

Stand der Entsorgung radioaktiver Abfälle in der Schweiz

Sicherheitstechnischer Vergleich in Etappe 2 – Vorschläge der Nagra für Etappe 3



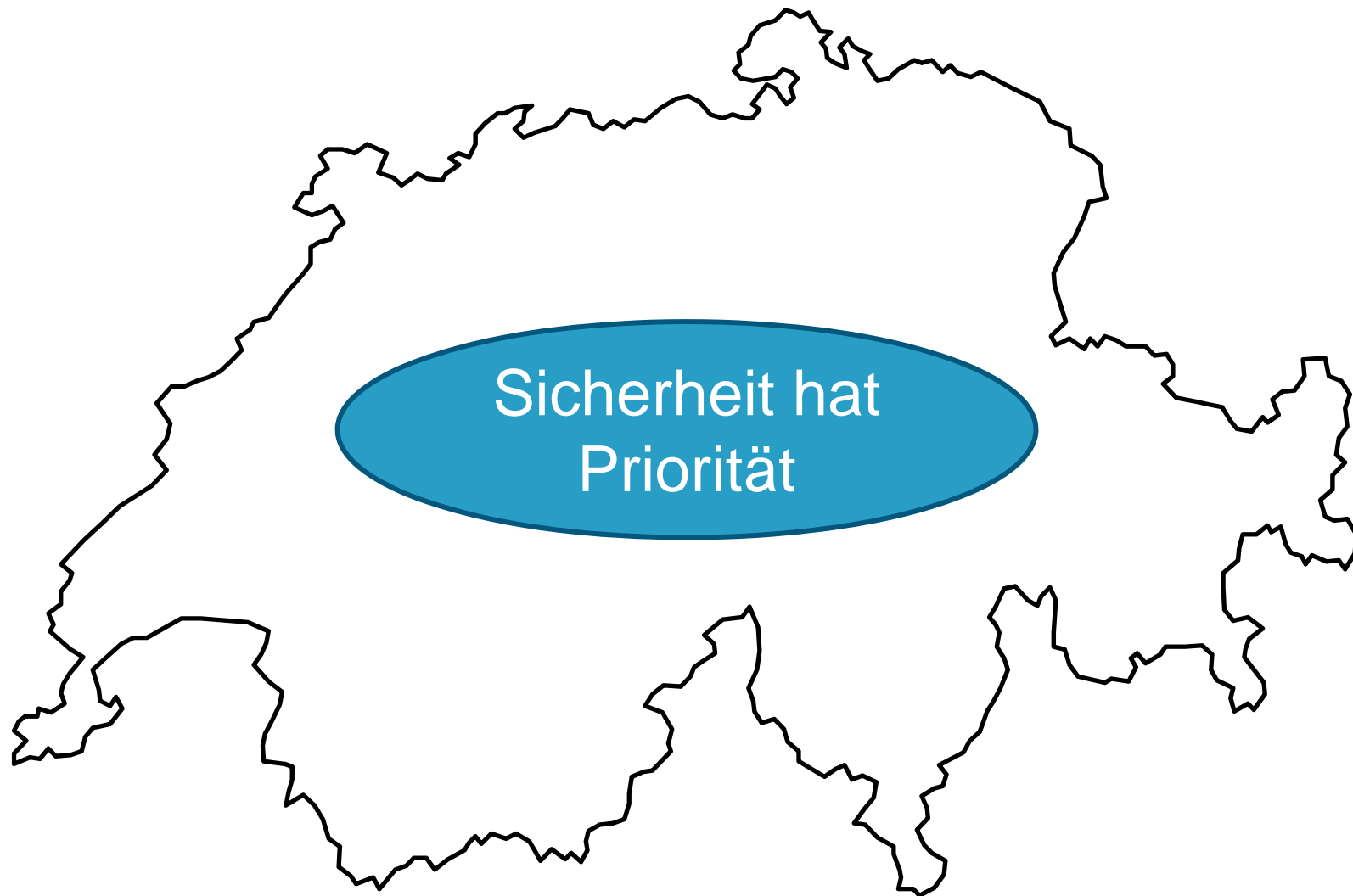
TREFFPUNKT TIEFENLAGER

Bözberg 7. März 2015

Markus Fritschi, Mitglied Geschäftsleitung

nagra ● aus verantwortung

Ausgangslage Standortwahlverfahren



Etappe 1: Kriterien definiert

Die 13 Kriterien des SGT zur Standortevaluation hinsichtlich Sicherheit und technischer Machbarkeit	
1 Eigenschaften des Wirtgesteins (bzw. des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs)	1.1 Räumliche Ausdehnung 1.2 Hydraulische Barrierenwirkung 1.3 Geochemische Bedingungen 1.4 Freisetzungspfade
2 Langzeitstabilität	2.1 Beständigkeit der Standort- und Gesteinseigenschaften 2.2 Erosion 2.3 Lagerbedingte Einflüsse 2.4 Nutzungskonflikte
3 Zuverlässigkeit der geologischen Aussagen	3.1 Charakterisierbarkeit der Gesteine 3.2 Explorierbarkeit der räumlichen Verhältnisse 3.3 Prognostizierbarkeit der Langzeitveränderungen
4 Bautechnische Eignung	4.1 Felsmechanische Eigenschaften und Bedingungen 4.2 Untertägige Erschliessung und Wasserhaltung

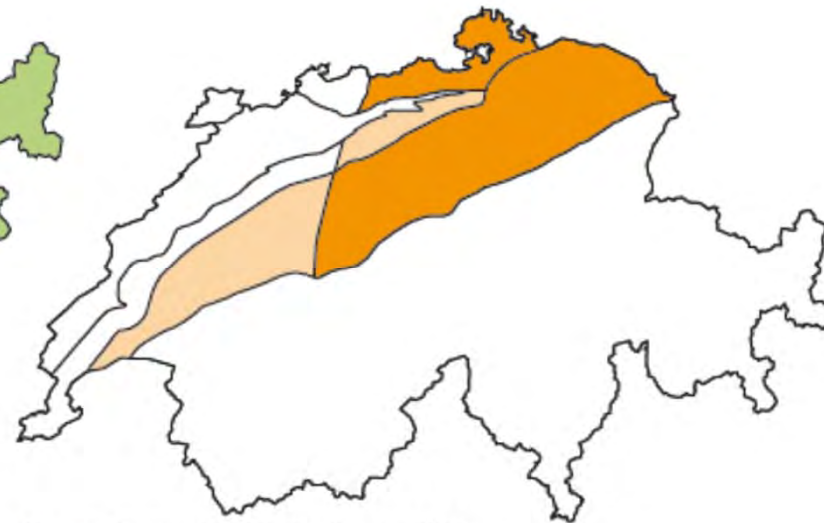
Etappe 1: Grossräume

- Räumliche Verhältnisse und ihre Explorierbarkeit
- Langzeitstabilität



Grossräume für Tiefenlager SMA

- Günstig bis sehr günstig
- Ungünstig bis bedingt günstig

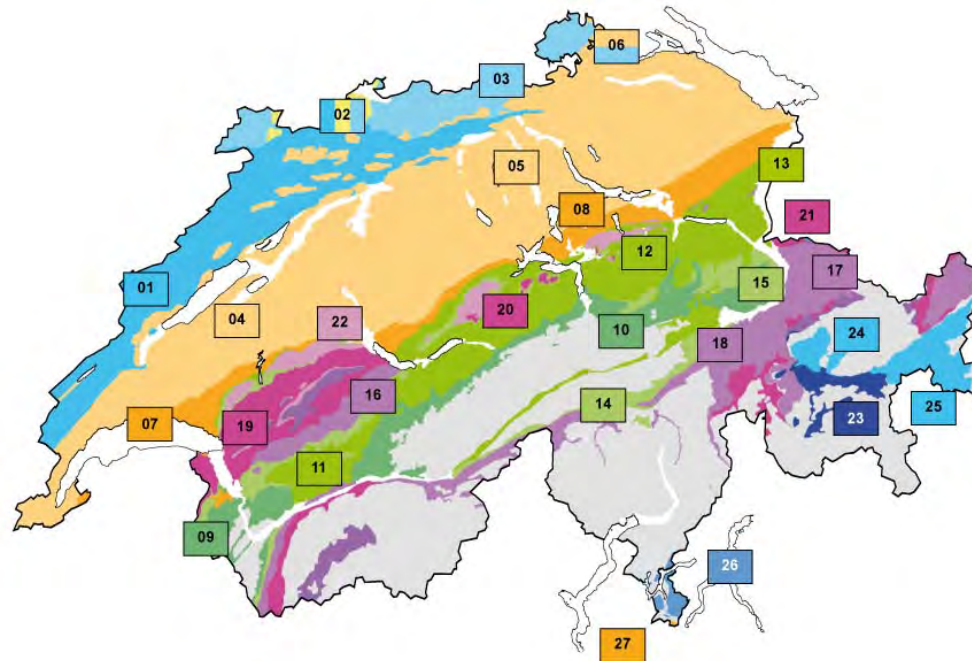


Grossräume für Tiefenlager HAA

- Günstig bis sehr günstig
- Ungünstig bis bedingt günstig
- Ungenügend

Etappe 1: Wirtgesteine

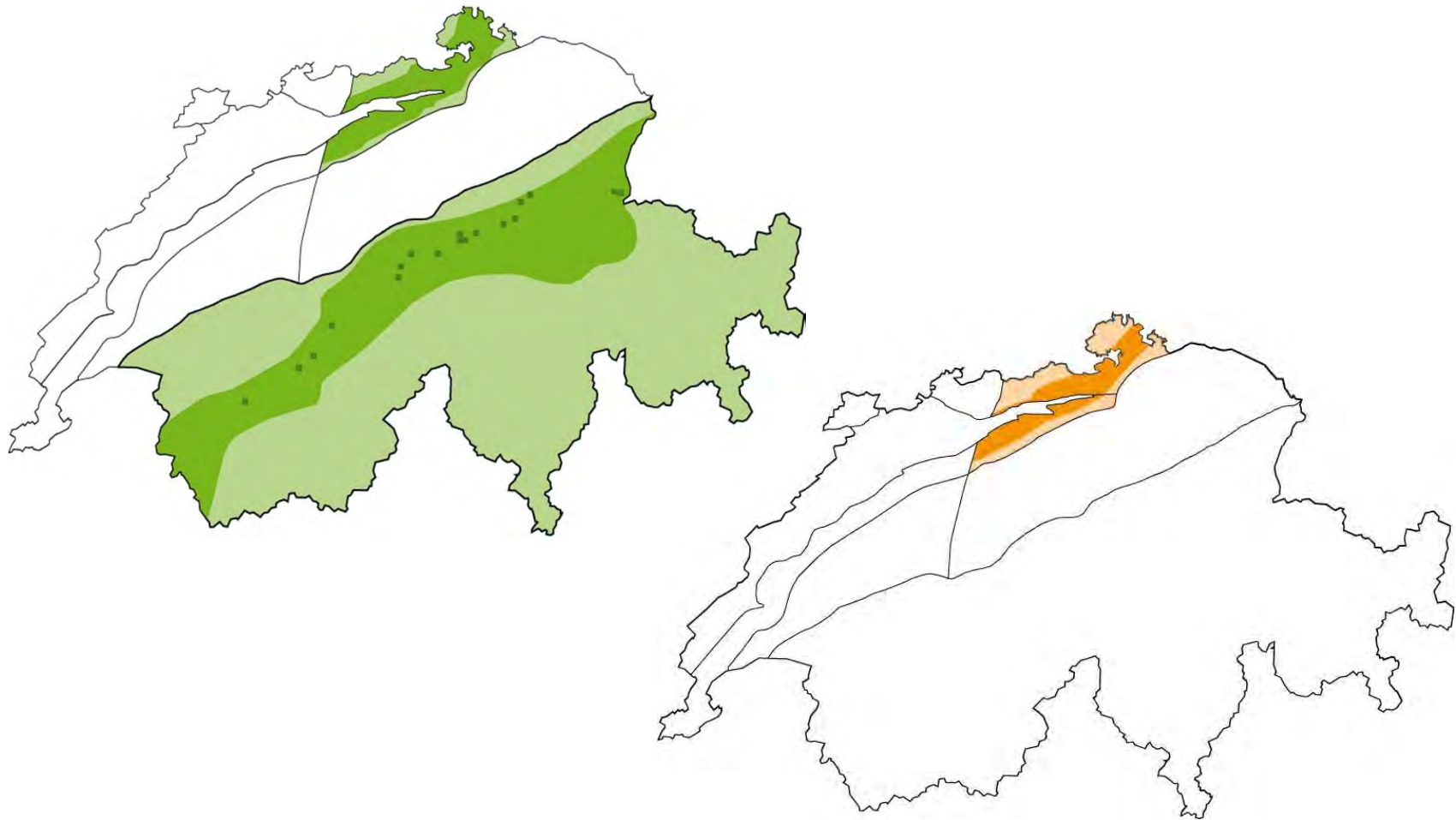
■ Prüfung der Wirtgesteinsoptionen



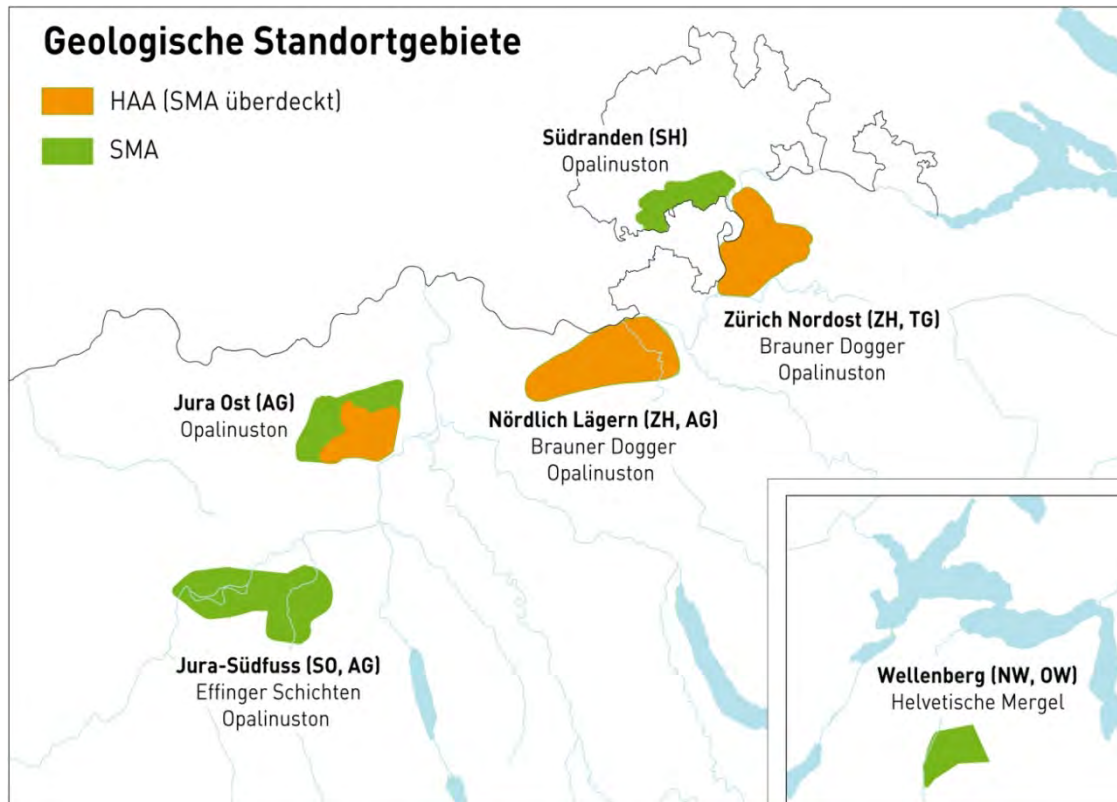
SMA	HAA	Gesteinseinheit
		Karbonatgesteins-Formationen verschiedenen Alters
		Sandstein-Formationen verschiedenen Alters
		Verrucano-Schiefer, Schiefer des Karbons
		Playa-Serie
		Evaporitabfolgen der Trias
		Kössen-Allgäu-Formation (tonige Fazies)
		Lias (Lias indifférent)
		Opalinuston (westl. Tafeljura / Faltenjura / westl. Subjurass. Zör)
		Opalinuston (östl. Tafeljura / östl. Subjurass. Zone)
		Aalénien-Tonschiefer
		Staldengraben-Formation (tonige Fazies)
		Tongesteinsabfolge Brauner Dogger (östl. Tafeljura)
		Effinger Schichten (Faltenjura / westl. Subjurassische Zone)
		Effinger Schichten (östl. Tafeljura / östl. Subjurassische Zone)
		Renggeri-Ton und Terrain à Chailles
		Tonschiefer-Abfolgen der Bündnerschiefer
		Scaglia
		Mergel-Formationen des Helvetikums
		Flysch-Formationen
		Untere Süsswassermolasse (USM; Marnes Bariolées s. str.)
		Meletta-Schichten
		Formazione di Chiasso
		Brendenbach-Mergel-Formation
		Obere Süsswassermolasse (OSM; Basiszone und Bodensee-Sc)
		Quartäre Seeablagerungen
		Kristallingesteine (wenig deformierte Blöcke) (Nordschweiz)
		Kristallingesteine (wenig deformierte Blöcke) (Alpen)

