

Stand der Entsorgung radioaktiver Abfälle in der Schweiz

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



Sitzung des Kreistages

Konstanz, 23. 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

3

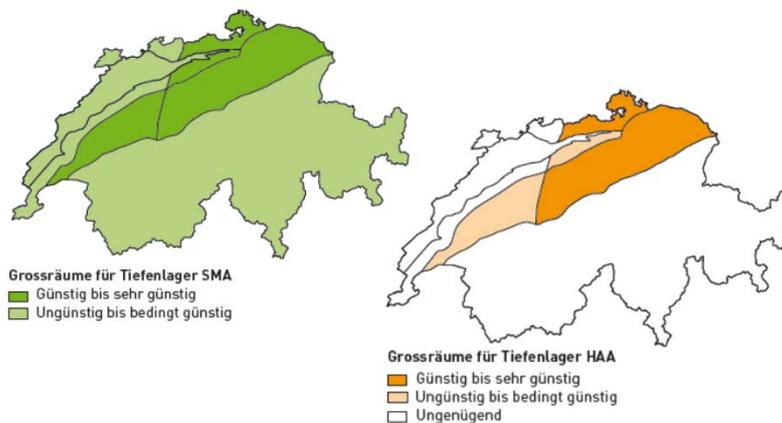
23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Etappe 1: Grossräume

- Räumliche Verhältnisse und ihre Explorierbarkeit
- Langzeitstabilität



4

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Etappe 1: Wirtgesteine

- Prüfung der Wirtgesteinsoptionen



SMA	HAA	Gesteinseinheit
		Karbonatgesteins-Formationen verschiedenen Alters
		Sandstein-Formationen verschiedenen Alters
		Verrucano-Schiefer, Schiefer des Karbons
		Playa-Serie
		Evaporitablagen der Trias
		Kössen-Allgäu-Formation (linige Fazies)
		Lias (Lias indifferent)
		Opalinuston (östl. Talejura / Faltenjura / westl. Subjura. Zone)
		Opalinuston (östl. Talejura / östl. Subjura. Zone)
		Aalpinen-Tonschiefer
		Stalden-Formation (linige Fazies)
		Tangsteinsablage Brauner Dogger (östl. Talejura)
		Efingen Schichten (Faltenjura / westl. Subjura. Zone)
		Efingen Schichten (östl. Talejura / östl. Subjura. Zone)
		Renner-Ton und Terrain à Chailles
		Tonschiefer-Abfolgen der Bündnerschiefer
		Scaglia
		Mergel-Formationen des Helvetikums
		Flysch-Formationen
		Untere Süsswassermolasse (USM, Marnes Barroises s. str.)
		Helveta-Schichten
		Formazione di Chiasso
		Brendenbach-Mergel-Formation
		Obere Süsswassermolasse (OSM, Basizone und Bodensee-Sc)
		Quartäre Seeablagerungen
		Kristallgesteine (wenig deformierte Blöcke) (Nordschweiz)
		Kristallgesteine (wenig deformierte Blöcke) (Alpen)

5

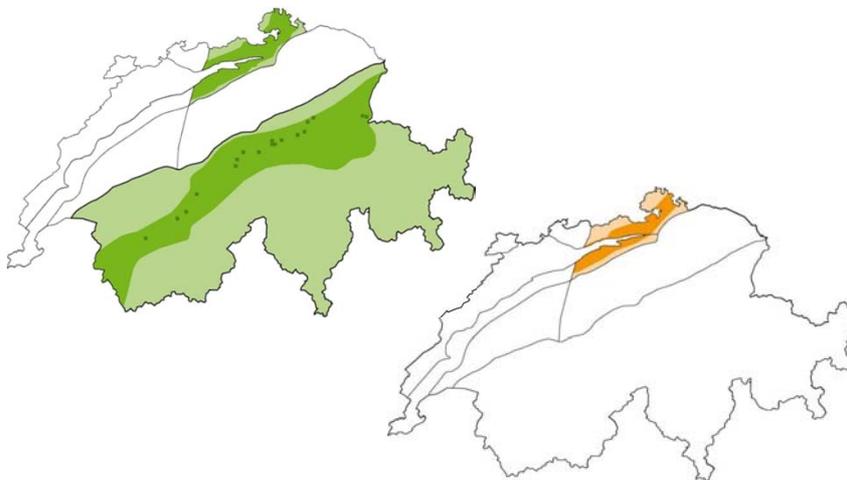
23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Etappe 1: Verbreitung Wirtgesteine

- Grossräume und bevorzugte Wirtgesteine



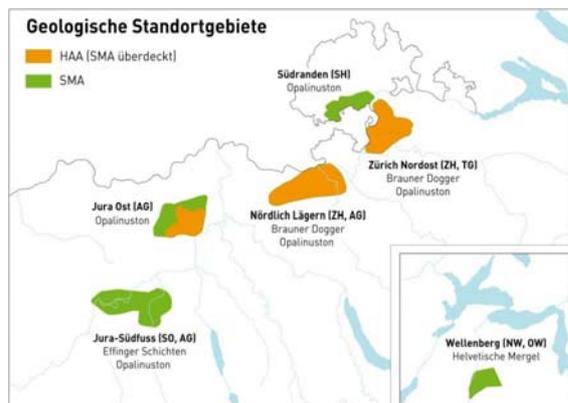
6

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

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**

7

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Etappe 1: Beurteilung durch die Deutsche ESchT

Auf Basis ihrer Bewertungen zu den fünf Schritten in Etappe 1 des Sachplan Geologische Tiefenlager kommt die ESchT insgesamt zu der Einschätzung, dass die **Nagra aus geowissenschaftlicher und sicherheitstechnischer Sicht nach fundiertem und aktuellem Stand der Wissenschaft vorgegangen** ist.

Das Standortauswahlverfahren **folgt** in Etappe 1 der im Sachplan Geologische Tiefenlager **vorgegebenen methodischen Vorgehensweise**.

