



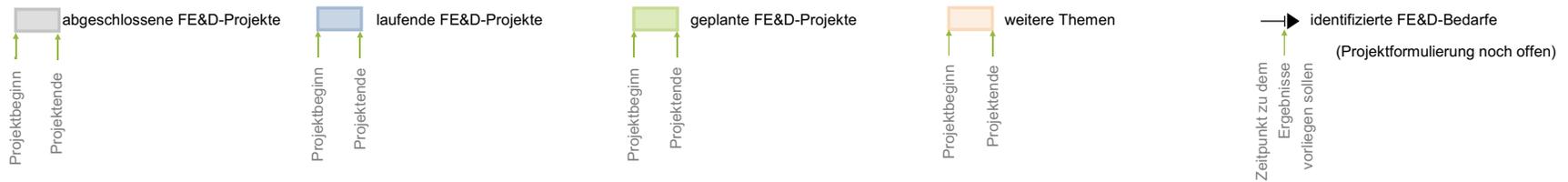
BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG

## Anlage 1

# Roadmap zur Standortauswahl Forschungsagenda 2020

Stand Juni 2020

**Legende**



**\_\_ \_1 Kürzel der Projekte**

\_\_ \_ stellt die Kodierung eines konkreten Themas eines Forschungsfeldes dar (siehe Tabelle zu Kodierung); die Nummer bezeichnet die Reihenfolge der Projektinitiierung

Beispiel:

AV1: das erste initiierte FE&D-Projekt zum Thema „Eigenschaften und Verhalten hochradioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente“ aus dem Forschungsfeld „Inventar radioaktiver Abfälle und deren radiotoxische und chemotoxische Eigenschaften“

**\_\_ \_-B1 Kürzel der FE&D-Bedarfe**

\_\_ \_ stellt die Kodierung eines konkreten Themas eines Forschungsfeldes dar (siehe Tabelle zu Kodierung); der Buchstabe *B* steht für „FE&D-Bedarf“; die Nummer bezeichnet die Reihenfolge der Bedarfsidentifizierung

Beispiel:

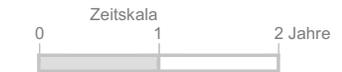
AV-B1: der erste identifizierte FE&D-Bedarf (mit offener Projektformulierung) zum Thema „Eigenschaften und Verhalten hochradioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente“ aus dem Forschungsfeld „Inventar radioaktiver Abfälle und deren radiotoxische und chemotoxische Eigenschaften“

**\_\_ \_-WT1 Kürzel der weiteren Themen**

\_\_ \_ stellt die Kodierung eines konkreten Themas eines Forschungsfeldes dar (siehe Tabelle zu Kodierung); die Buchstaben *WT* stehen für „weitere Themen“; die Nummer bezeichnet die Reihenfolge der Identifizierung der weiteren Themen

Beispiel:

AV-WT1: das erste identifizierte *weitere Thema* zum Thema „Eigenschaften und Verhalten hochradioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente“ aus dem Forschungsfeld „Inventar radioaktiver Abfälle und deren radiotoxische und chemotoxische Eigenschaften“



ENTWURF - NUR ZUM INTERNEN GEBRAUCH IM BEREICH STA  
Bei Auffinden bitte in Raum 2008 abgeben

**Kodierung der Themen innerhalb der Forschungsfelder**

AV	Eigenschaften und Verhalten hochradioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente
BG	Möglichkeit einer Bergung
BK	Behälterkonzept
BS	Betriebssicherheit
ED	Endlagerauslegung und Design
EK	Erkundung
ET	Endlagertechnik
FS	FEP-Kataloge und Szenarienentwicklung
GP	Geowissenschaftliche Prozesse

GS	Standortauswahl vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Diskussion
IN	Integritätsnachweis geologischer und geotechnischer Barrieren
KA	Kriterien und Anforderungen nach StandAG
KP	Klimatische Prozesse
KR	Kritikalitätsausschluss
KÜ	Kernmaterialüberwachung (Safeguards)
MO	Monitoring
MTO	Wechselwirkung Mensch-Technik-Organisation
NF	Nachweisführung