Etappe 1: Verbreitung Wirtgesteine

- Grossräume und bevorzugte Wirtgesteine



Etappe 1: Resultat



- Resultat systematischer Anwendung der **Vorgaben im Sachplan**
- berücksichtigt die geologischen Möglichkeiten der **ganzen Schweiz**
- abgeleitet mit systematischer, **schrittweiser Einengung** aus Sicht **Sicherheit** und **technischer Machbarkeit**

Aufgaben in Etappe 2

Festlegung der **Standortareale für die Oberflächenanlage und deren Erschliessung** in Zusammenarbeit mit den Standortregionen

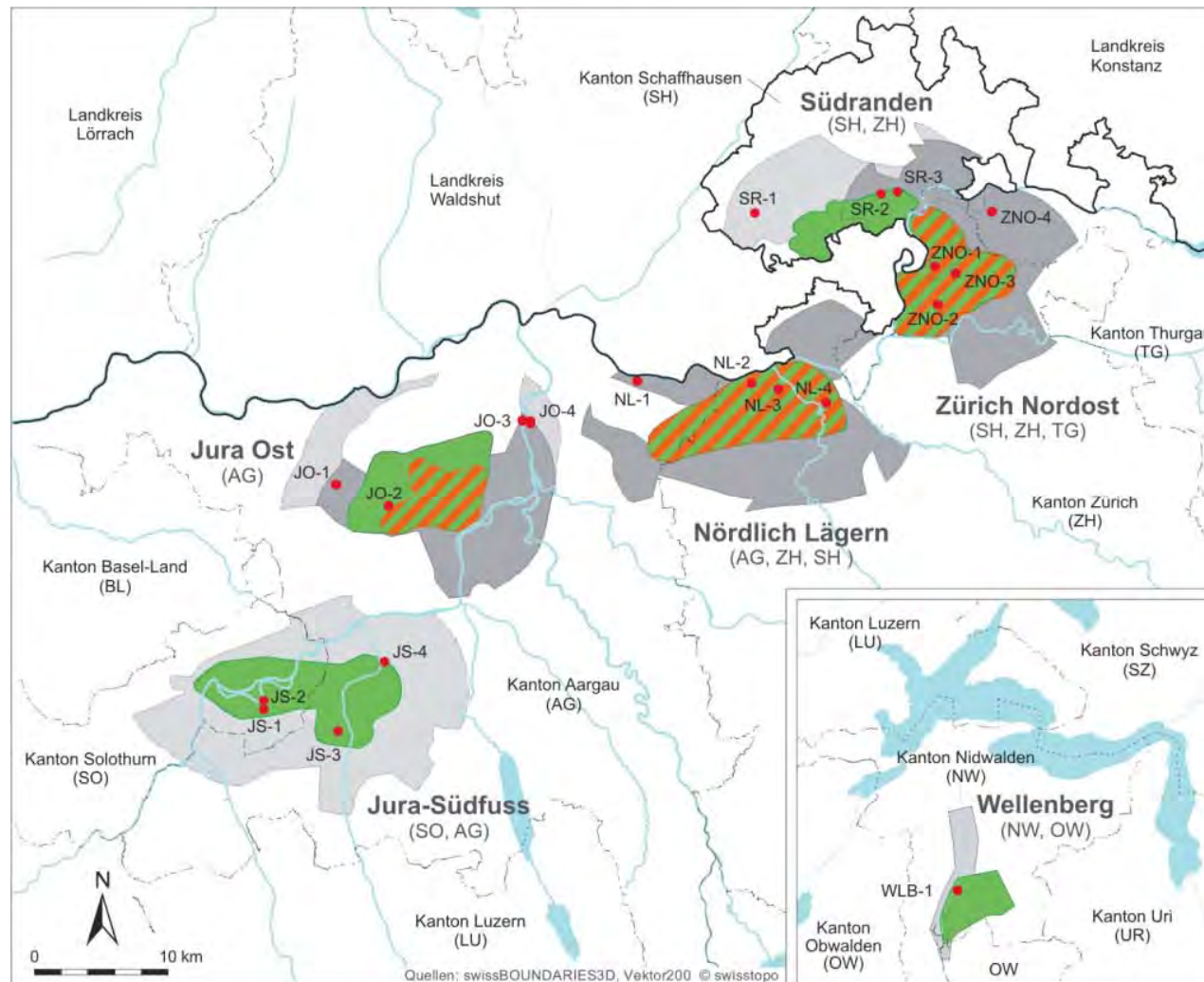


Erhöhung Kenntnisstand und Sicherheitstechnischer Vergleich der geologischen Standortgebiete aus Etappe 1



Resultat Zusammenarbeit Region und Sicherheitsvergleich:
Vorschlag der Nagra von mindestens **je 2 geologischen Standortgebieten pro Lagertyp** mit den zugehörigen Standortarealen für die weitere Untersuchung in Etappe 3

Standorte Oberflächenanlagen – Vorschläge Nagra

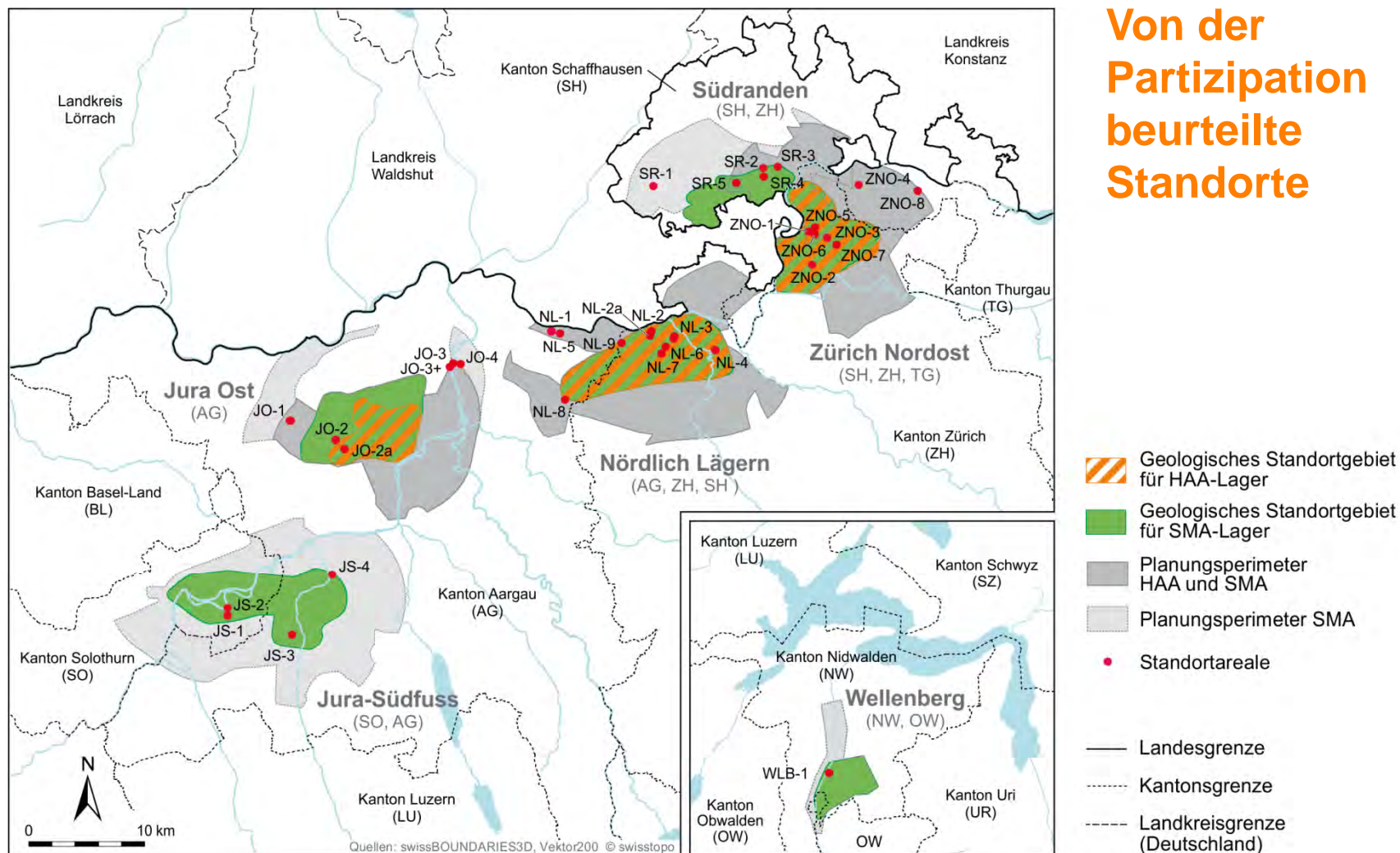


**Diskussions-
grundlage für
Partizipation
(Januar 2012)**

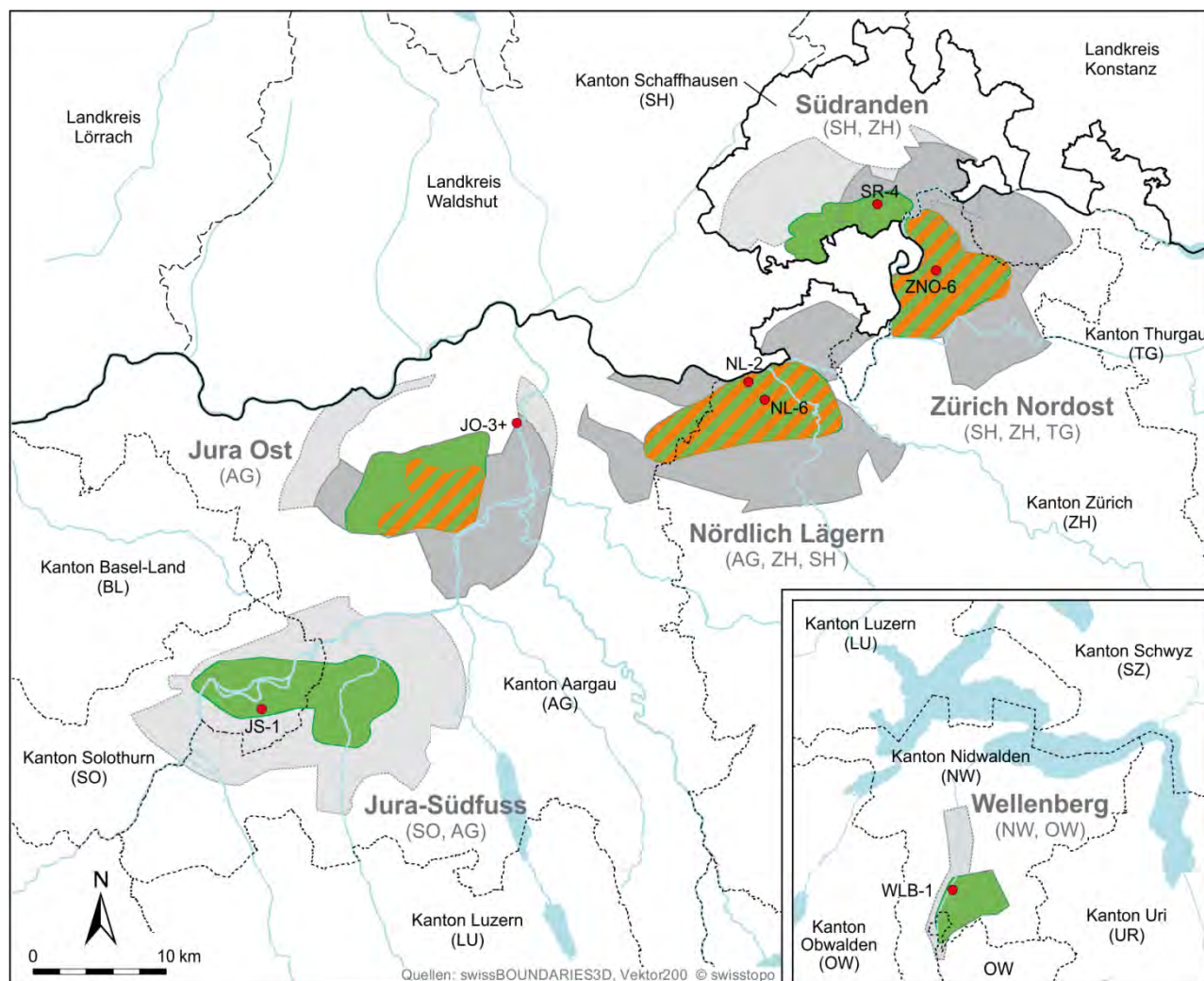
- Geologisches Standortgebiet für HAA-Lager
- Geologisches Standortgebiet für SMA-Lager
- Planungsperimeter HAA und SMA
- Planungsperimeter SMA
- Standortareale
- Landesgrenze
- Kantonsgrenze
- Landkreisgrenze (Deutschland)

Standorte Oberflächenanlagen – Zwischenstand









Von der Partizipation beurteilte Standorte



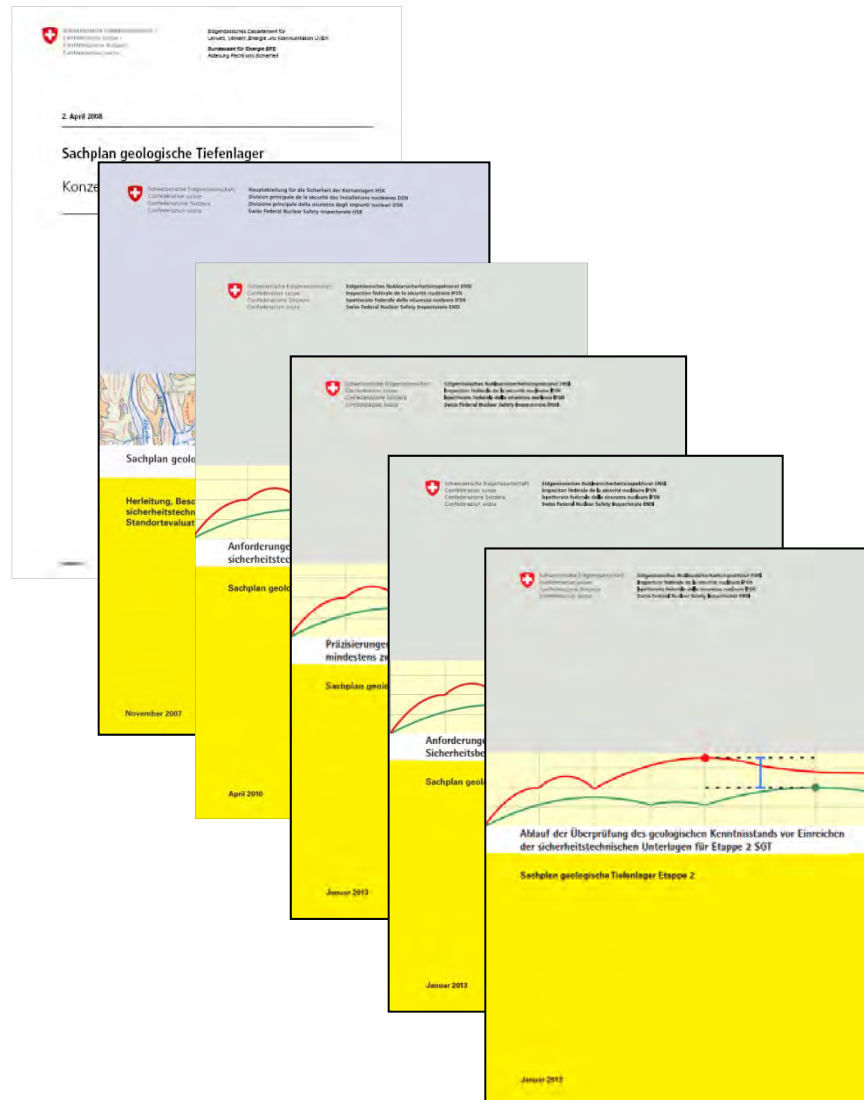
Standorte Oberflächenanlagen – Resultat



**Aufgrund
Partizipation
von der Nagra
bezeichnete
Standorte**

-  Geologisches Standortgebiet für HAA-Lager
-  Geologisches Standortgebiet für SMA-Lager
-  Planungssperimeter HAA und SMA
-  Planungssperimeter SMA
-  bezeichnete Standortareale
-  Landesgrenze
-  Kantonsgrenze
-  Landkreisgrenze (Deutschland)