Die Identifizierung der weiter im Verfahren bleibenden und damit in die Etappe 2 zu übernehmenden potenziellen Standortgebiete erfolgt damit durch einen in erster Linie sicherheitsgerichteten und über Kriterien gesteuerten sowie flächen- und raumbezogen wirksam werdenden schrittweisen Einengungsprozess.

Implizite Vorfestlegungen wurden nicht identifiziert.

Quelle: Medienmitteilung ESchT (März 2010)

8

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

ESchT

Aufgaben in Etappe 2

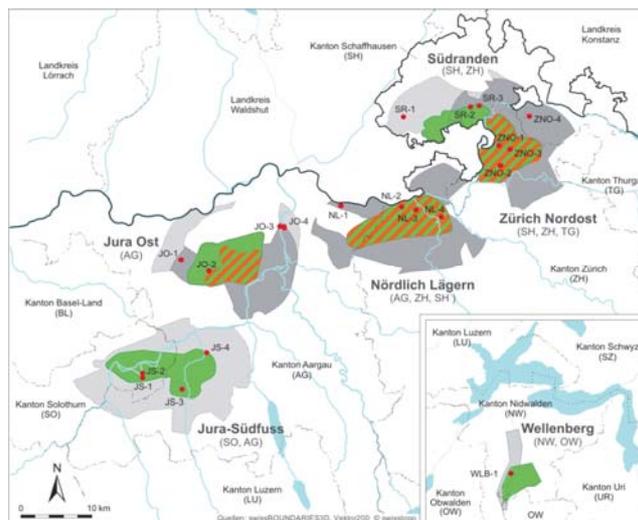
Festlegung der **Standortareale für die Oberflächenanlage und deren Erschliessung** in Zusammenarbeit mit den Standortregionen

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

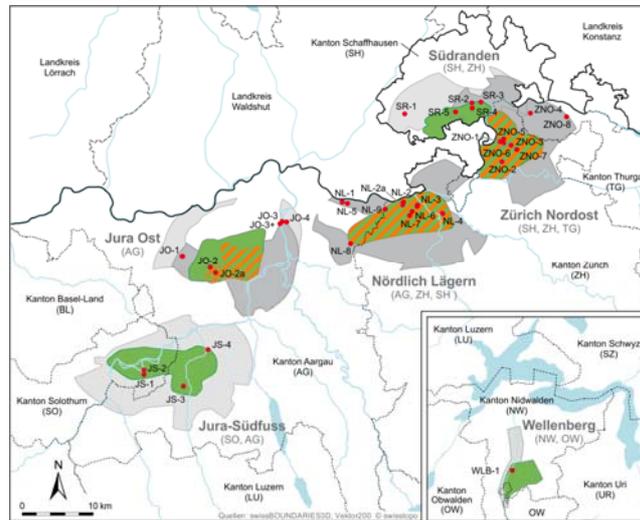
Standorte Oberflächenanlagen – Vorschläge Nagra



Diskussionsgrundlage 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

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

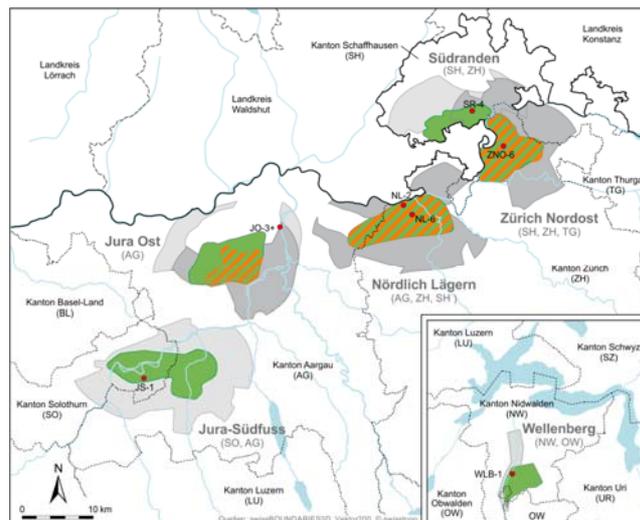
11

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Standorte Oberflächenanlagen – Resultat



Aufgrund
Partizipation
von der Nagra
bezeichnete
Standorte

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

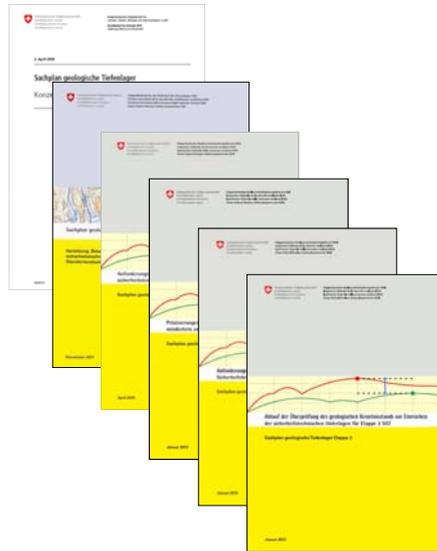
12

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

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 bau-technischen 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.

13

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Etappe 2: Vertiefung Kenntnisstand



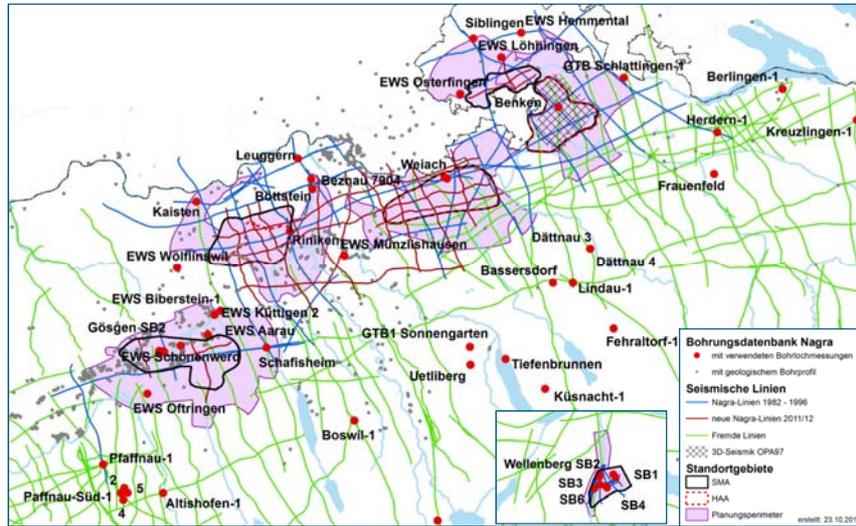
14

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Etappe 2: Datenlage (Stand 2014)



15

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra

Dokumentation sicherheitstechnischer Vergleich

Haupt- und Schlüsselberichte und...