RC	Radiochemische Entwicklung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle
RH	Nachweis einer Rückholbarkeit
RN	Radiologischer Nachweis
SP	Sozioökonomische Potenzialanalysen
TA	Tagesanlagen
TW	Transparenz und Ergebnis-/Wissensvermittlung
UG	Ungewissheiten
VV	Verfüll- und Verschlusskonzept
WG	Eigenschaften des Wirtsgesteins

**Forschungsfeld 1: FE&D-Bedarf der Standortauswahl der BGE mbH zum *Inventar radioaktiver Abfälle und deren radiotoxische und chemotoxische Eigenschaften***

Forschungsfeld und Forschungsthemen	Phase I		Phase II	Phase III
	Schritt 1: Ermittlung von Teilgebieten	Schritt 2: Ermittlung von Standortregionen für übertägige Erkundung	Übertägige Erkundung und Vorschlag für untertägige Erkundung	Untertägige Erkundung, abschließender Standortvergleich und Standortvorschlag
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendung der Ausschlusskriterien</li> <li>Anwendung der Mindestanforderungen</li> <li>Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien</li> </ul> <p>Meilenstein: Veröffentlichung von Teilgebieten mit besonders günstigen geologischen Verhältnissen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen</li> <li>(Anwendung der planungswissenschaftlichen Kriterien)</li> <li>Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien</li> <li>Anwendung der Ausschlusskriterien</li> <li>Anwendung der Mindestanforderungen</li> </ul> <p>Meilenstein: Vorschlag zu den Standortregionen für die übertägige Erkundung mit Vorschlägen für standortbezogene Erkundungsprogramme</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durchführung der übertägigen Erkundung</li> <li>Durchführung der weiterentwickelten vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen</li> <li>Anwendung der Ausschlusskriterien</li> <li>Anwendung der Mindestanforderungen</li> <li>Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien</li> <li>(Anwendung der planungswissenschaftlichen Kriterien)</li> <li>Durchführung sozioökonomischer Potenzialanalysen</li> </ul> <p>Meilenstein: Vorschlag zu Standorten für die untertägige Erkundung mit Vorschlägen für standortbezogene Erkundungsprogramme und Prüfkriterien, Identifikation von Umweltauswirkungen und sonstiger Auswirkungen auf ein Endlager</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durchführung der untertägigen Erkundung</li> <li>Durchführung der umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen</li> <li>Erstellung notwendiger Unterlagen für den UVP-Bericht</li> <li>Anwendung der Ausschlusskriterien</li> <li>Anwendung der Mindestanforderungen</li> <li>Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien</li> <li>(Anwendung der planungswissenschaftlichen Kriterien)</li> </ul> <p>Meilenstein: Standortvorschlag für ein Endlager nebst vergleichender Bewertung</p>
<b>Forschungsfeld 1: Inventar radioaktiver Abfälle und deren radiotoxische und chemotoxische Eigenschaften</b>				
Thema 1.1: Eigenschaften und Verhalten hochradioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente (AV)		<p>AV1: Eigenschaften und Prozesse des Abfallinventars - Abschätzung</p> <p>AV2: Eigenschaften und Prozesse des Abfallinventars als Grundlage für die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen</p> <p>AV-B1: Zunehmende Detaillierung des Flächenbedarfs im Laufe des Standortauswahlverfahrens</p>		
Thema 1.2: Radiochemische Entwicklung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle (RC)		RC-WT1: Einfluss der Zwischenlagerung auf radiochemische Entwicklung der Abfälle (Veränderungsprozesse, Eigenschaften und Entwicklung vom Inventar)		
Thema 1.3: Kritikalitätsschluss (KR)		KR1: Post-closure criticality safety (IGD-TP)		KR-B1: Stand von Wissenschaft und Technik zu Methoden und Ansätzen zur Nachweisführung der Kritikalitätssicherheit

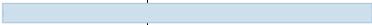
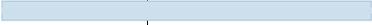
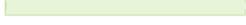
ENTWURF - NUR ZUM INTERNEN GEBRAUCH IM BEREICH STA  
Bei Auffinden bitte in Raum 2008 abgeben