Sicherheitstechnischer Vergleich: Vorgaben

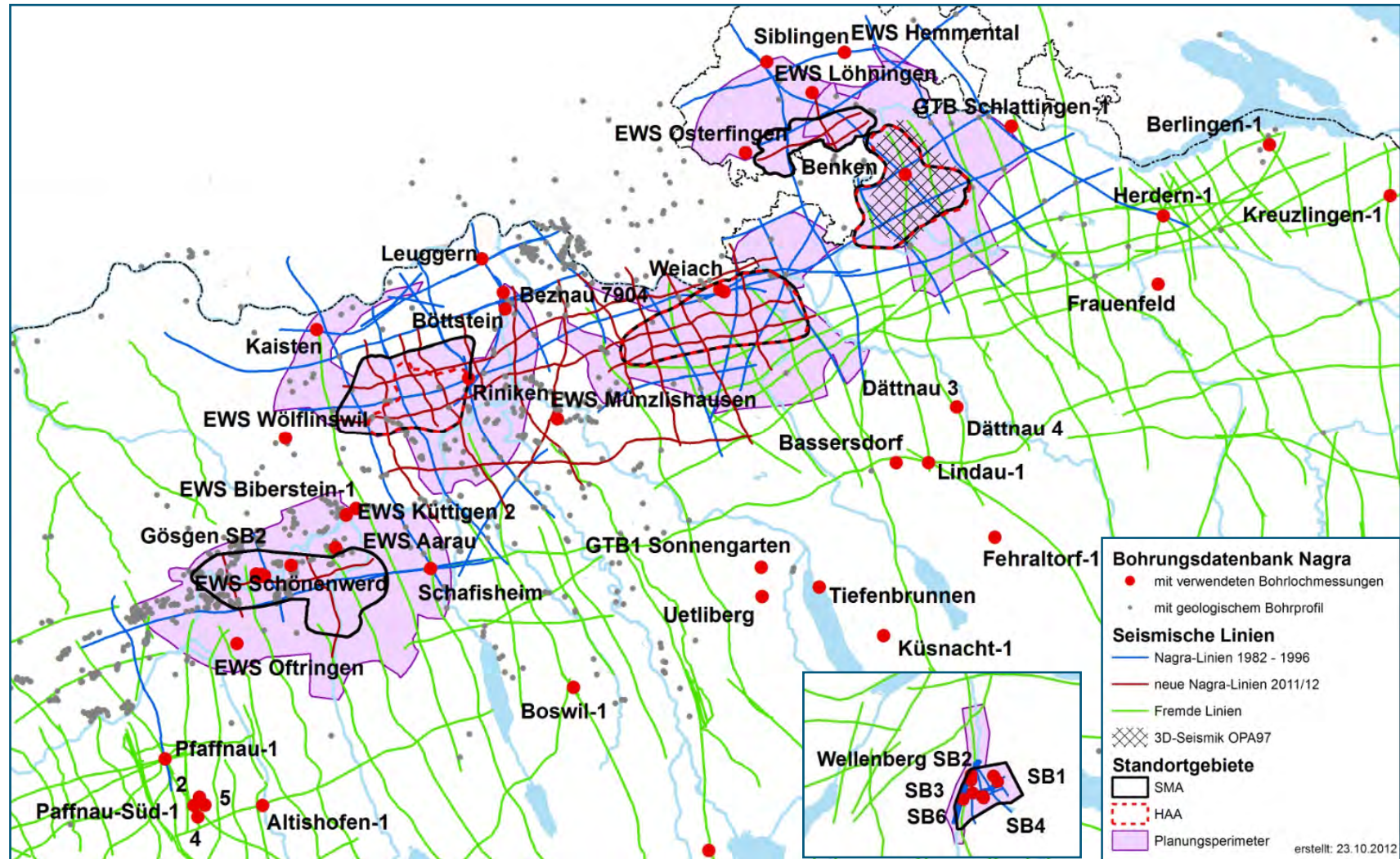


- Bundesrat: Sachplan geologische Tiefenlager, Konzeptteil
- ENSI: Herleitung, Beschreibung und Anwendung der sicherheitstechnischen Kriterien für die Standortevaluation
- ENSI: Anforderungen an die provisorischen Sicherheitsanalysen und den sicherheitstechnischen Vergleich (Etappe 2 SGT)
- ENSI: Präzisierungen zum sicherheitstechnischen Vorgehen für die Auswahl von mindestens zwei Standortgebieten je für HAA und SMA in Etappe 2 SGT
- ENSI: Anforderungen an die bautechnischen Risikoanalysen und an ergänzende Sicherheitsbetrachtungen für die Zugangsbauwerke in Etappe 2 SGT
- ENSI: Ablauf der Überprüfung des geologischen Kenntnisstands vor Einreichen der sicherheitstechnischen Unterlagen für Etappe 2 SGT.

Etappe 2: Vertiefung Kenntnisstand



Etappe 2: Datenlage (Stand 2014)



Dokumentation sicherheitstechnischer Vergleich

Haupt- und Schlüsselberichte und...



...weitere rund 200 Grundlagen- und Referenzberichte.

Erarbeitung Vorschläge – Stufenweises Vorgehen

Festlegen des Vorgehens

Schritt 1

gestützt auf Vorgaben (z.B. Kriterien)



Wirtgesteine: Bewertung und Vergleich je Region

Schritt 2

Festlegen prioritäres Wirtgestein in Regionen mit mehreren Optionen



Abgrenzung optimierter Lagerperimeter je Region

Schritt 3

innerhalb des Standortgebiets, verschärfte Anforderungen



Bewertung der optimierten Lagerperimeter

Schritt 4

mittels Dosisberechnungen (DB) und qualitativer Bewertung



Vergleichende Gesamtbewertung und Identifikation eindeutiger Nachteile: Vorschlag Nagra für Etappe 3

Schritt 5

Sicherheitstechnische Optimierung in Etappe 2

- **Grundsatz: Optimale Nutzung der geologischen Standortgebiete** aus Etappe 1 bezüglich **Sicherheit**, nämlich:
 - 1 Für **Wirtgesteine**: innerhalb von Standortgebiet, bei mehreren Wirtgesteinen nur jene ohne «eindeutige Nachteile» (Barrierenwirkung!) berücksichtigen
 - **prioritäre Wirtgesteine**
 - 2 Für **jedes Standortgebiet**: Wahl optimaler räumlicher Konfiguration für prioritäre Wirtgesteine innerhalb Standortgebiet
 - **Optimierte Lagerperimeter**
 - 3 **Vergleich Standortgebiete**: Abwägung Stärken und Schwächen bzw. vergleichende Bewertung zugehöriger Lagerperimeter
 - **eindeutige Nachteile**
 - **sicherheitsgerichteter Vorschlag für Etappe 3**

Zurückstellen von Standortgebieten – Leitfragen

Ein Standortgebiet kann in Etappe 2 gemäss Vorgaben ENSI nur dann **zurückgestellt** werden, falls mindestens eine der folgenden Leitfragen **belastbar mit 'JA' beantwortet** wird:

- 1 Erfüllt das Standortgebiet das **Dosis-Schutzkriterium nicht**?
- 2 Ist das Standortgebiet aufgrund der **Ergebnisse der Dosis-Berechnungen** eindeutig **weniger geeignet**?
- 3 Ist die **Gesamtbewertung** des Standortgebiets **schlechter als 'geeignet'**?
- 4 Weist das Standortgebiet anhand der Kriterien zur Sicherheit und technischen Machbarkeit belastbare **eindeutige Nachteile** gegenüber anderen Standortgebieten auf?

Erarbeitung Vorschläge – Stufenweises Vorgehen

Festlegen des Vorgehens

Schritt 1

gestützt auf Vorgaben (z.B. Kriterien)



Wirtgesteine: Bewertung und Vergleich je Region

Schritt 2

Festlegen prioritäres Wirtgestein in Regionen mit mehreren Optionen



Abgrenzung optimierter Lagerperimeter je Region

Schritt 3

innerhalb des Standortgebiets, verschärfte Anforderungen



Bewertung der optimierten Lagerperimeter

Schritt 4

mittels Dosisberechnungen (DB) und qualitativer Bewertung

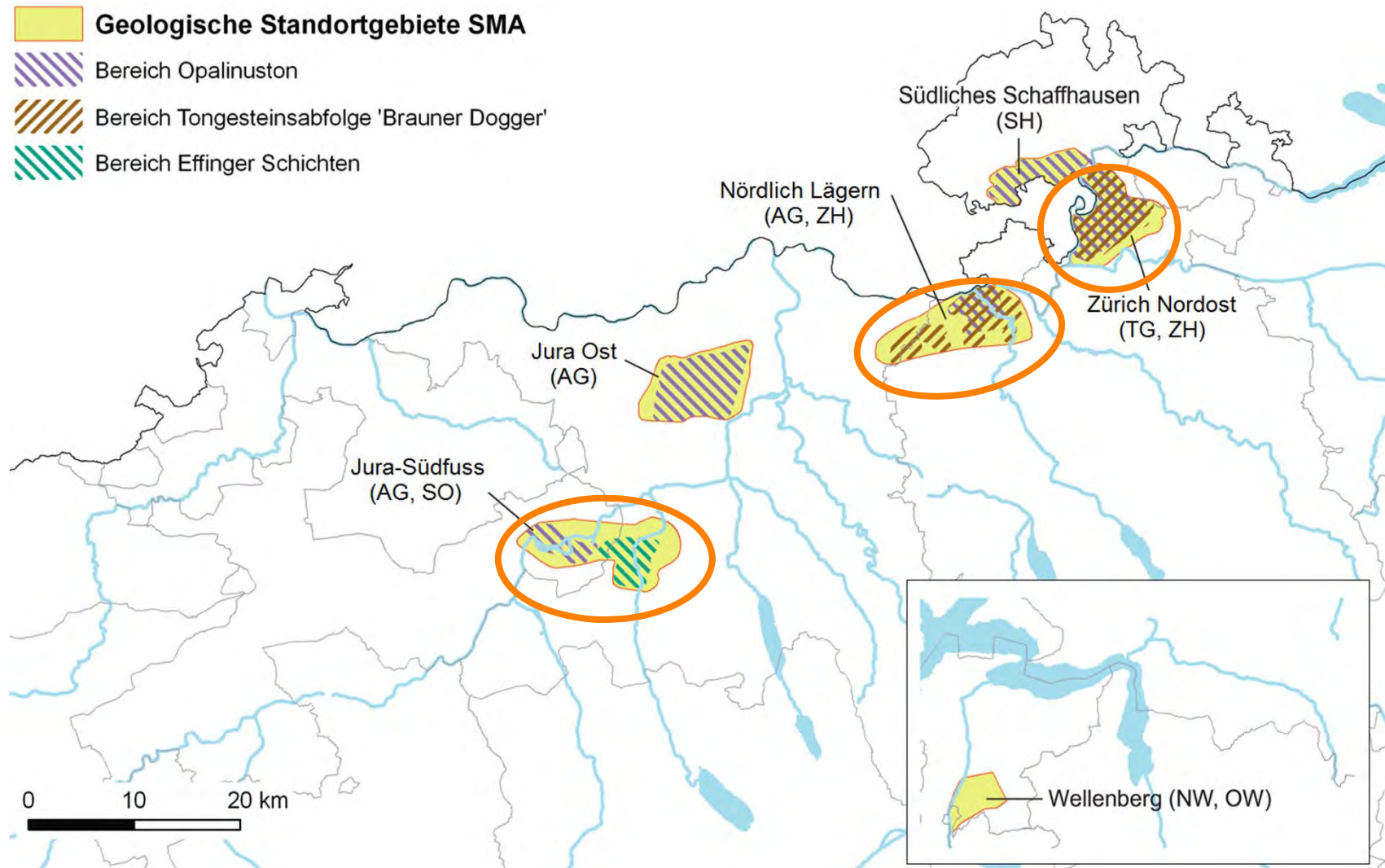


Vergleichende Gesamtbewertung und Identifikation

Schritt 5

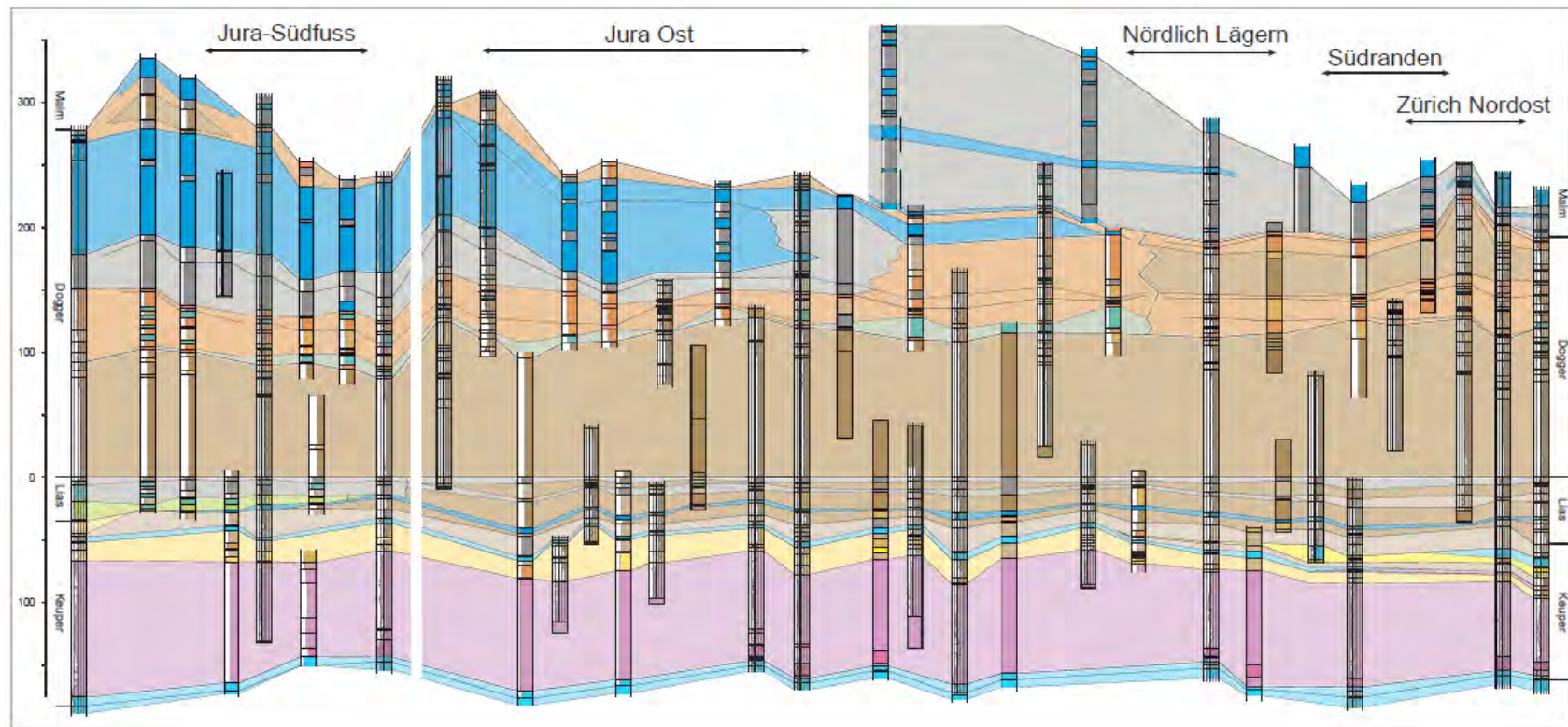
eindeutiger Nachteile: Vorschlag Nagra für Etappe 3

Geologische Standortgebiete SMA



Erweiterte Datenbasis Wirt- und Rahmengesteine

- Profil durch die Standortgebiete von Südwest nach Nordost



Vergleich Wirtgesteine je Region SMA

Entscheidrelevante Merkmale / Entscheidrelevante Indikatoren	Zürich Nordost Opalinuston	Nördlich Lägern Opalinuston	Jura-Südfuss Opalinuston	Zürich Nordost 'Brauner Dogger'	Nördlich Lägern 'Brauner Dogger'	Jura-Südfuss Effinger Schichten
Wirksamkeit der geologischen Barriere	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	günstig	günstig	bedingt günstig
Mächtigkeit	sehr günstig	sehr günstig	bedingt günstig	sehr günstig	sehr günstig	bedingt günstig
Hydraulische Durchlässigkeit	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	günstig
Art der Transportpfade und Ausbildung des Porenraums	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	günstig
Transmissivität präferenzzieller Freisetzungspfade	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	günstig
Selbstabdichtungsvermögen	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	günstig
Homogenität des Gesteinsaufbaus	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	bedingt günstig	bedingt günstig	bedingt günstig
Länge der massgebenden Freisetzungspfade	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	ungünstig	ungünstig	ungünstig
Kolloide	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	bedingt günstig
Langzeitstabilität der geologischen Barriere	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	bedingt günstig
Potenzial zur Bildung neuer Wasserwegsamkeiten (Verkarstung)	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	bedingt günstig
Selbstabdichtungsvermögen	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	günstig
Explorier- und Charakterisierbarkeit der geologischen Barriere im Standortgebiet	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	günstig	günstig	bedingt günstig
Variabilität der Gesteinseigenschaften im Hinblick auf ihre Charakterisierbarkeit	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	bedingt günstig
Explorationsverhältnisse im geologischen Untergrund	sehr günstig	sehr günstig	sehr günstig	bedingt günstig	bedingt günstig	bedingt günstig

Opalinuston
qualifiziert sich
im Vergleich klar
als **prioritäres**
Wirtgestein.