...weitere rund 200 Grundlagen- und Referenzberichte.

16

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra

Erarbeitung Vorschläge – Stufenweises Vorgehen

Festlegen des Vorgehens

gestützt auf Vorgaben (z.B. Kriterien)

Stufe 1



Wirtgesteine: Bewertung und Vergleich je Region

Festlegen prioritäres Wirtgestein in Regionen mit mehreren Optionen

Stufe 2



Abgrenzung optimierter Lagerperimeter je Region

innerhalb des Standortgebiets, verschärfte Anforderungen

Stufe 3



Bewertung der optimierten Lagerperimeter

mittels Dosisberechnungen (DB) und qualitativer Bewertung

Stufe 4



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

Stufe 5

17

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

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**

18

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

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

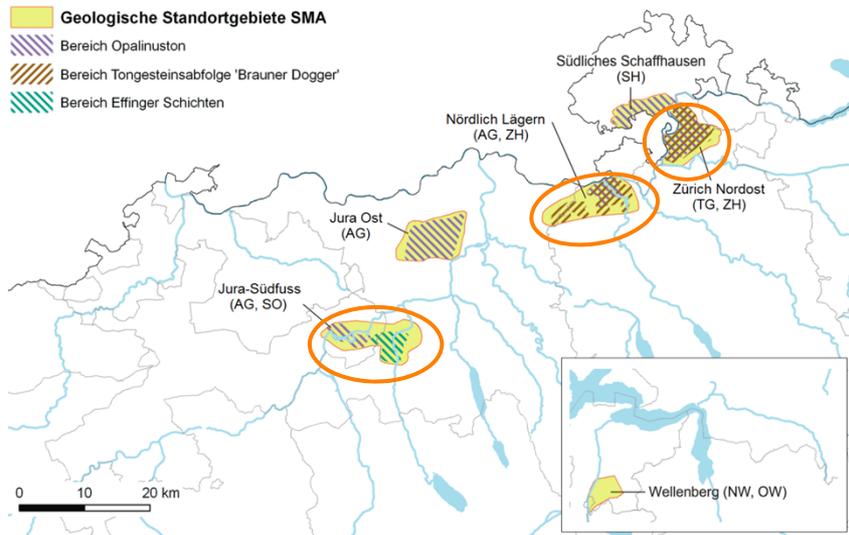


Vergleichende Gesamtbewertung und Identifikation

Schritt 5

eindeutiger Nachteile: Vorschlag Nagra für Etappe 3

Geologische Standortgebiete SMA



21

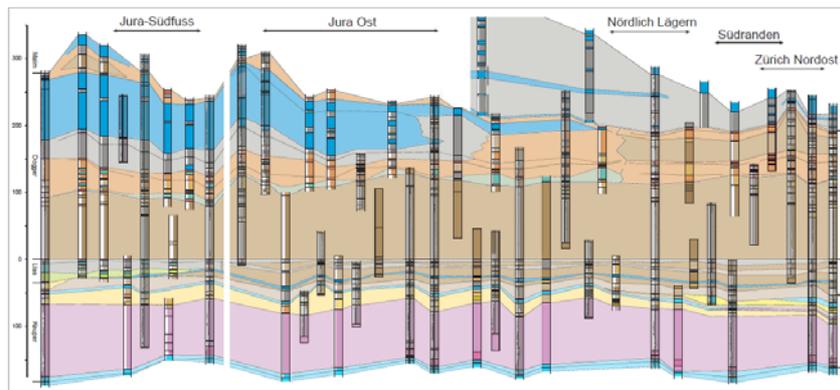
23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra

Erweiterte Datenbasis Wirt- und Rahmengesteine

- Profil durch die Standortgebiete von Südwest nach Nordost



22

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra

Vergleich Wirtgesteine je Region SMA

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

■ sehr günstig
■ günstig
■ bedingt günstig
■ ungünstig

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

23

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

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

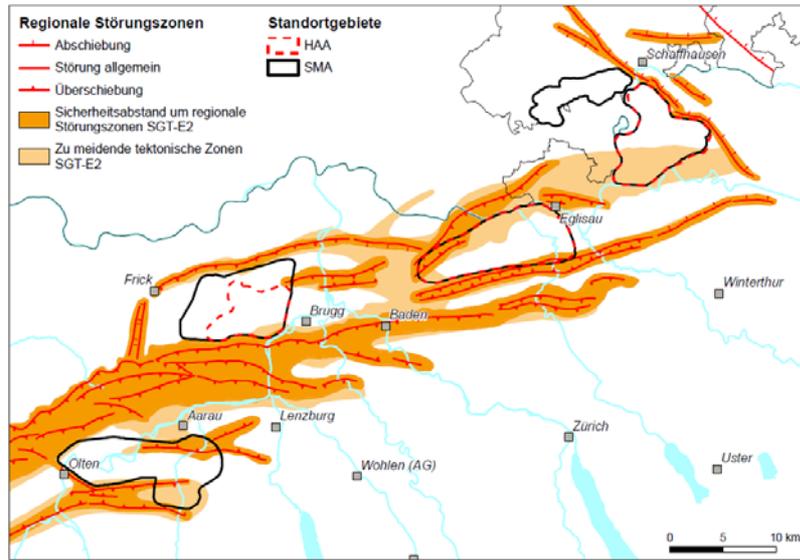
24

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

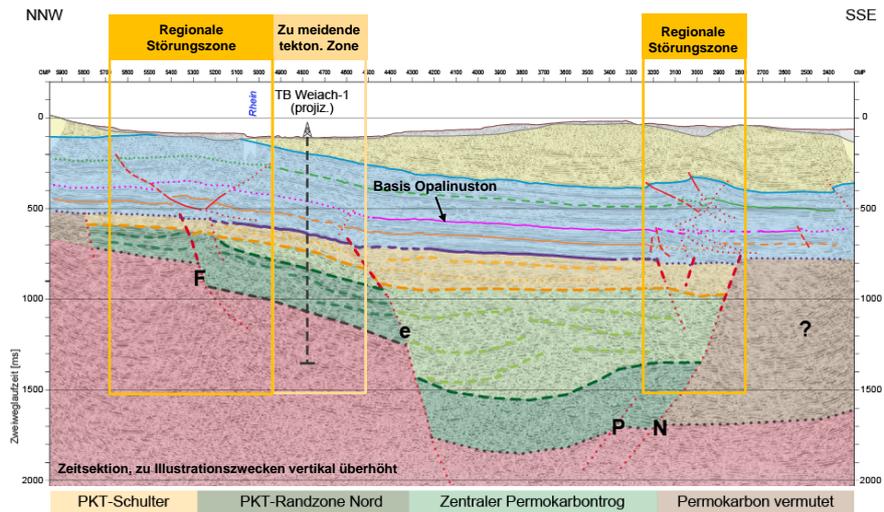
Zu meidende tektonische Zonen



25 23. März 2015 Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Regionale tektonische Elemente

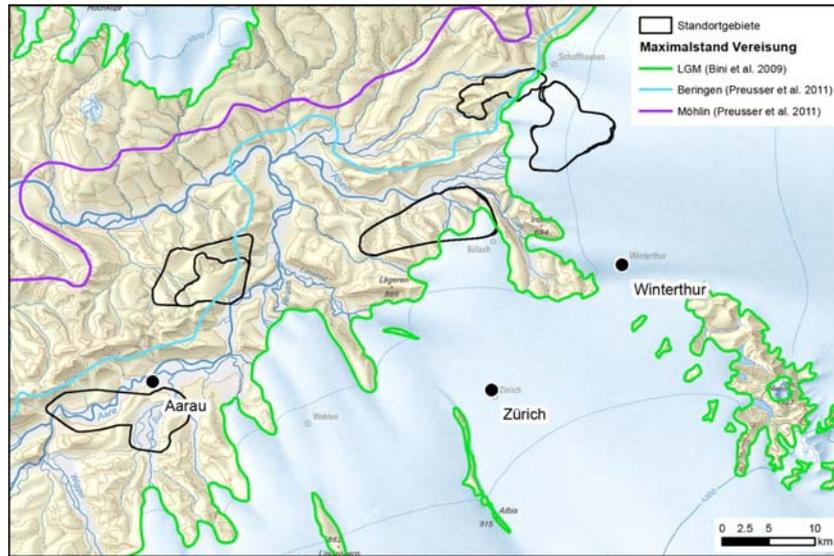


Aktuelle Interpretation der 2D-Seismik 11-NS-20 (Nördlich Lägern)

26 23. März 2015 Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Erosion – Beispiel Vergletscherungen



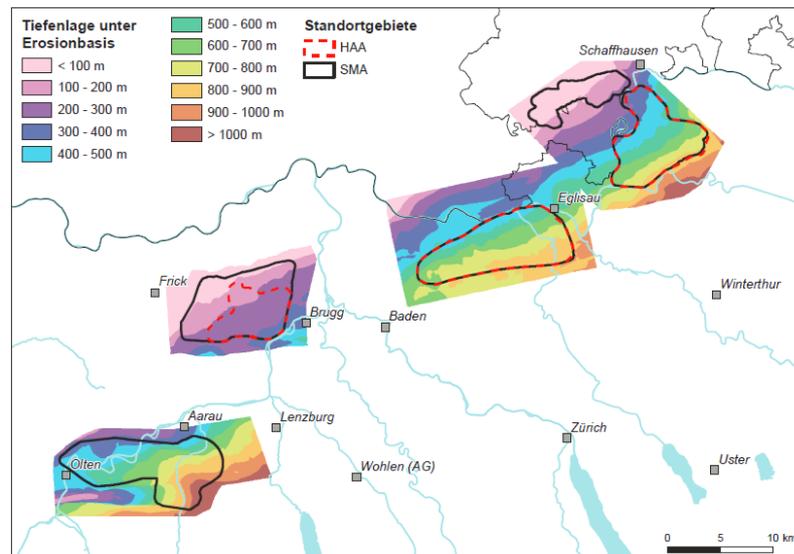
27

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Minimale Tiefenlage



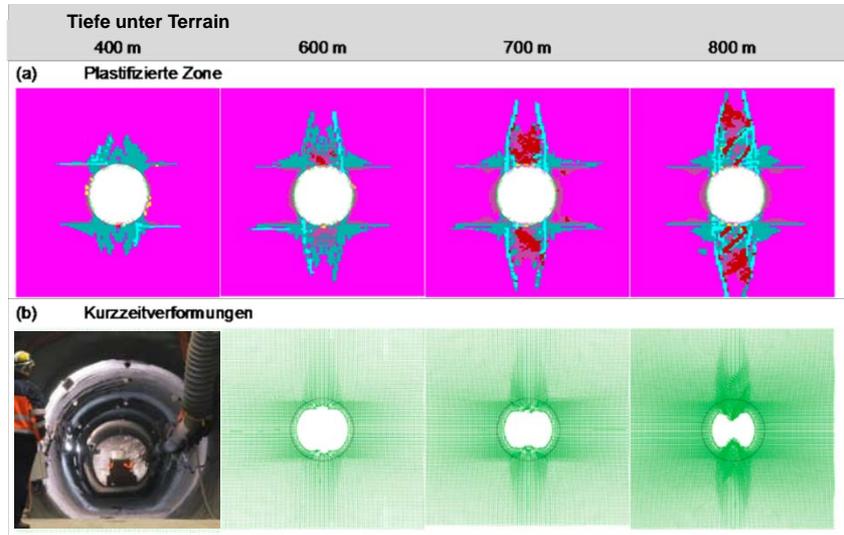
28

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Felsmechanische Berechnungen (BE/HAA-Lagerstollen)