**Forschungsfeld 2: FE&D-Bedarf der Standortauswahl der BGE mbH zu Geowissenschaftlichen Fragestellungen**

Forschungsfeld und Forschungsthemen	Phase I	Phase II	Phase III
<b>Forschungsfeld 2: Geowissenschaftliche Fragestellungen</b>			
Thema 2.1: Geowissenschaftliche Prozesse (GP)	<p>■ GP1: Prognose Vulkanismus</p> <p>■ GP2: Prognose Hebungen</p>	▶ GP-B1: Prognose Seismizität	
Thema 2.2: Klimatische Prozesse (KP)		<p>■ KP1: Climate change in the Safety Case (IGD-TP)</p> <p>■ KP2: Klimatische Langzeitentwicklung in Deutschland</p>	▶ KP-B1: Sicherheitsrelevanz der Auswirkung klimatischer Langzeitentwicklungen für verschiedene Wirtsgesteine
Thema 2.3: Kriterien und Anforderungen nach StandAG (KA)	<p>■ KA1: Konzept zur generellen Vorgehensweise zur Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien</p> <p>■ KA2: Ausschlusskriterium Seismische Aktivität</p> <p>■ KA3: Ausschlusskriterium Aktive Störungszonen</p> <p>■ KA4: Ausschlusskriterium Grundwasseralter</p> <p>■ KA5: Ausschlusskriterium Vulkanische Aktivität</p>	<p>■ KA6: Entwicklung eines interaktiven Bewertungsmoduls für die Bearbeitung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien</p> <p>■ KA7: Entwicklung einer Methodik zur Umsetzung § 23 Absatz 5 Nummer 5 StandAG (Mindestanforderungen) „Erhalt der Barrierewirkung“</p>	<p>▶ KA-B1: Aktive Störungszonen in Deutschland</p> <p>▶ KA-B2: Grundlagenermittlung für das Ausschlusskriterium Grundwasseralter für Phase II des Standortauswahlverfahrens</p>
Thema 2.4: Eigenschaften des Wirtsgesteins (WG)		<p>■ WG1: Fortführung und Weiterentwicklung der thermodynamischen Referenzdatenbasis THEREDA</p>	<p>▶ WG-B1: Entwicklung einer Referenzdatenbank für die verschiedenen Wirtsgesteine</p> <p>▶ WG-B2: Charakterisierung endlagergeeigneter Wirtsgesteine in Bezug auf mineralogische, petrophysikalische und geochemische Eigenschaften</p> <p>▶ WG-B3: Untersuchung der Opalinustone in Süddeutschland mit internationalem Vergleich (Mont Terri)</p> <p>▶ WG-B4: Untersuchung der Unterkreidetone in Norddeutschland mit internationalem Vergleich (Bure)</p> <p>▶ WG-B5: Weiterentwicklung von Materialmodellen für die verschiedenen Wirtsgesteine</p>
WG-WT1: Untersuchung zum Fluidgehalt flachlagernder Salze und der daraus resultierenden Eigenschaften			

ENTWURF - NUR ZUM INTERNEN GEBRAUCH IM BEREICH STA  
Bei Auffinden bitte in Raum 2008 abgeben

**Forschungsfeld 2: FE&D-Bedarf der Standortauswahl der BGE mbH zu Geowissenschaftlichen Fragestellungen (Fortsetzung)**

Forschungsfeld und Forschungsthemen	Phase I	Phase II	Phase III
<b>Forschungsfeld 2: Geowissenschaftliche Fragestellungen</b>			
Thema 2.5: Erkundung (EK)		EK1: Zusammenstellung und Bewertung von geophysikalischen Methoden zur übertägigen Erkundung (ZuBeMERk)	
		EK2: Zusammenstellung und Bewertung von geowissenschaftlichen Methoden und Programmen für die übertägige Erkundung (GeoMePS)	
		EK3: Planung der übertägigen Erkundungsprogramme – Erstellung von Beispielkonzepten zur übertägigen Erkundung basierend auf generischen 3D-Modellen	
		EK-B1: Entwicklung von Referenzkonzepten für verschiedene Wirtsgesteine unter unterschiedlichen geologischen Konditionen (Lagerungsform, metamorphe Überprägung)	
		EK-B2: Entwicklung von Entscheidungskriterien zur Festlegung von Bohrlochlokalitionen	
		EK-B3: Entwicklung von Strategien zum Monitoring der Standortregionen und Bestimmung des Ausgangszustands	
		EK-B4: Planung der untertägigen Erkundungsprogramme	
			