Erarbeitung Vorschläge – Stufenweises Vorgehen

Festlegen des Vorgehens

Schritt 1

gestützt auf Vorgaben (z.B. Kriterien)



Wirtgesteine: Bewertung und Vergleich je Region

Schritt 2

Festlegen prioritäres Wirtgestein in Regionen mit mehreren Optionen



Abgrenzung optimierter Lagerperimeter je Region

Schritt 3

innerhalb des Standortgebiets, verschärfte Anforderungen



Bewertung der optimierten Lagerperimeter

Schritt 4

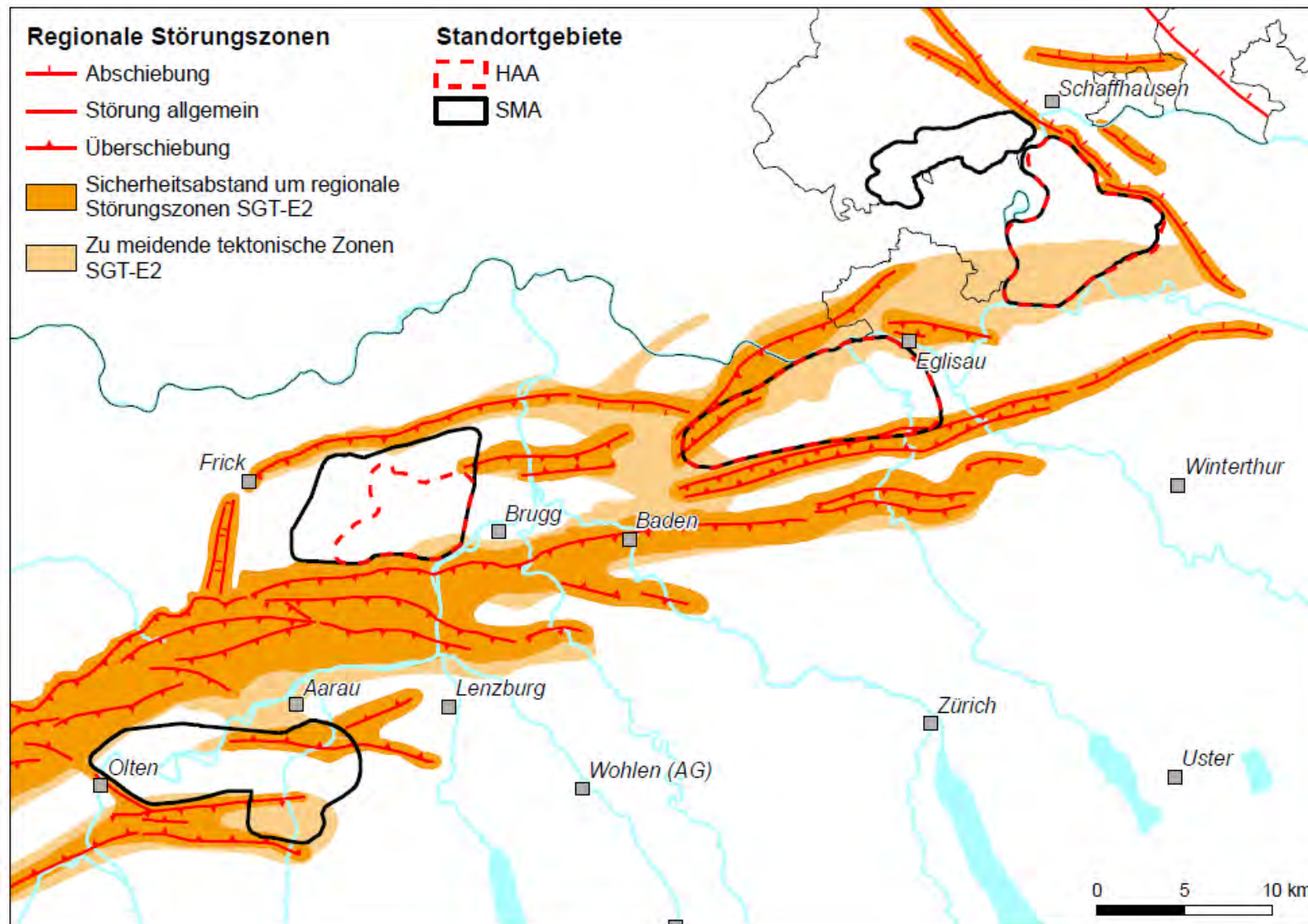
mittels Dosisberechnungen (DB) und qualitativer Bewertung



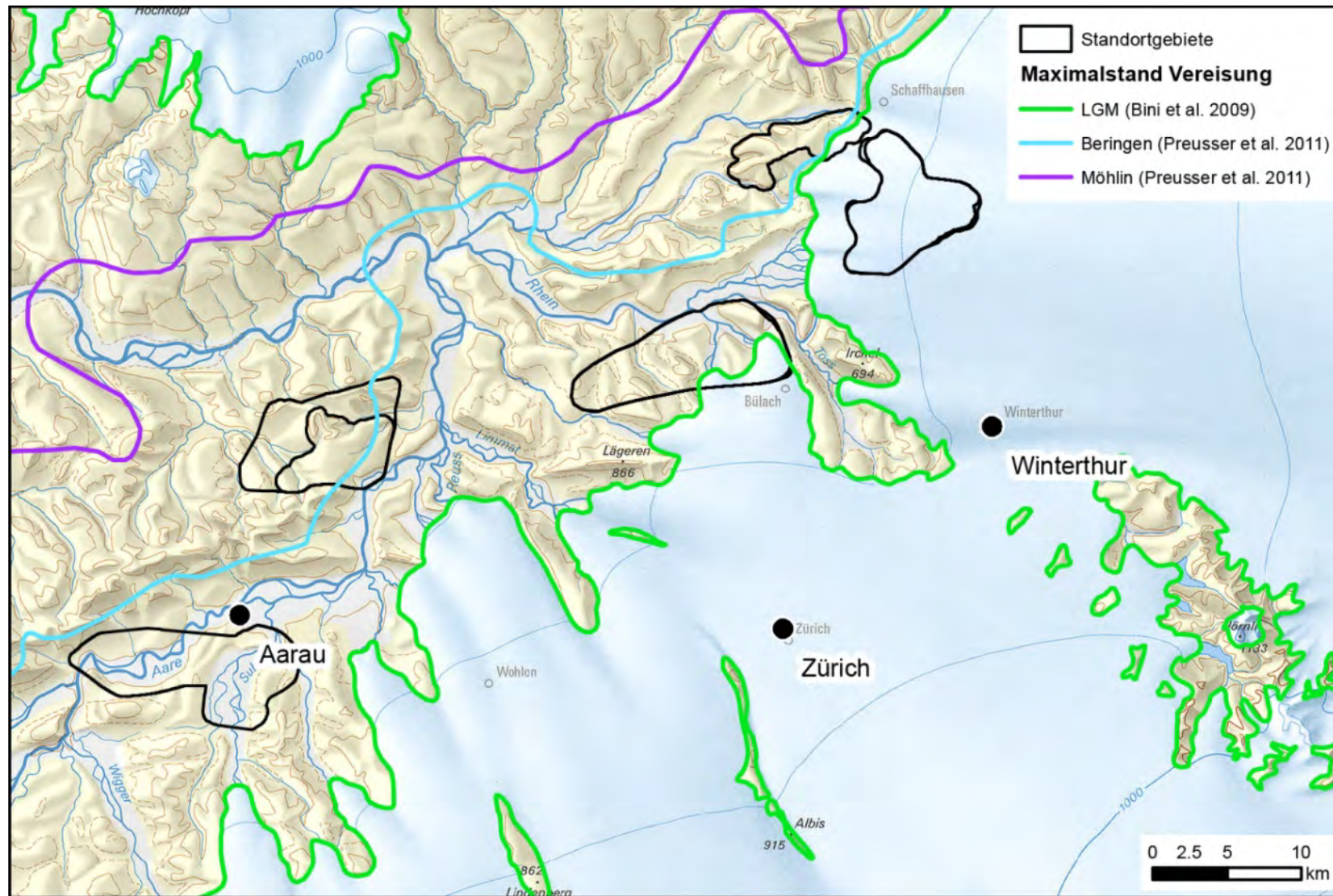
Vergleichende Gesamtbewertung und Identifikation eindeutiger Nachteile: Vorschlag Nagra für Etappe 3