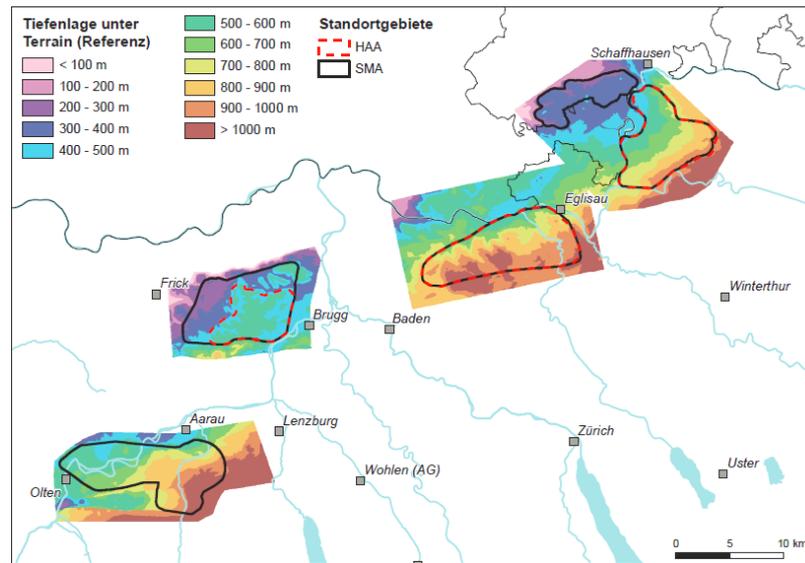
29

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Maximale Tiefenlage



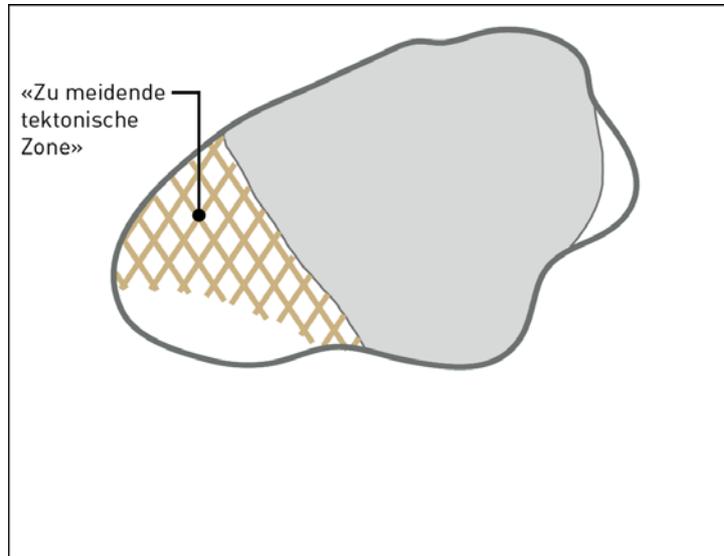
30

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

«Zu meidende tektonische Zonen»



