Nordwest-Südost Streichen) der maximalen Tiefen pleistozäner subglazialer Rinnensysteme

### Welche Ungewissheiten bestehen?

- Quantität und Qualität der zugrundeliegenden Daten
- Annahme: Pleistozäne Prozesse sind das Analog für zukünftige Entwicklungen  
→ Es ist wahrscheinlich, dass bei zukünftigen Vereisungsphasen ähnliche Prozesse ablaufen



Quelle: BGE

# AUSBLICK

**09. – 10.11.2023**  
Fachworkshop  
„sicherheits-  
gerichtetes  
Integriertes  
Managementsystem“

**17. – 19.11.2023**  
2. Forum  
Endlagersuche

**2024**

**Vsl. Q1 2024**  
Betrifft:  
Standortauswahl  
Behälterentwicklung

**18. – 19.04.2024**  
Tage der  
Standortauswahl

Tage der  
Standortauswahl



**November 2024**  
Veröffentlichung  
von Arbeitsständen

Fortlaufend: Begleitung Forschungs- und Entwicklungsvorhaben,  
z. B. Entwicklung von Behälterkonzepten und vorläufigen Endlagerauslegungen

# SIE WOLLEN NOCH EINMAL NACHLESEN?

[Zwischenbericht Teilgebiete mit allen Unterlagen und Anlagen](#)

[Interaktive Karte mit allen Teilgebieten und den ausgeschlossenen Gebieten](#)

[Interaktive Einführung zur Erstellung des Zwischenberichts](#)

[Steckbriefe für die Gebiete zur Methodenentwicklung](#)

[NBG-Gutachten zur Methodenentwicklung](#)

[Arbeitsstand Methodik Anwendung der planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien](#)



[Arbeitsstand Methodik repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen](#)

[Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen aus den Teilgebieten](#)



[Stellungnahmen und fachliche Einordnungen der BGE](#)

[Ihre Fragen und unsere Antworten](#)

[Datenbank Fachkonferenz Teilgebiete](#)

# ABKÜRZUNGEN



<b>BGE</b>	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
<b>BGR</b>	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
<b>ewG</b>	einschlusswirksamer Gebirgsbereich
<b>FuE</b>	Forschung und Entwicklung
<b>NBG</b>	Nationales Begleitgremium

# AKRONYME FUE-VORHABEN

<b>AbStand</b>	Endlagerung hochradioaktiver sowie schwach- und mittelradioaktiver Abfälle an einem gemeinsamen Standort
<b>AMPEDEK</b>	Atlas der Mineralogischen und Petrophysikalischen Eigenschaften Deutscher Kristalliner Wirtsgesteine
<b>ENSURE</b>	Endlagersicherheit: Ungewissheiten und Regulatorische Aspekte
<b>Erosionsprozesse</b>	Quantifizierung und Prognose von Erosionsprozessen in Deutschland
<b>GeoLab</b>	Geothermielabor im Bergwerk
<b>GeoMePS</b>	Zusammenstellung und Bewertung von geowissenschaftlichen Methoden und Programmen für die übertägige Standorterkundung
<b>GeoMetEr</b>	Entwicklung geophysikalischer Messverfahren und Methodenkombinationen zur Erstellung hochauflösender übertägiger Erkundungsprogramme
<b>Internbau Salzstrukturen</b>	Entwicklung einer Prognosemethode zum Internbau von Salzstrukturen
<b>MATURITY</b>	Einfluss der thermischen Reife auf die gekoppelten hydromechanischen Eigenschaften niedrig-durchlässiger Tonsteine – Feld & Laborskala
<b>MeQUR</b>	Ungewissheiten in THM-gekoppelten Integritätsberechnungen
<b>Neotektonik</b>	Neotektonische Aktivität in Mittel- und Süddeutschland
<b>Nuklidschema</b>	Bestimmung eines vereinfachten Nuklidschemas für die Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (rvSU)

# AKRONYME FUE-VORHABEN

<b>OpenWorkFlow</b>	Synthese-Plattform für Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren
<b>ParFrei</b>	Parameter der Freisetzung, Sorption und Löslichkeit
<b>PIONIER</b>	Implementierung und Weiterentwicklung von Stoffmodellen zur Simulation THM-gekoppelter Prozesse im Rahmen sicherheitsanalytischer Untersuchungen im Tongestein und Bentonit
<b>PRECODE</b>	Erforschung der Auswirkungen bergbaulicher Aktivitäten in großen Tiefen auf die Integrität von Kristallingestein im Kontext der Endlagerung hochradioaktiver Abfälle
<b>QUASI</b>	Dynamische Modellierung subglazialer Schmelzwassererosion in vergangenen und zukünftigen Vergletscherungen
<b>RADON</b>	Risk-based Assessment of Salt Domes as Disposal Sites for Nuclear Waste
<b>REDUKLIM</b>	Reduzierung von Szenarienungewissheiten durch Klimamodelle
<b>Smart Monitoring</b>	Smart-Monitoring und Bausteine zur Quantifizierung von Ungewissheiten in Geologischen Modellen
<b>SpannEnd 2.0</b>	Weiterentwicklung geomechanisch-numerischer Modellierungen zur Charakterisierung des tektonischen Spannungszustandes für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland
<b>Subrosion ewG</b>	Auswirkungen von Subrosion auf die Barrierewirkung des ewG und des Deckgebirges eines potentiellen Endlagerstandorts für hochradioaktive Abfälle
<b>Suchtiefe</b>	Berücksichtigung subglazialer Erosionsprozesse bei Auswahl eines Standortes für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle

# AKRONYME FUE-VORHABEN

<b>ThermoBase</b>	Thermische Grundlagendaten für die Bewertung des Temperaturfeldes sedimentärer Teilgebiete im Standortauswahlverfahren
<b>THMC-Sim</b>	Thermische Integrität von Ton und Tonsteinen – Experiment und gekoppelte THMC-Simulationen
<b>ZuBeMERk</b>	Zusammenstellung und Bewertung von geophysikalischen Methoden zur übertägigen Erkundung
<b>Zykl. Vergletscherungen</b>	Auswirkungen von zyklischen Vergletscherungen auf Salzstrukturen als ein potentieller Endlagerstandort für hochradioaktive Abfälle

# LITERATUR

- StandAG: Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 8 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88) geändert worden ist
- Breuer et. al. (2023): Pleistozäne subglaziale Rinnen: Tiefe, Verbreitung und Bedeutung für die Mindesttiefe eines Endlagers. Abschlussbericht; Hannover und Berlin (BGR)



## BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

**DR. NADINE SCHÖNER**

Teamleitung | Abteilung Standortsuche

Eschenstraße 55 | 31224 Peine

**[www.bge.de](http://www.bge.de)**

[www.einblicke.de](http://www.einblicke.de)



Die Newsletter der BGE