Schritt 5

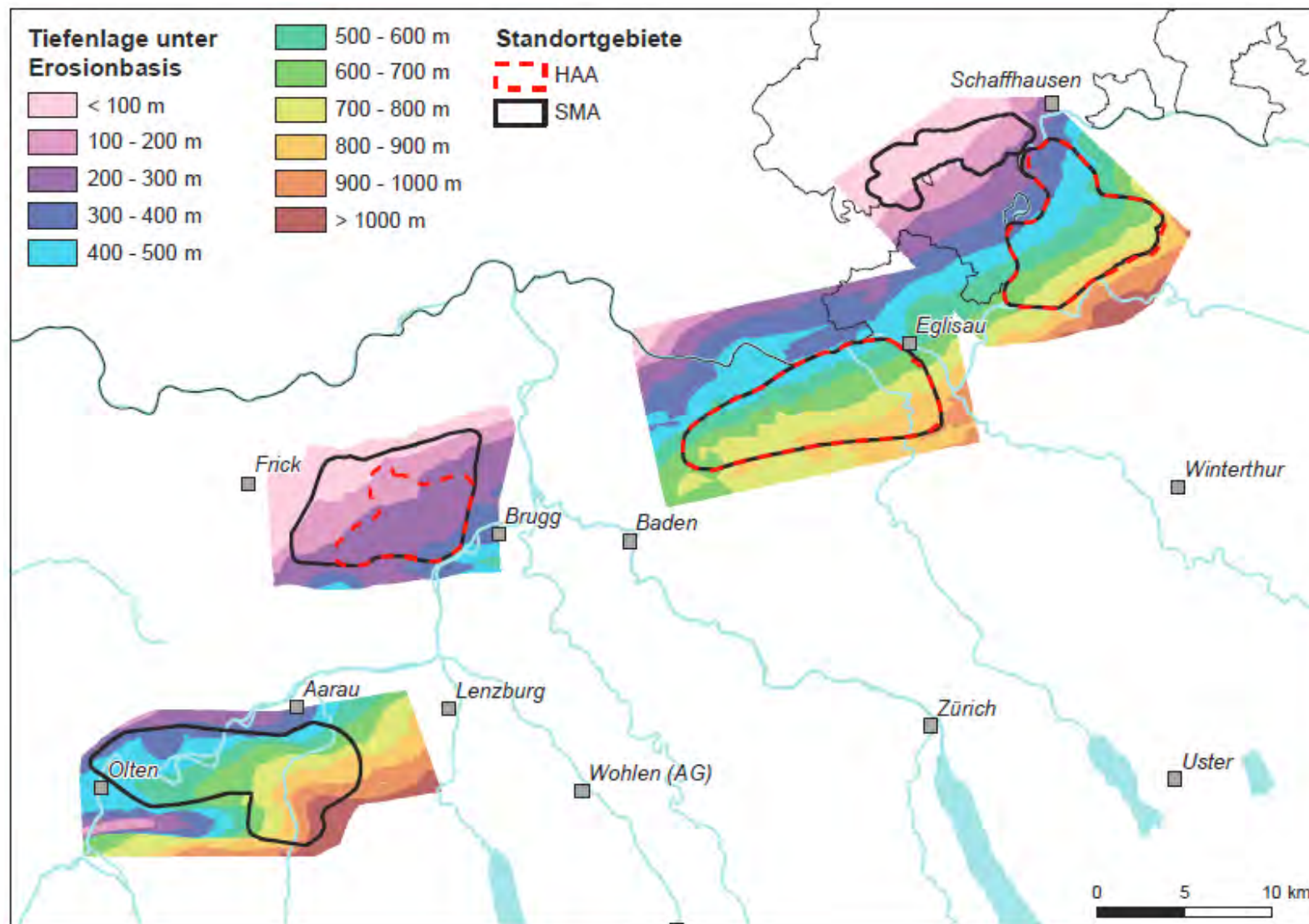
Zu meidende tektonische Zonen



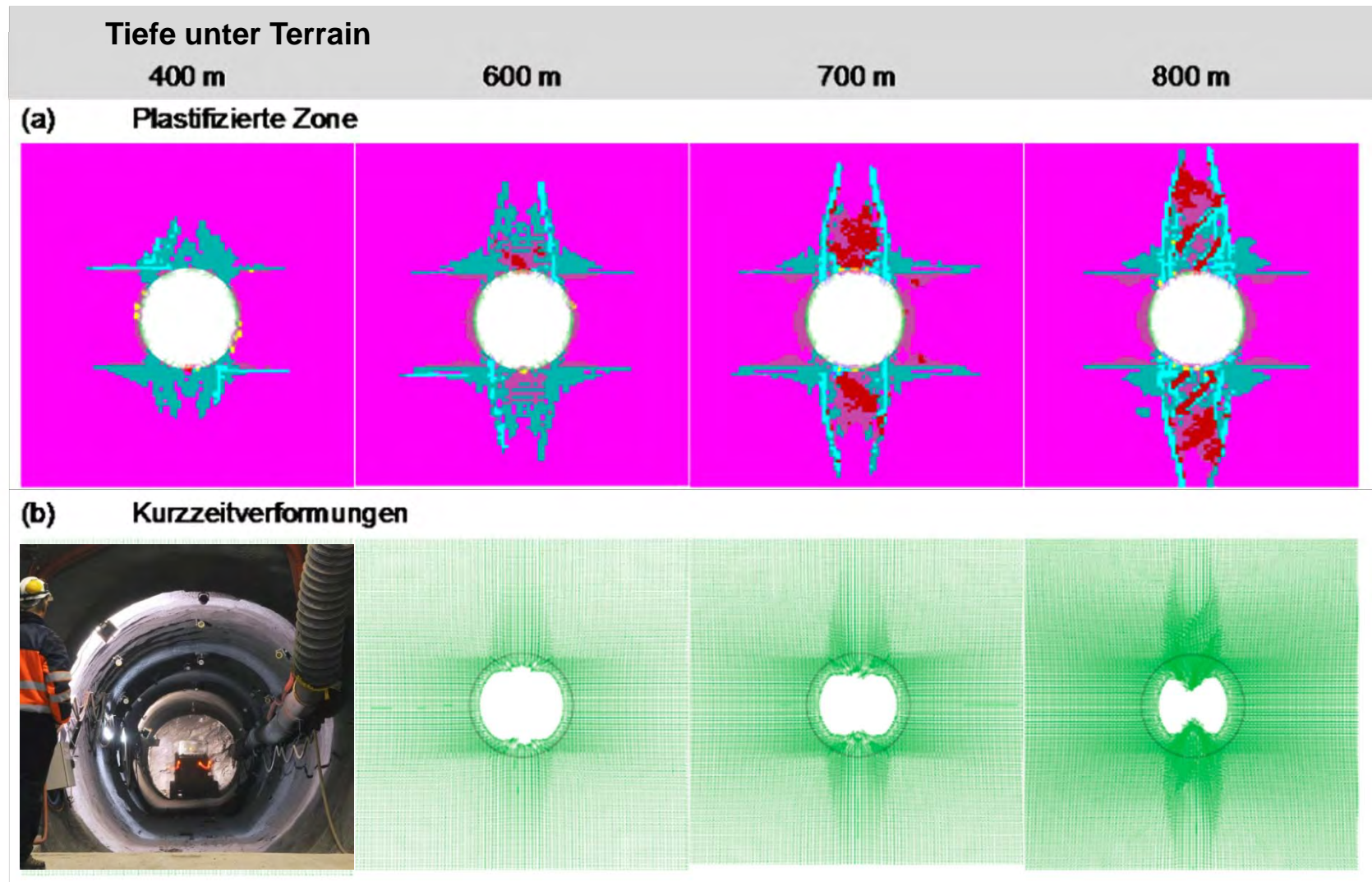
Erosion – Beispiel Vergletscherungen



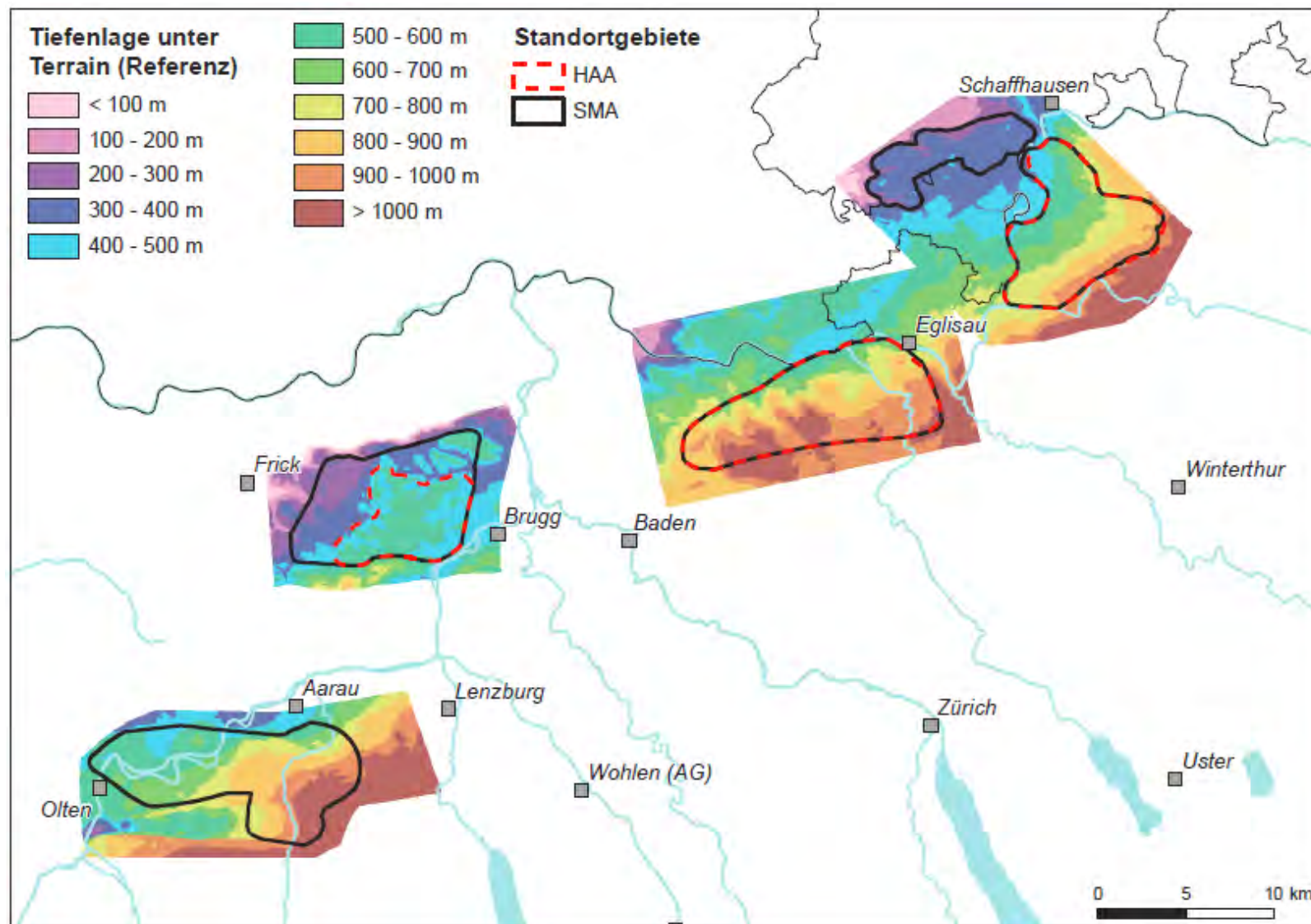
Minimale Tiefenlage



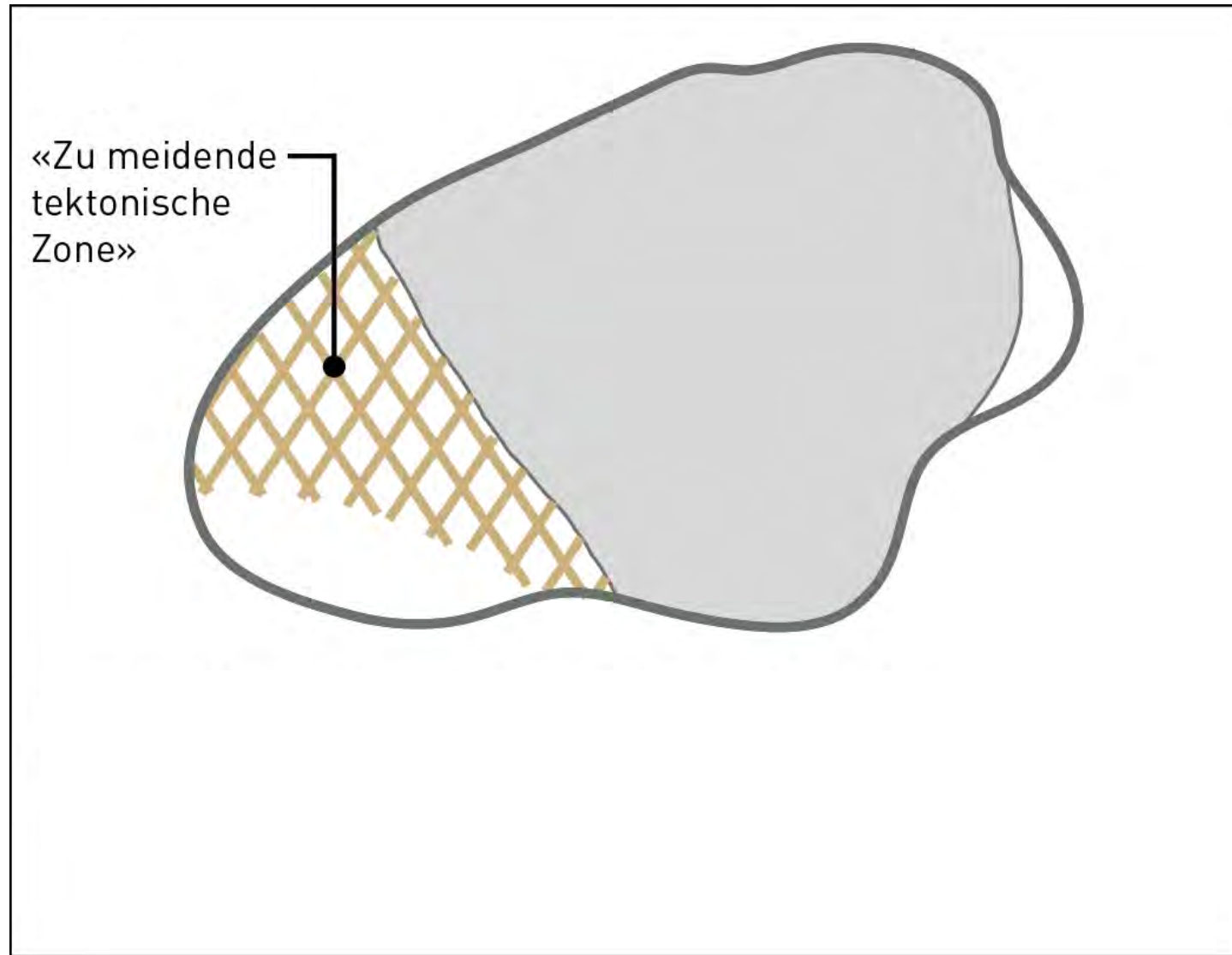
Felsmechanische Berechnungen (BE/HAA-Lagerstollen)



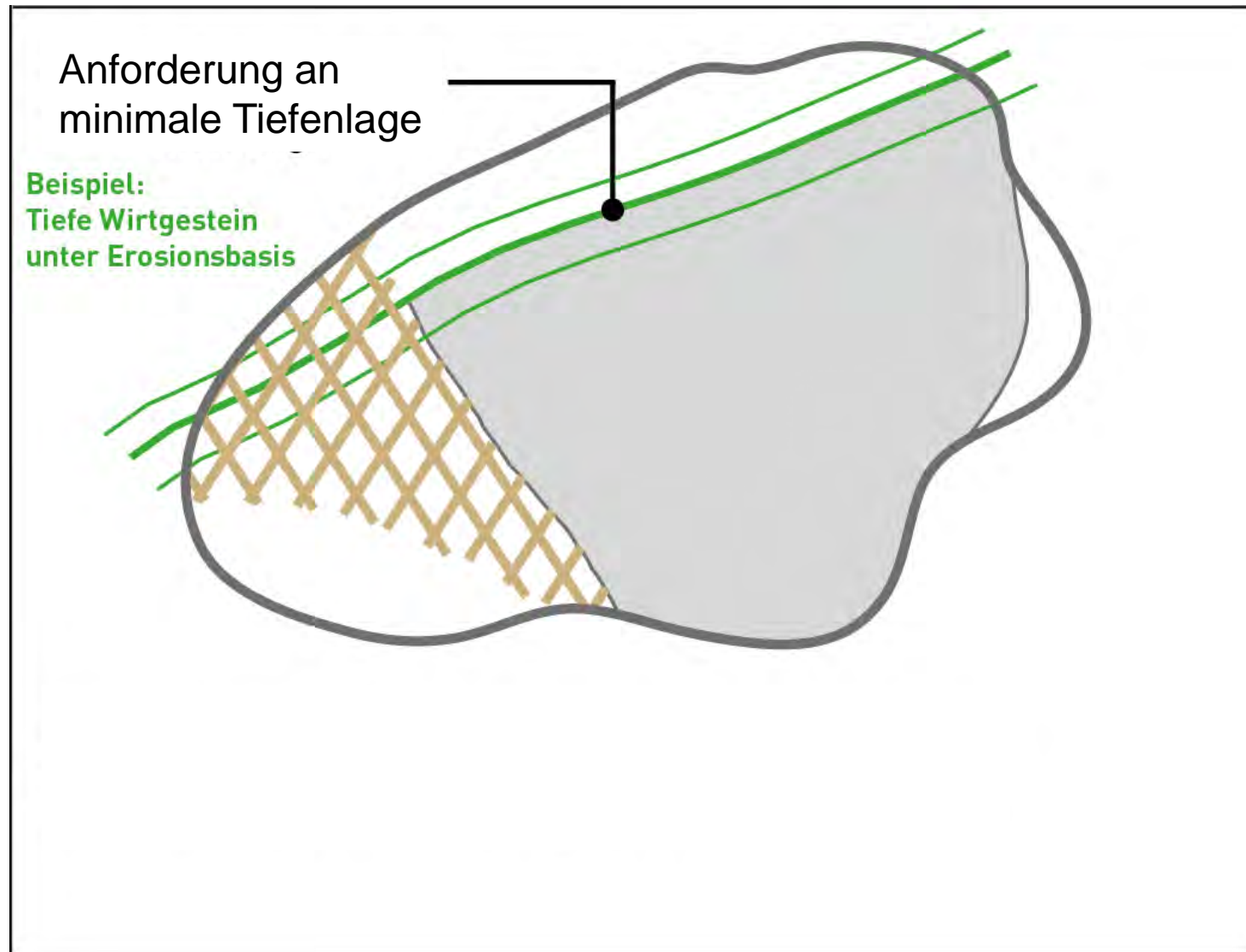
Maximale Tiefenlage



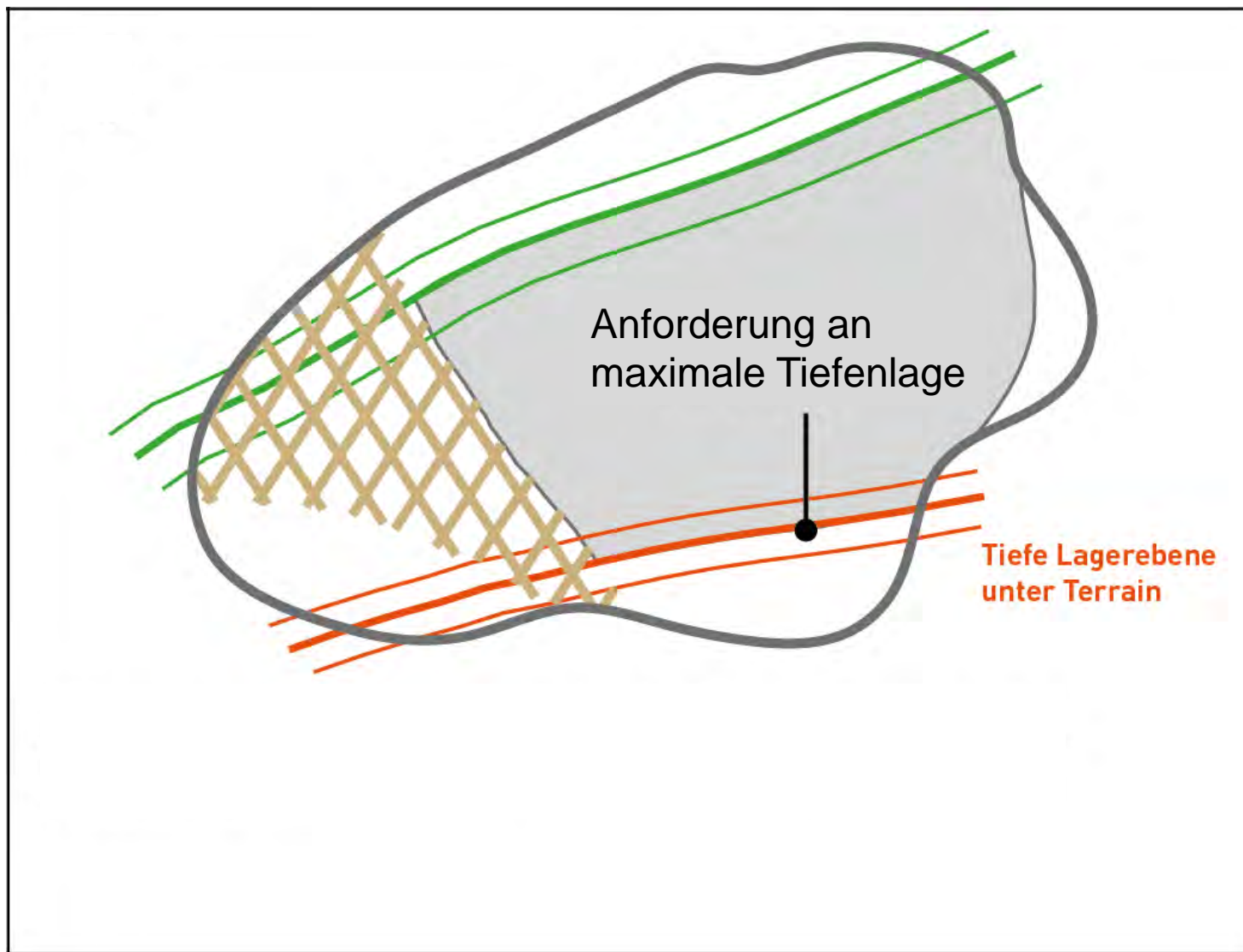
«Zu meidende tektonische Zonen»