ENTWURF - NUR ZUM INTERNEN GEBRAUCH IM BEREICH STA  
Bei Auffinden bitte in Raum 2008 abgeben

**Forschungsfeld 3: FE&D-Bedarf der Standortauswahl der BGE mbH zum Endlagerkonzept**

Forschungsfeld und Forschungsthemen	Phase I	Phase II	Phase III
<b>Forschungsfeld 3: Endlagerkonzept</b>			
Thema 3.1: Behälterkonzept (BK)		<p>BK1: Untersuchungen zu geeigneten Behältermaterialien für die Endlagerung von hochradioaktiven, Wärme entwickelnden Abfällen in tiefen geologischen Schichten</p> <p>BK-B1: Entwicklung von Referenz-Behälterkonzepten</p> <p>BK-B2: Machbarkeit und Prüfung von Transport- und Lagerbehältern für die direkte Endlagerung in den Wirtsgesteinen</p>	
Thema 3.2: Verfüll- und Verschlusskonzept (VV)		<p>VV-B1: Erarbeitung und Festlegung wirtsgesteinsspezifischer Grenztemperaturen</p> <p>VV-B2: Weiterentwicklung von Verfüll- und Verschlusskonzepten für ein Endlager in den verschiedenen Wirtsgesteinen</p>	
	VV-WT1: Wechselwirkung zwischen Gesteinsart, -konturen und verschiedenen geotechnischen Abdichtmaterialien (Kontaktzonen)		
	VV-WT2: Neue Materialien für (geo-)technische Barrieren		
Thema 3.3: Endlagerauslegung und Design (ED)		ED1: Sachstandsanalyse und Fortschreibung von Endlagerkonzepten	
Thema 3.4: Endlagertechnik (ET)			ET-B1: Anpassung und Weiterentwicklung konzeptbezogener Endlagertechnik
Thema 3.5: Tagesanlagen (TA)		TA-B1: Sachstandsanalyse und Fortschreibung von Anlagekonzepten	
Thema 3.6: Betriebssicherheit (BS)		BS-B1: Betriebssicherheit bei der Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagers: Anforderungen, Vorschriften, Nachweis für obertägige und untertägige Anlagen	
Thema 3.7: Monitoring (MO)			<p>MO-B1: Strategie - und Konzeptentwicklung für die Einbindung von Interessensgruppen in die Entwicklung von Programmen für ein Endlager-Monitoring in allen drei Wirtsgesteinen (vgl. Forschungsfeld 5)</p> <p>MO-B2: Entwicklung Strategie für ein Monitoring eines Endlagers in allen drei Wirtsgesteinen für die zu betrachtenden Einlagerungsoptionen</p> <p>MO-B3: Weiterentwicklung der Monitoring-Techniken</p>
Thema 3.8: Nachweis der technischen Rückholbarkeit (RH)		RH-B1: Stand von Wissenschaft und Technik zur Rückholbarkeit (vgl. Forschungsfeld 5)	
Thema 3.9: Möglichkeit einer Bergung (BG)	BG-WT1: Entwicklung einer Strategie zur Reversibilität (vgl. Forschungsfeld 5)		

ENTWURF - NUR ZUM INTERNEN GEBRAUCH IM BEREICH STA  
Bei Auffinden bitte in Raum 2008 abgeben

**Forschungsfeld 3: FE&D-Bedarf der Standortauswahl der BGE mbH zum *Endlagerkonzept* (Fortsetzung)**

Forschungsfeld und Forschungsthemen	Phase I	Phase II	Phase III
<b>Forschungsfeld 3: Endlagerkonzept</b>			
Thema 3.10: Kernmaterialüberwachung (Safeguards) (KÜ)		→ KÜ-B1: Fortschreibung von Konzepten für Kernmaterialüberwachung für unterschiedliche Endlagerkonzepte	
KÜ-WT1: Weiterentwicklung von Techniken zur Kernmaterialüberwachung für unterschiedliche Endlagerkonzepte			

ENTWURF - NUR ZUM INTERNEN GEBRAUCH IM BEREICH STA  
 Bei Auffinden bitte in Raum 2008 abgeben