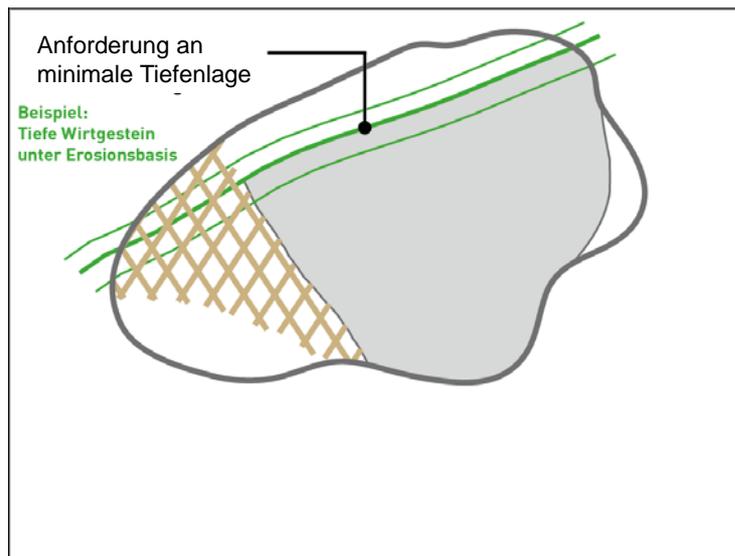
31

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Minimale Tiefenlage



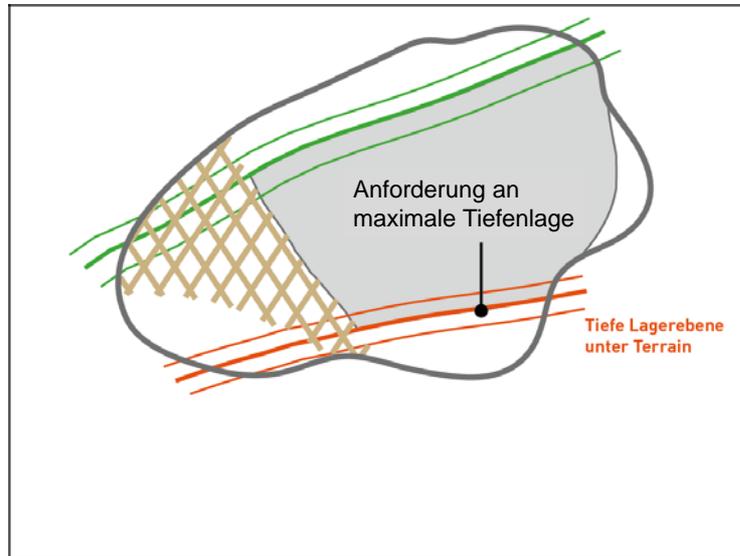
32

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Maximale Tiefenlage



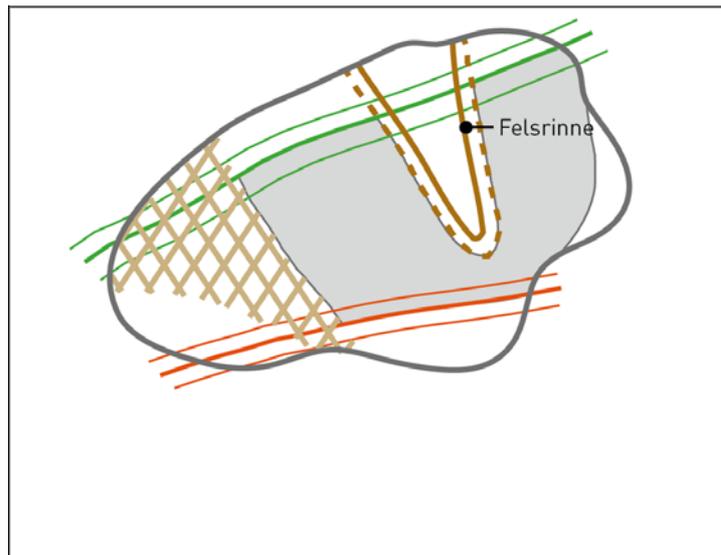
33

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Lokale Besonderheiten



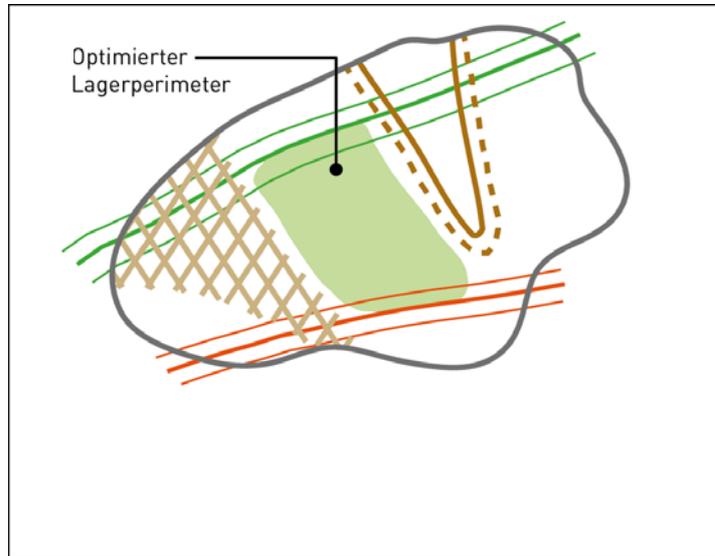
34

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Optimierung Lagerperimeter



35

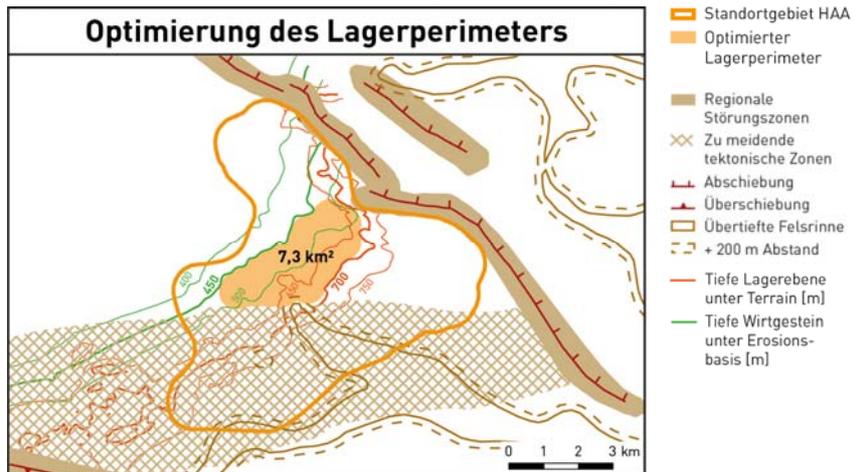
23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Beispiel Zürich Nordost HAA

Optimierung des Lagerperimeters



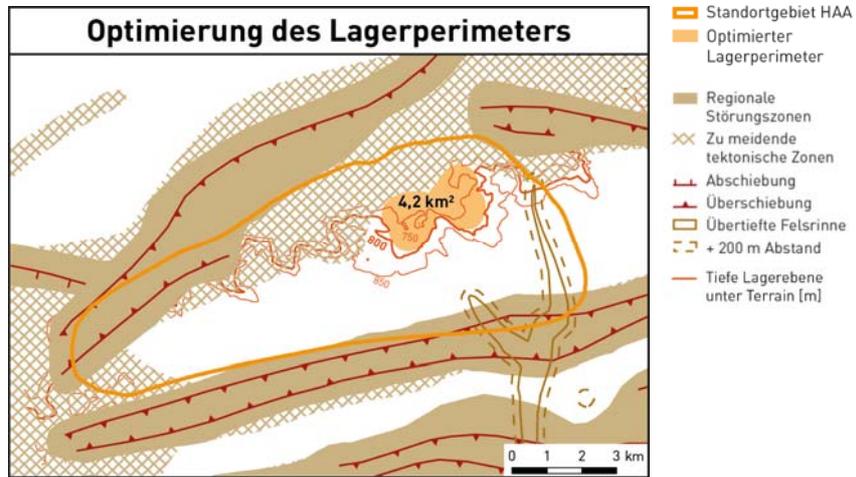
36

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Beispiel Nördlich Lägern HAA