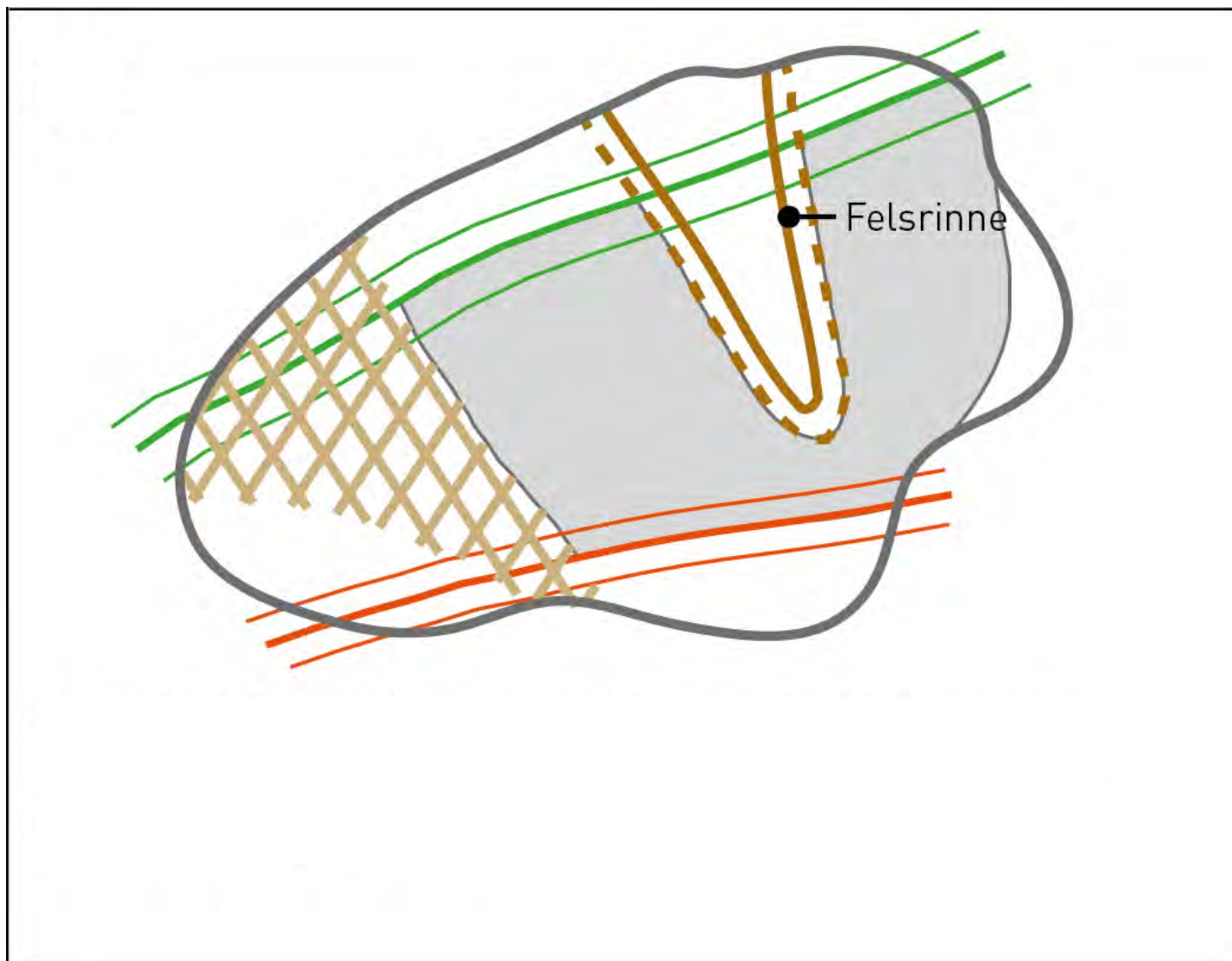
Minimale Tiefenlage



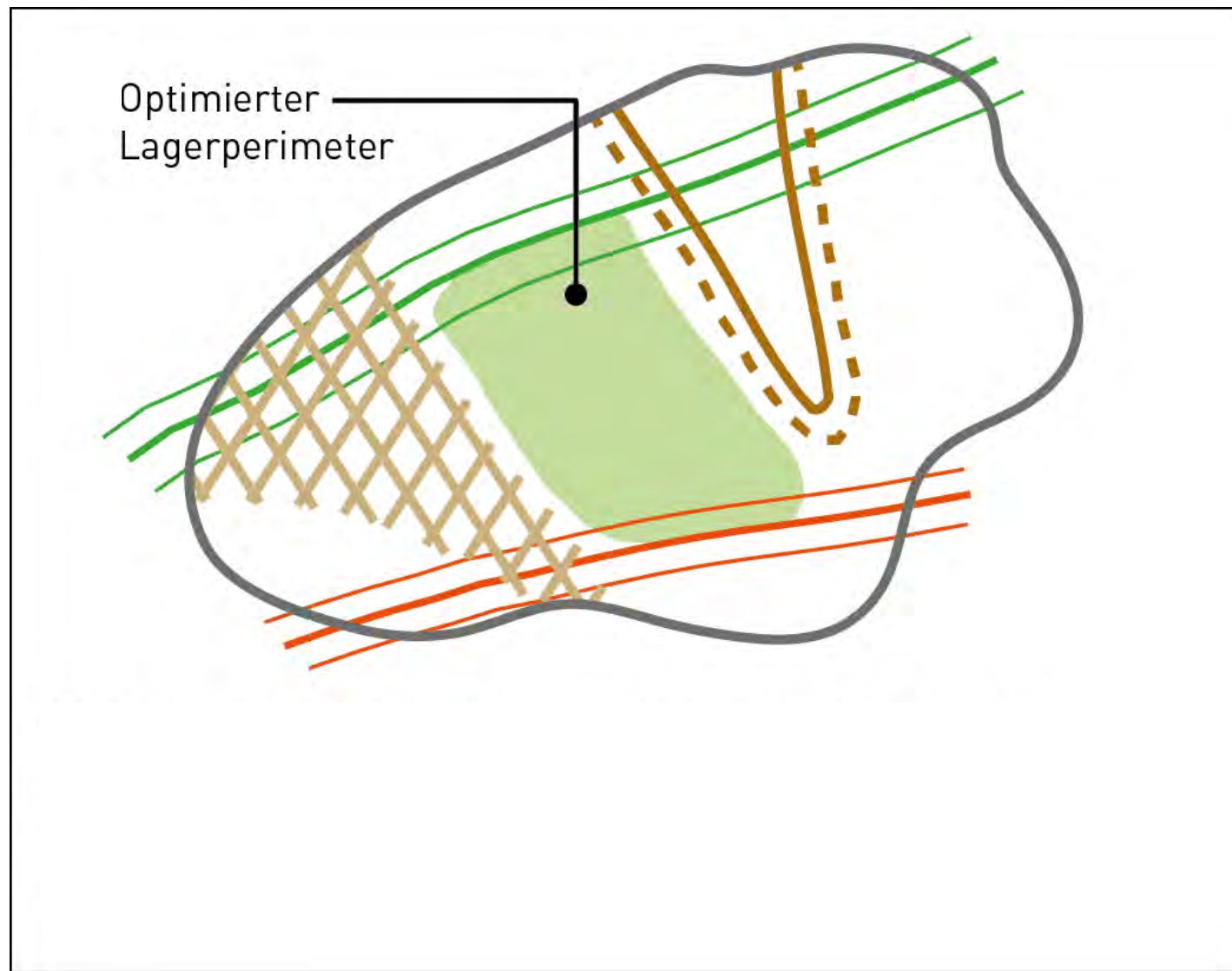
Maximale Tiefenlage



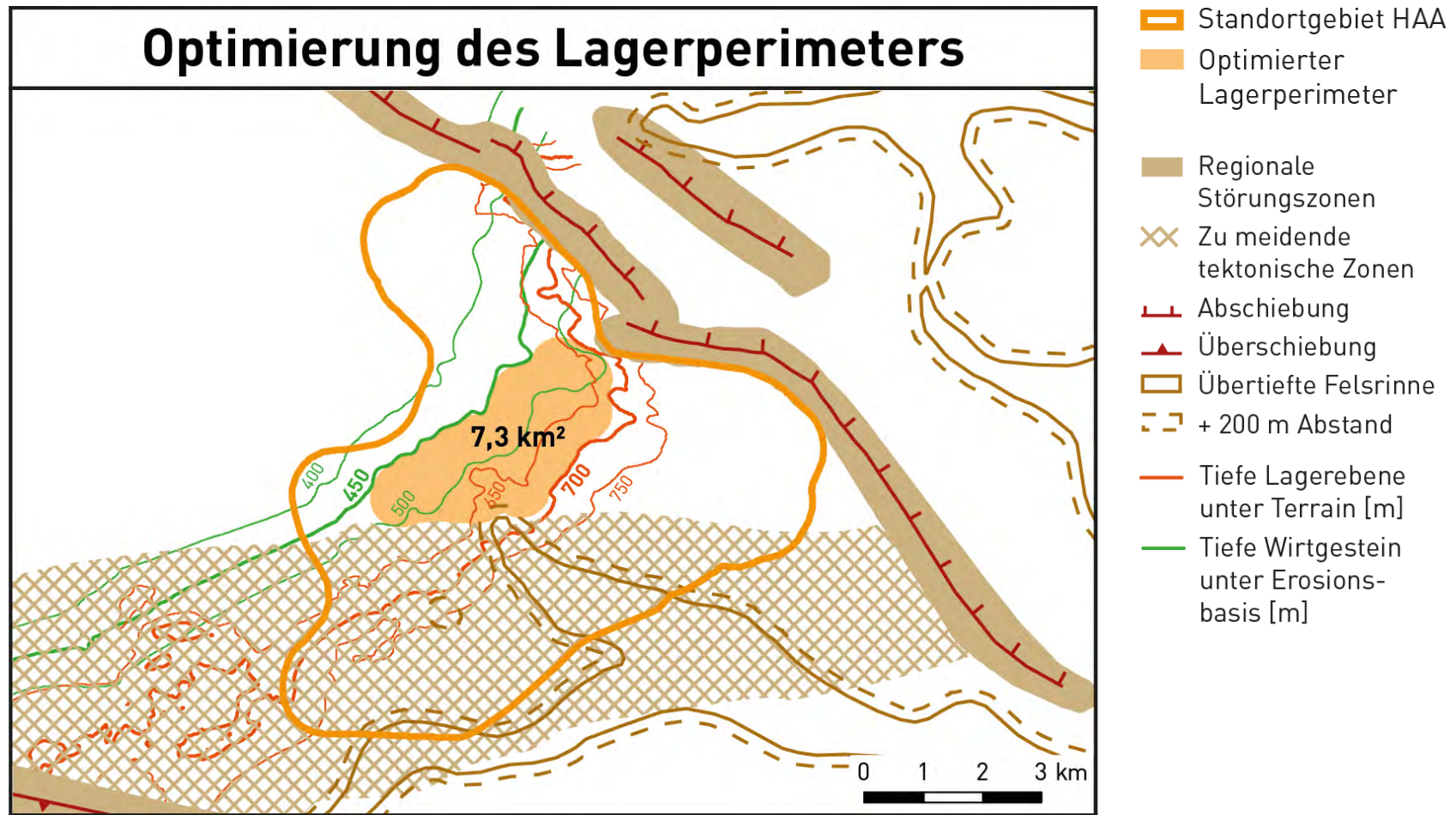
Lokale Besonderheiten



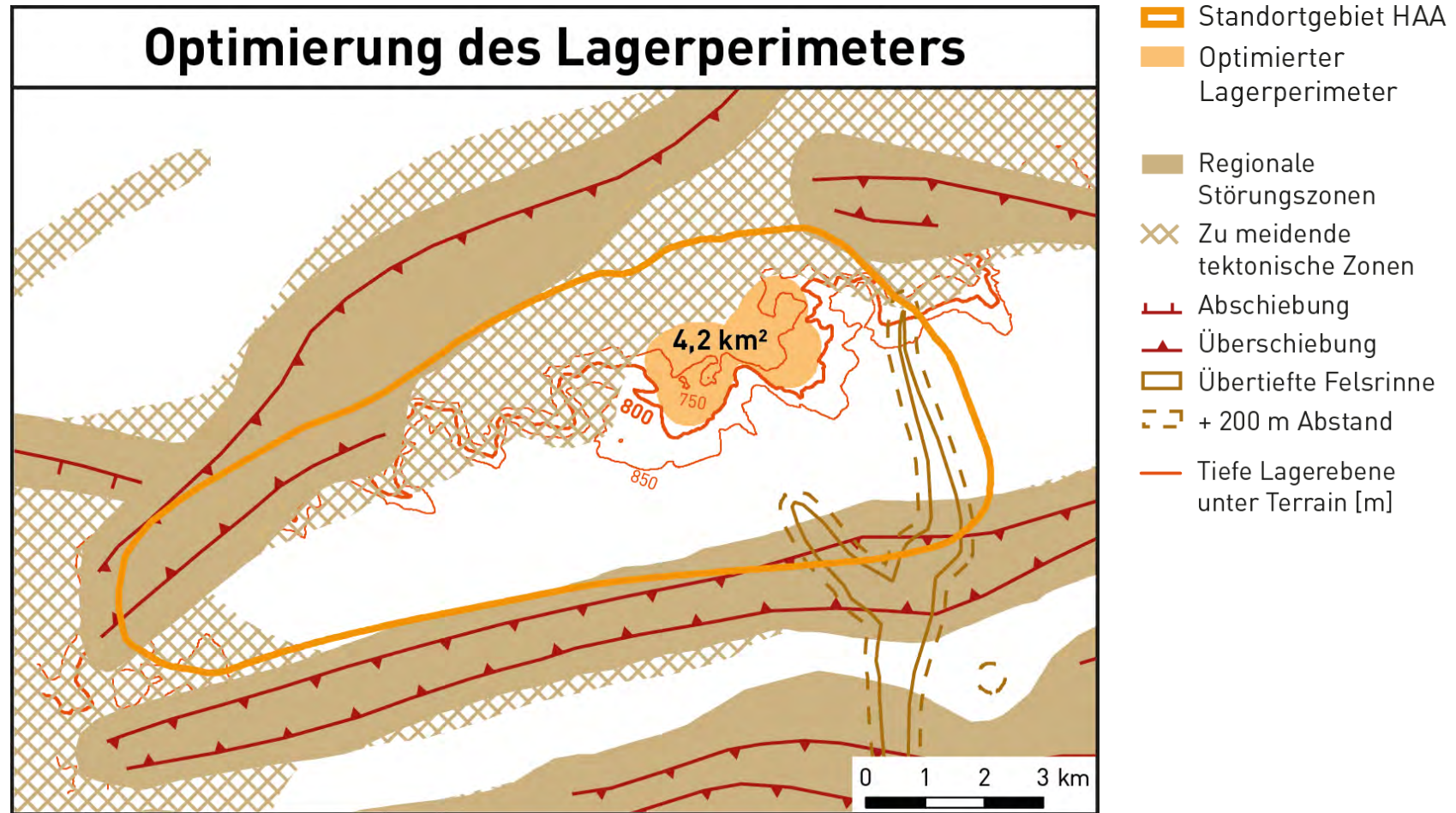
Optimierung Lagerperimeter



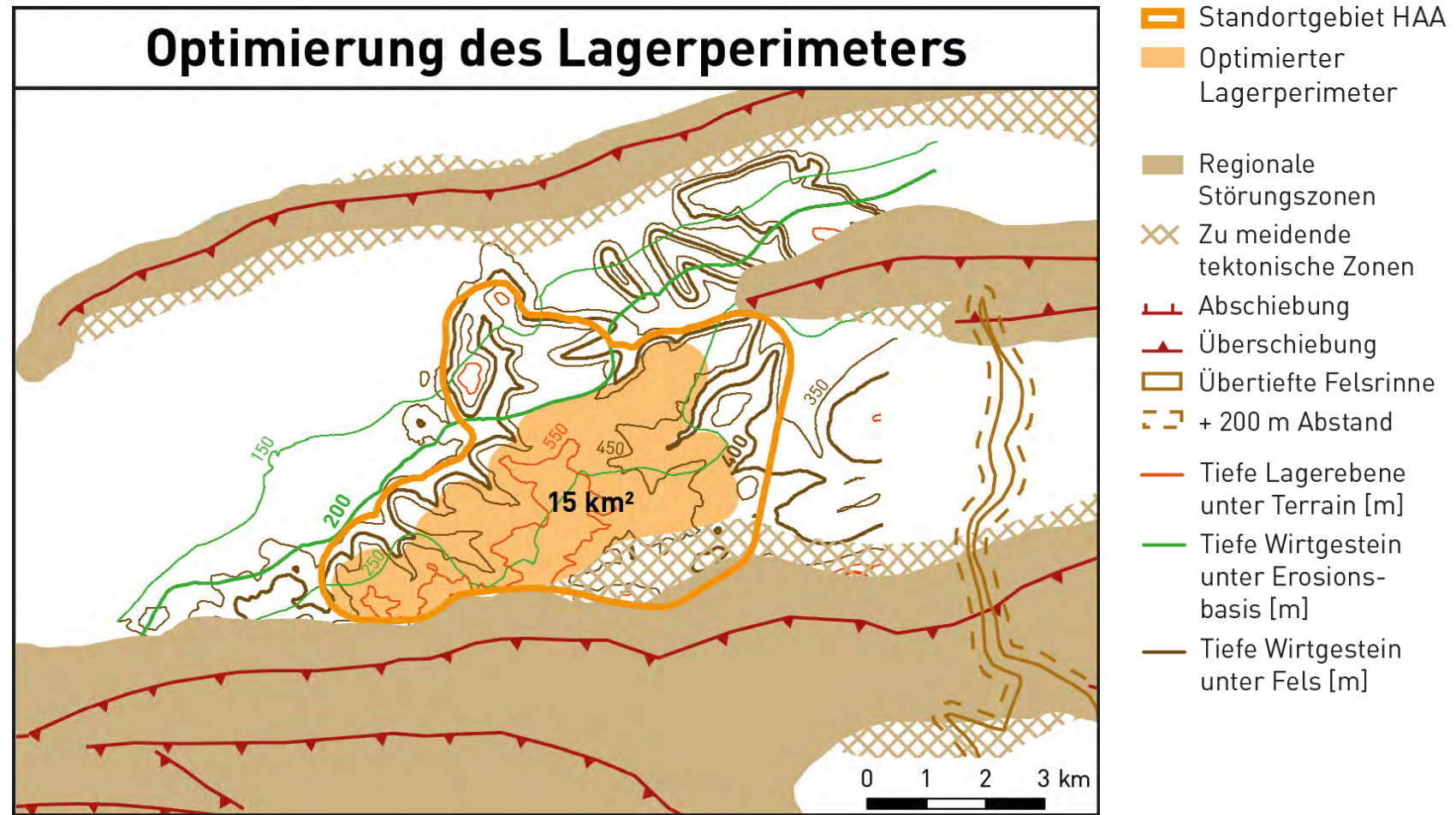
Beispiel Zürich Nordost HAA



Beispiel Nördlich Lägern HAA



Beispiel Jura Ost HAA



Erarbeitung Vorschläge – Stufenweises Vorgehen

Festlegen des Vorgehens

Schritt 1

gestützt auf Vorgaben (z.B. Kriterien)