**Forschungsfeld 4: FE&D-Bedarf der Standortauswahl der BGE mbH zu vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen**

Forschungsfeld und Forschungsthemen	Phase I	Phase II	Phase III
<b>Forschungsfeld 4: vorläufige Sicherheitsuntersuchungen</b>			
Thema 4.1: Ungewissheiten (UG)		UG1: Uncertainty management multi-actor network (EURAD/UMAN) UG2: Berücksichtigung von Ungewissheiten bei der Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen	
Thema 4.2: Nachweisführung (NF)	NF1: Grundlagenentwicklung für repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen und zur sicherheitsgerichteten Abwägung von Teilgebieten mit besonders günstigen geologischen Voraussetzungen für die sichere Endlagerung Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle (RESUS) NF2: Numerische Modellierung für Sicherheitsbetrachtungen von Endlagersystemen: Methodische Vorgehensweisen und Stand der Praxis		
Thema 4.3: FEP-Kataloge und Szenarientwicklung (FS)		FS1: Entwicklung einer Anwendung zur Erstellung, Bearbeitung und Visualisierung von FEP-Katalogen FS-B1: Ableitung von Entwicklungen basierend auf den Referenz-FEP-Katalogen FS-B2: Entwicklung von Methoden zur Quantifizierung von Entwicklungen	
Thema 4.4: Integritätsnachweis geologischer und geotechnischer Barrieren (IN)	IN1: Mechanistic understanding of gas transport in clay materials (EURAD/GAS) IN2: Influence of temperature on clay-based material behaviour (EURAD/HITEC) IN3: Thermische Integrität von Ton und Tonsteinen – Experiment und gekoppelte THMC-Simulationen IN4: Bestimmung des Diffusionsverhaltens von Radionukliden in der sandigen Fazies des Opalinuston (Mont Terri) IN5: Einfluss von Feuchtigkeit auf den einschlusswirksamen Gebirgsbereich (Mont Terri) IN6: Implementierung und Weiterentwicklung von Stoffmodellen zur Simulation THM-Gekoppelter Prozesse im Rahmen sicherheitsanalytischer Untersuchungen im Tongestein und Bentonit (PIONIER) IN7: Weiterentwicklung von OpenGeoSys IN8: Entwicklung eines numerischen Programms zur Berechnung gekoppelter THMC/B Prozesse IN-WT1: Auswirkung von biologischen und mikrobiellen Prozessen auf die Integrität des Endlagersystems		
Thema 4.5: Radiologischer Nachweis (RN)		RN-B1: Bestimmung elementspezifischer Diffusionskoeffizienten für alle Wirtsgesteine RN-WT1: Nachweis und Validierung von Modellen für die Simulation des Transports von Radionukliden in der Nahfeldzone	

ENTWURF - NUR ZUM INTERNEN GEBRAUCH IM BEREICH STA  
Bei Auffinden bitte in Raum 2008 abgeben

**Forschungsfeld 5: FE&D-Bedarf der Standortauswahl der BGE mbH zu Sozialwissenschaften**

Forschungsfeld und Forschungsthemen	Phase I	Phase II	Phase III
<b>Forschungsfeld 5: Sozialwissenschaften</b>			
Thema 5.1: Transparenz und Ergebnis- Wissensvermittlung (TW)		TW1: Methodenentwicklung für die wissenschaftliche Begleitung des Dialogs der BGE mit der Bevölkerung	
Thema 5.2: Sozioökonomische Potenzialanalysen (SP)			SP1: Entwicklung eines Methodenkonzeptes für die Durchführung sozioökonomischer Potenzialanalysen
Thema 5.3: Wechselwirkung Mensch- Technik-Organisation (MTO)		MTO1: Optimierung des Monitorings der Sicherheits- und Fehlerkultur der BGE	
Thema 5.4: Standortauswahl vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Diskussion (GS)			GS1: Wissenschaftliche Analyse regionaler und überregionaler gesellschaftlicher Konflikte hinsichtlich der Auswirkung auf Beispiele von betroffenen Regionen

ENTWURF - NUR ZUM INTERNEN GEBRAUCH IM BEREICH STA  
Bei Auffinden bitte in Raum 2008 abgeben