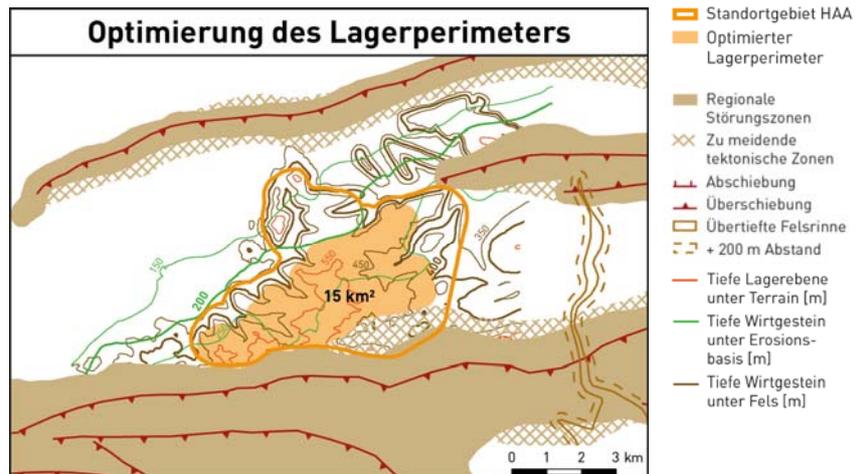
37

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Beispiel Jura Ost HAA



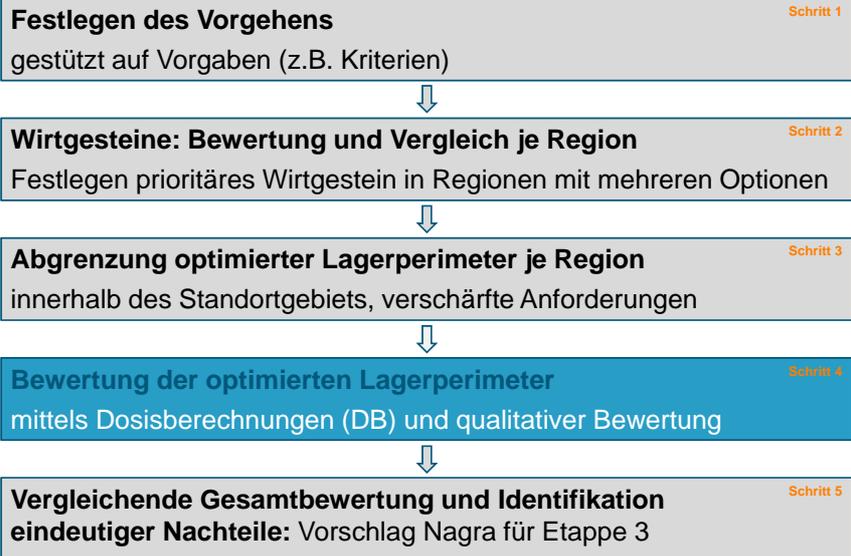
38

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Erarbeitung Vorschläge – Stufenweises Vorgehen



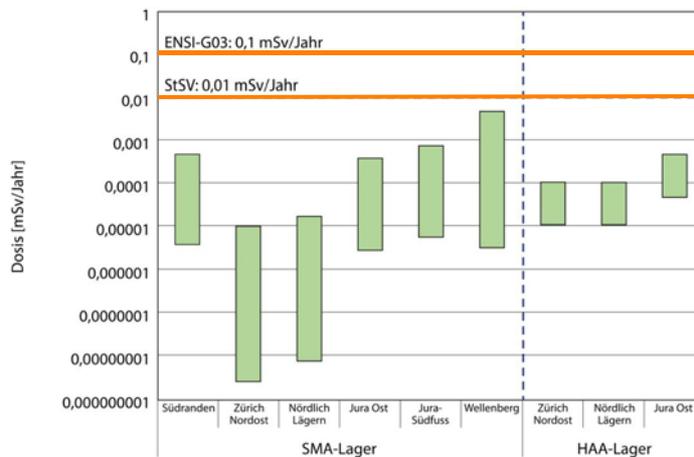
39

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Vergleich der Dosisintervalle



Alle Standortgebiete erfüllen das Dosis-Schutzkriterium und sind sicherheitstechnisch geeignet.

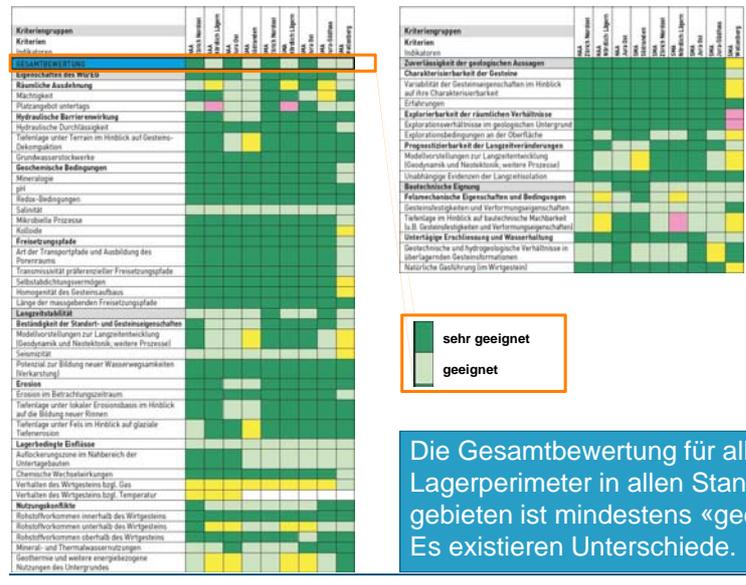
40

23. März 2015

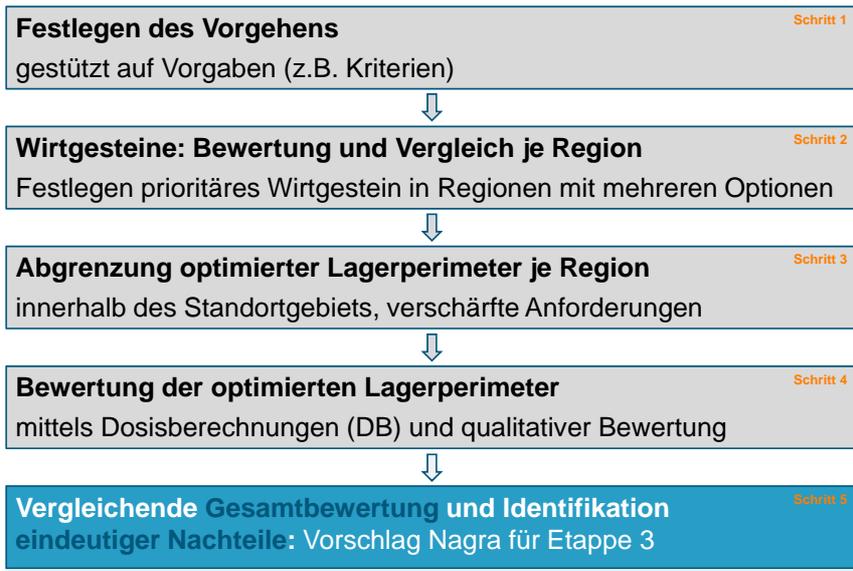
Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Qualitative Bewertung der Lagerperimeter



Erarbeitung Vorschläge – Stufenweises Vorgehen



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 entscheidrelevanten Merkmale mit den zugeordneten Indikatoren werden allfällige **eindeutige Nachteile** ersichtlich.