Wirtgesteine: Bewertung und Vergleich je Region

Schritt 2

Festlegen prioritäres Wirtgestein in Regionen mit mehreren Optionen



Abgrenzung optimierter Lagerperimeter je Region

Schritt 3

innerhalb des Standortgebiets, verschärfte Anforderungen



Bewertung der optimierten Lagerperimeter

Schritt 4

mittels Dosisberechnungen (DB) und qualitativer Bewertung



Vergleichende Gesamtbewertung und Identifikation eindeutiger Nachteile: Vorschlag Nagra für Etappe 3

Schritt 5

Qualitative Bewertung der Lagerperimeter

Kriteriengruppen	HAA	Zürich Nordost	HAA	Nördlich Lägern	HAA	Jura Ost	SMA	Südanden	SMA	Zürich Nordost	SMA	Nördlich Lägern	SMA	Jura Ost	SMA	Jura-Südflank	SMA	Wellenberg
Kriterien																		
Indikatoren																		
GESAMTBEWERTUNG																		
Eigenschaften des WG/EG																		
Räumliche Ausdehnung																		
Mächtigkeit																		
Platzangebot untertags																		
Hydraulische Barrierenwirkung																		
Hydraulische Durchlässigkeit																		
Tiefenlage unter Terrain im Hinblick auf Gesteins-Dekompression																		
Grundwasserstockwerke																		
Geochemische Bedingungen																		
Mineralogie																		
pH																		
Redox-Bedingungen																		
Salinität																		
Mikrobielle Prozesse																		
Kolloide																		
Freisetzungspfade																		
Art der Transportpfade und Ausbildung des Porenraums																		
Transmissivität präferenzierter Freisetzungspfade																		
Selbstabdichtungsvermögen																		
Homogenität des Gesteinsaufbaus																		
Länge der massgebenden Freisetzungspfade																		
Langzeitstabilität																		
Beständigkeit der Standort- und Gesteinseigenschaften																		
Modellvorstellungen zur Langzeitentwicklung (Geodynamik und Neotektonik; weitere Prozesse)																		
Seismizität																		
Potenzial zur Bildung neuer Wasserwegsamkeiten (Verkarstung)																		
Erosion																		
Erosion im Betrachtungszeitraum																		
Tiefenlage unter lokaler Erosionsbasis im Hinblick auf die Bildung neuer Rinnen																		
Tiefenlage unter Fels im Hinblick auf glaziale Tiefenerosion																		
Lagerbedingte Einflüsse																		
Auflockerungszone im Nahbereich der Untertagebauten																		
Chemische Wechselwirkungen																		
Verhalten des Wirtgesteins bzgl. Gas																		
Verhalten des Wirtgesteins bzgl. Temperatur																		
Nutzungskonflikte																		
Rohstoffvorkommen innerhalb des Wirtgesteins																		
Rohstoffvorkommen unterhalb des Wirtgesteins																		
Rohstoffvorkommen oberhalb des Wirtgesteins																		
Mineral- und Thermalwassernutzungen																		
Geothermie und weitere energiebezogene Nutzungen des Untergrundes																		

Kriteriengruppen	HAA	Zürich Nordost	HAA	Nördlich Lägern	HAA	Jura Ost	SMA	Südanden	SMA	Zürich Nordost	SMA	Nördlich Lägern	SMA	Jura Ost	SMA	Jura-Südflank	SMA	Wellenberg
Kriterien																		
Indikatoren																		
Zuverlässigkeit der geologischen Aussagen																		
Charakterisierbarkeit der Gesteine																		
Variabilität der Gesteinseigenschaften im Hinblick auf ihre Charakterisierbarkeit																		
Erfahrungen																		
Explorierbarkeit der räumlichen Verhältnisse																		
Explorationsverhältnisse im geologischen Untergrund																		
Explorationsbedingungen an der Oberfläche																		
Prognostizierbarkeit der Langzeitveränderungen																		
Modellvorstellungen zur Langzeitentwicklung (Geodynamik und Neotektonik; weitere Prozesse)																		
Unabhängige Evidenzen der Langzeitisolation																		
Bautechnische Eignung																		
Felsmechanische Eigenschaften und Bedingungen																		
Gesteinsfestigkeiten und Verformungseigenschaften																		
Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit (u.B. Gesteinsfestigkeiten und Verformungseigenschaften)																		
Untertägige Erschliessung und Wasserhaltung																		
Geotechnische und hydrogeologische Verhältnisse in überlagernden Gesteinsformationen																		
Natürliche Gasführung (im Wirtgestein)																		

sehr geeignet
geeignet

Die Gesamtbewertung für alle Lagerperimeter in allen Standortgebieten ist mindestens «geeignet». Es existieren Unterschiede.

Erarbeitung Vorschläge – Stufenweises Vorgehen

Festlegen des Vorgehens

Schritt 1

gestützt auf Vorgaben (z.B. Kriterien)



Wirtgesteine: Bewertung und Vergleich je Region

Schritt 2

Festlegen prioritäres Wirtgestein in Regionen mit mehreren Optionen



Abgrenzung optimierter Lagerperimeter je Region

Schritt 3

innerhalb des Standortgebiets, verschärfte Anforderungen



Bewertung der optimierten Lagerperimeter

Schritt 4

mittels Dosisberechnungen (DB) und qualitativer Bewertung



**Vergleichende Gesamtbewertung und Identifikation
eindeutiger Nachteile:** Vorschlag Nagra für Etappe 3

Schritt 5

Vergleich: Entscheidrelevante Merkmale ...

... sind von übergeordneter Bedeutung bezüglich Sicherheit und technischer Machbarkeit:

- **Die Wirksamkeit der geologischen Barriere**
- **Die Langzeitstabilität der geologischen Barriere**
- **Die Zuverlässigkeit der Explorier- und Charakterisierbarkeit der geologischen Barriere**
- **Die bautechnische Eignung/Machbarkeit unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Standortareale für Oberflächenanlagen**

Aus der Bewertung der entscheiderelevanten Merkmale mit den zugeordneten Indikatoren werden allfällige **eindeutige Nachteile** ersichtlich.

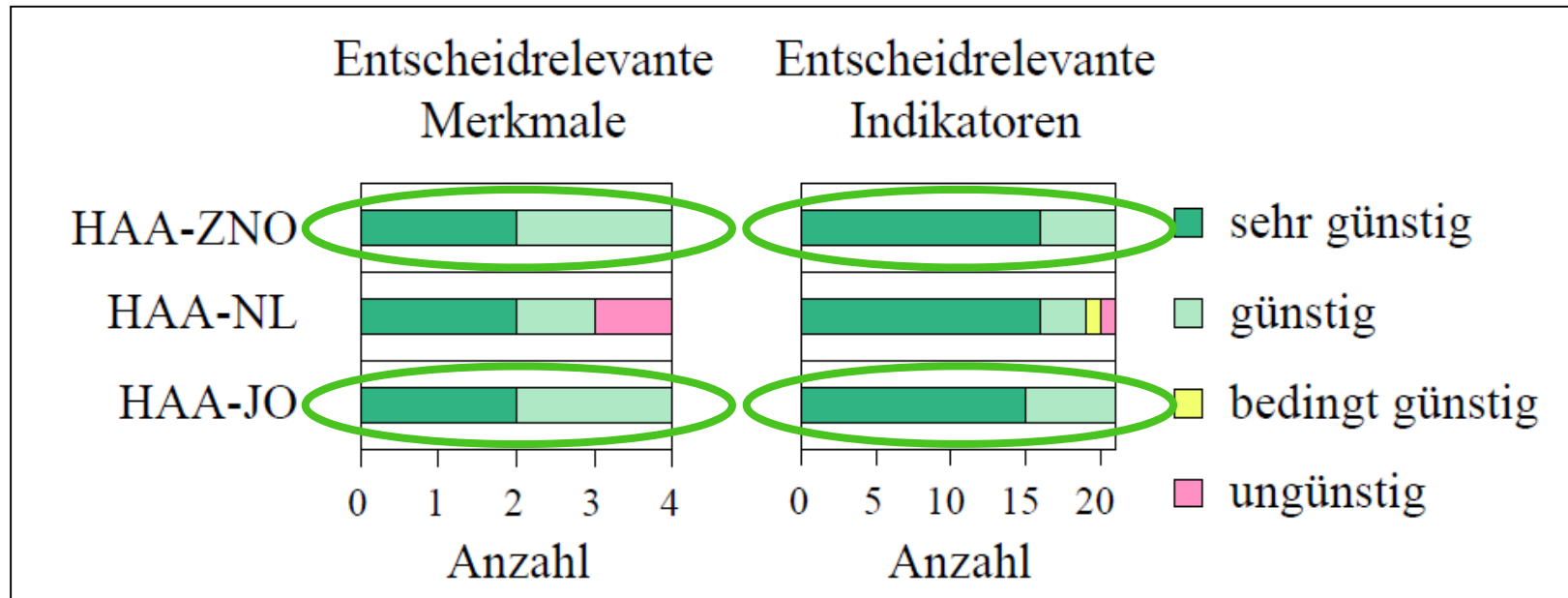
Entscheidrelevante Merkmale & Indikatoren (HAA)

eindeutige Nachteile:

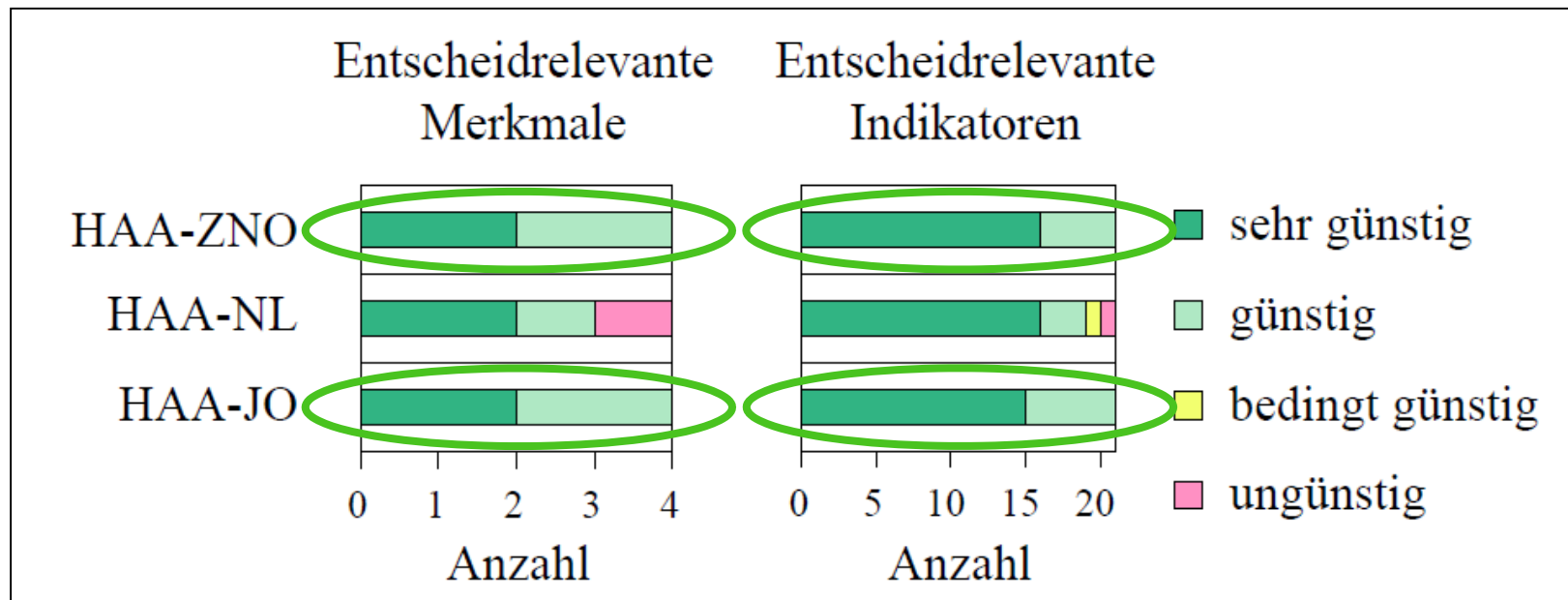
- Tiefenlage/Bautechnik (NL)
- Platzangebot (NL)

Nr.	Entscheidrelevante Merkmale (EM) / Entscheidrelevante Indikatoren (EI)	HAA- ZNO	HAA- NL	HAA- JO
a)	Wirksamkeit der geologischen Barriere	4,5	4,5	4,4
9	Hydraulische Durchlässigkeit	4,5	4,5	4,5
17	Art der Transportpfade und Ausbildung des Poren- raums	4,5	4,5	4,5
20	Transmissivität präferenzierter Freisetzungspfade	4,5	4,5	4,5
22	Selbstabdichtungsvermögen	4,5	4,5	4,5
18	Homogenität des Gesteinsaufbaus	4,5	4,5	4,5
5	Mächtigkeit	4,5	4,5	3,5 (*)
19	Länge der massgebenden Freisetzungspfade	4,5	4,5	4,5
16	Kolloide	4,5	4,5	4,5
b)	Langzeitstabilität der geologischen Barriere	3,5	3,5	3,1
23	Modellvorstellungen zur Langzeitentwicklung (Geodynamik und Neotektonik; weitere Prozesse)	4,3	3,5 (*)	3,1 (*)
22	Selbstabdichtungsvermögen	4,5	4,5	4,5
27	Potenzial zur Bildung neuer Wasserwegsamkeiten (Verkarstung)	4,5	4,5	4,5
28	Erosion im Betrachtungszeitraum	4,3	4,3	4,3
3	Tiefenlage unter lokaler Erosionsbasis im Hinblick auf die Bildung neuer Rinnen	4,1	4,7	3,1 (*)
2	Tiefenlage unter Terrain im Hinblick auf Gesteins- Dekompression	4,5	4,7	3,1 (*)
4	Tiefenlage unter Fels im Hinblick auf glaziale Tiefen- erosion	3,5 (*)	4,3	4,1
24	Seismizität	3,5	3,5	3,5
c)	Explorier- und Charakterisierbarkeit der geologischen Barriere im Standortgebiet	4,4	4,4	4,4
39	Variabilität der Gesteinseigenschaften im Hinblick auf ihre Charakterisierbarkeit	4,5	4,5	4,5
43	Explorationsverhältnisse im geologischen Untergrund	4,3	4,3	4,3
d)	Bautechnische Machbarkeit eines Tiefenlagers unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Standortareale	3,3	1,3 (x)	3,9
1	Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit (u.B. Gesteinsfestigkeiten und Verformungseigenschaften)	3,5 (*)	2,1 (x)	4,1
48	Geotechnische und hydrogeologische Verhältnisse in überlagernden Gesteinsformationen	3,5 (*)	3,5 (*)	4,3
8	Platzangebot untertags	3,3	1,3 (x)	3,9

Entscheidrelevante Merkmale & Indikatoren (HAA)



Entscheidrelevante Merkmale & Indikatoren (HAA)



Vorschlag Standortgebiete für HAA-Lager:

- Zürich Nordost
- Jura Ost

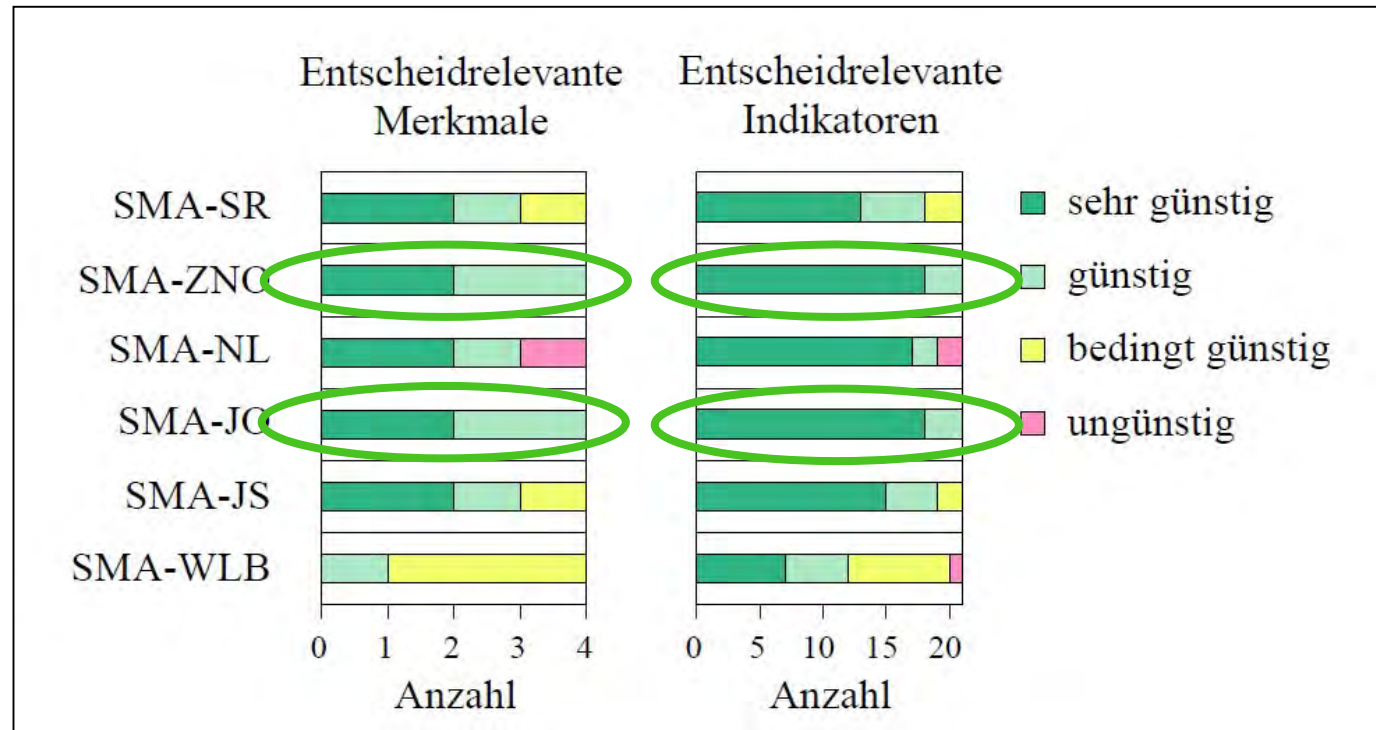
Entscheidungsrelevante Merkmale/Indikatoren (SMA)

eindeutige Nachteile:

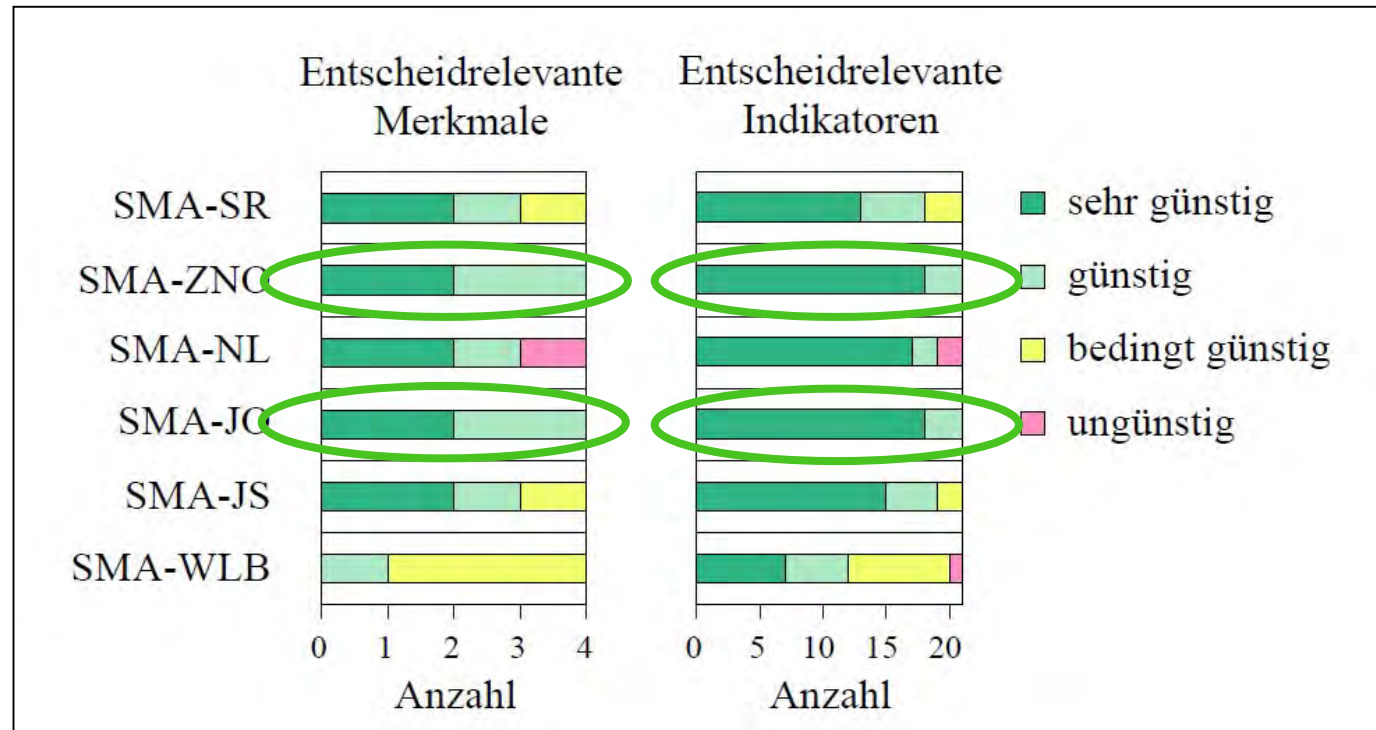
- Qualität WG (WLB)
- Mächtigkeit WG/EG (JS)
- Modellvorstellungen
Langzeitentwicklung (SR, WLB)
- Seismizität (WLB)
- Tiefenlage/Erosion (SR)
- Charakterisierbarkeit,
Explorierbarkeit (WLB)
- Tiefenlage/Bautechnik (NL)
- Platzangebot (NL, JS, SR)

Nr.	Entscheidungsrelevante Merkmale (EM) / Entscheidungsrelevante Indikatoren (EI)	SMA- SR	SMA- ZNO	SMA- NL	SMA- JO	SMA- JS	SMA- WLB
a)	Wirksamkeit der geologischen Barriere	4.4	4.5	4.5	4.4	4.3	3.3 (*)
9	Hydraulische Durchlässigkeit	4.3	4.5	4.5	4.5	4.5	3.7 (*)
17	Art der Transportpfade und Ausbildung des Poren- raums	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3.1 (*)
20	Transmissivität präferenzierter Freisetzungspfade	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3.1 (*)
22	Selbstabdichtungsvermögen	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	2.5 (x)
18	Homogenität des Gesteinsaufbaus	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	2.7 (x)
5	Mächtigkeit	3.5 (*)	4.5	4.5	3.5 (*)	2.5 (x)	4.5
19	Länge der massgebenden Freisetzungspfade	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
16	Kolloide	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	2.5 (x)
b)	Langzeitstabilität der geologischen Barriere	2.5 (*)	3.7	3.7	3.7	3.7	2.5 (*)
23	Modellvorstellungen zur Langzeitentwicklung (Geodynamik und Neotektonik; weitere Prozesse)	2.9 (x)	4.5	4.3	4.3	3.7 (*)	2.9 (x)
22	Selbstabdichtungsvermögen	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	2.5 (x)
27	Potenzial zur Bildung neuer Wasserwegsamkeiten (Verkarstung)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.3
28	Erosion im Betrachtungszeitraum	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3.5 (*)
3	Tiefenlage unter lokaler Erosionsbasis im Hinblick auf die Bildung neuer Rinnen	3.1 (*)	4.5	4.7	4.5	4.5	4.1
2	Tiefenlage unter Terrain im Hinblick auf Gesteins- Dekompression	2.7 (x)	4.5	4.7	4.1	4.1	4.1
4	Tiefenlage unter Fels im Hinblick auf glaziale Tiefen- erosion	2.5 (x)	4.5	4.7	4.5	4.3	4.5
24	Seismizität	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	2.7 (*)
c)	Explorier- und Charakterisierbarkeit der geologischen Barriere im Standortgebiet	4.3	4.4	4.4	4.4	4.3	2.0 (x)
39	Variabilität der Gesteinseigenschaften im Hinblick auf ihre Charakterisierbarkeit	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	2.5 (x)
43	Explorationsverhältnisse im geologischen Untergrund	4.1	4.3	4.3	4.3	4.1	1.5 (x)
d)	Bautechnische Machbarkeit eines Tiefenlagers unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Standortareale	3.1	3.5	1.3 (x)	3.5	2.9 (*)	2.7 (*)
1	Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit (u.B. Gesteinsfestigkeiten und Verformungseigen- schaften)	4.7	3.5 (*)	1.5 (x)	3.5 (*)	3.5 (*)	2.7 (x)
48	Geotechnische und hydrogeologische Verhältnisse in überlagernden Gesteinsformationen	3.5 (*)	3.5 (*)	3.5 (*)	4.3	2.9 (x)	4.1
8	Platzangebot untertags	3.1 (*)	4.1	1.3 (x)	4.7	3.3 (*)	3.1 (*)

Entscheidrelevante Merkmale & Indikatoren (SMA)



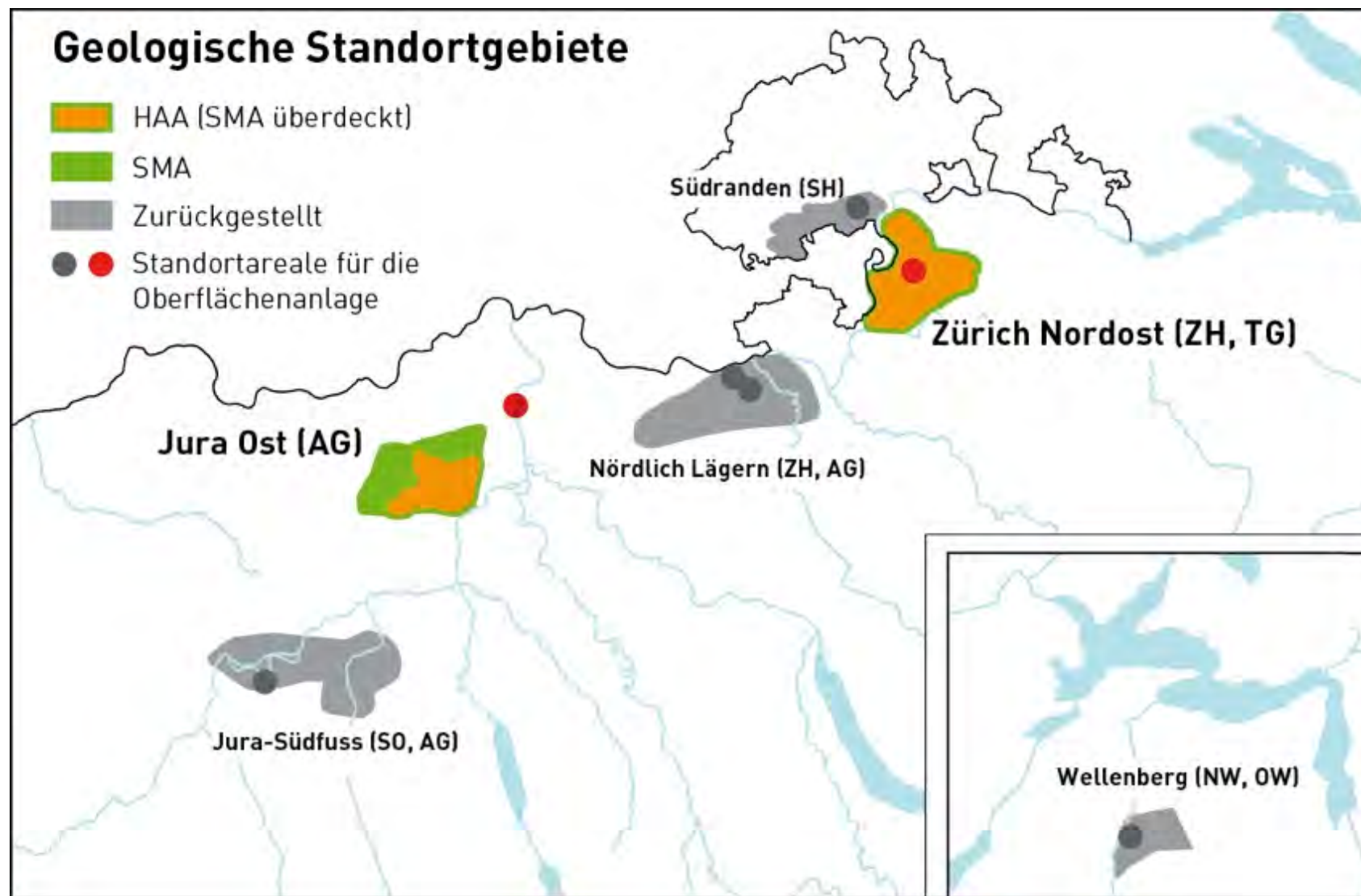
Entscheidungsrelevante Merkmale & Indikatoren (SMA)

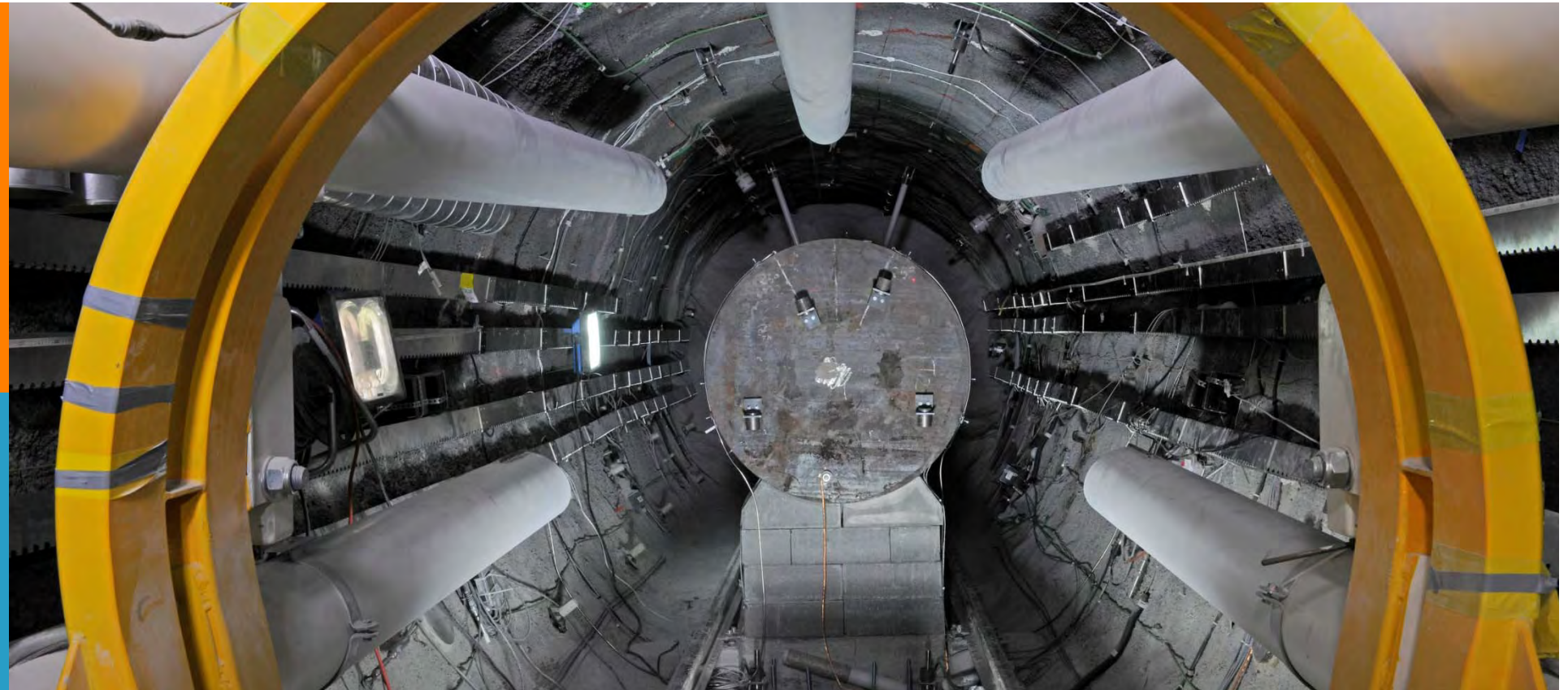


Vorschlag Standortgebiete für SMA-Lager:

- Zürich Nordost
- Jura Ost

Vorschläge der Nagra für Etappe 3





besten dank
für ihre aufmerksamkei
nagra.