43

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

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 Porenraums	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	Kolleide	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 (*)	2,1 (*)
22	Selbstabdichtungsvermögen	4,5	4,5	4,5
27	Potenzial zur Bildung neuer Wasserwegkanäle (Verkärnung)	4,5	4,5	4,5
28	Erosion im Betrachtungsraum	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 Tiefenerosion	3,5 (*)	4,3	4,1
24	Sensitivität	3,5	3,5	3,5
c)	Explorier- und Charakterisierbarkeit der geologischen Barriere im Standortgebiet	4,4	4,4	4,4
39	Verständnis 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 (*)	3,9
1	Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit (z.B. Gesteinsfestigkeiten und Verformungseigenschaften)	3,5 (*)	2,1 (*)	4,1
48	Gesteinsmechanische und hydrogeologische Verhältnisse im überlagerten Gesteinsuntergrund	3,5 (*)	3,5 (*)	4,3
8	Platzangebot untertag	3,3	1,3 (*)	3,9

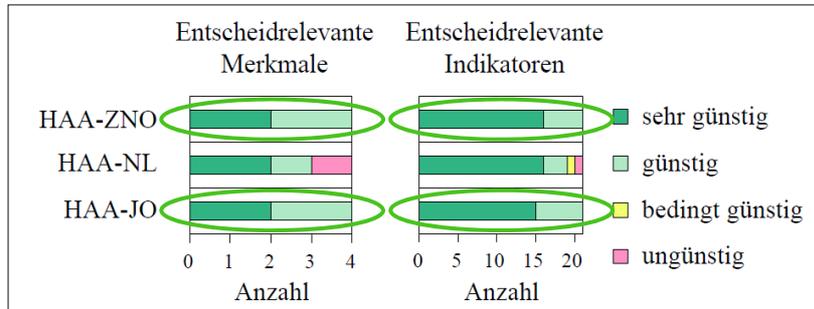
44

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Entscheidrelevante Merkmale & Indikatoren (HAA)



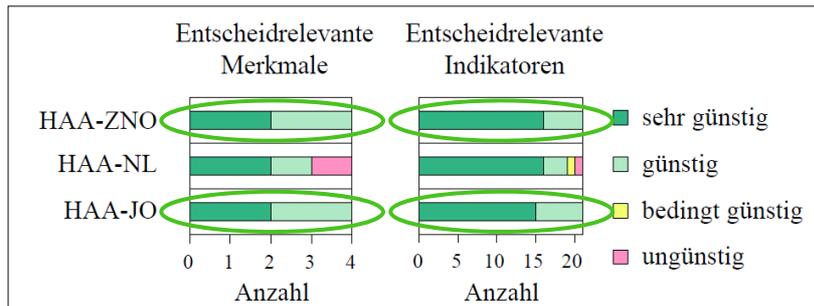
45

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Entscheidrelevante Merkmale & Indikatoren (HAA)



Vorschlag Standortgebiete für HAA-Lager:

- Zürich Nordost
- Jura Ost

46

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Entscheidrelevante 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.	Entscheidrelevante Merkmale (EM) / Entscheiderelevante Indikatoren (EI)	SMA-SR	SMA-ZNO	SMA-NL	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 Formraums	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5 (3,1*)
20	Transmissivität präfracturierter 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*)
18	Homogenität des Gesteinsaufbaus	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5 (2,7*)
5	Mächtigkeit	3,5 (*)	4,5	4,5	3,5 (*)	2,5 (*) 4,5
19	Länge der massgebenden Freisetzungspfade	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
16	Kollide	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5 (2,5*)
b)	Langzeitstabilität der geologischen Barriere	2,5 (*)	3,7	3,7	3,7	3,7 (2,6*)
23	Modellvorstellungen zur Langzeitentwicklung (Geodynamik und Neotektonik, weitere Prozesse)	2,9 (*)	4,5	4,3	4,3	3,7 (*) 2,9 (*)
22	Selbstabdichtungsvermögen	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5 (2,5*)
27	Potenzial zur Bildung neuer Wasserwegstrukturen (Verkarstung)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
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
2	Tiefenlage unter Terrain im Hinblick auf Gesteins-Decksukzession	2,7 (*)	4,5	4,7	4,1	4,1
4	Tiefenlage unter Fels im Hinblick auf glaziale Tiefenerosion	2,5 (*)	4,5	4,7	4,5	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	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3 (2,0*)
39	Verständlichkeit der Gesteinsgeschieben im Hinblick auf ihre Charakterisierbarkeit	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5 (2,5*)
43	Explorationsverhältnisse im geologischen Untergrund	4,1	4,3	4,3	4,3	4,1 (1,5*)
d)	Bautechnische Machbarkeit eines Tiefenlagers unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Standortverhältnisse	3,1	3,5	1,3 (*)	3,5	2,9 (*) 2,7 (*)
1	Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit (u.B. Gesteinsfestigkeiten und Verformungseigenschaften)	4,7	3,5 (*)	1,5 (*)	3,5 (*)	3,5 (*) 2,7 (*)
48	Geotechnische und hydrogeologische Verhältnisse in überlagernden Gesteinsformationen	3,5 (*)	3,5 (*)	3,5 (*)	4,3	2,9 (*) 4,1
8	Platzangebot untertags	3,1 (*)	4,1	1,3 (*)	4,7	3,3 (*) 3,1 (*)

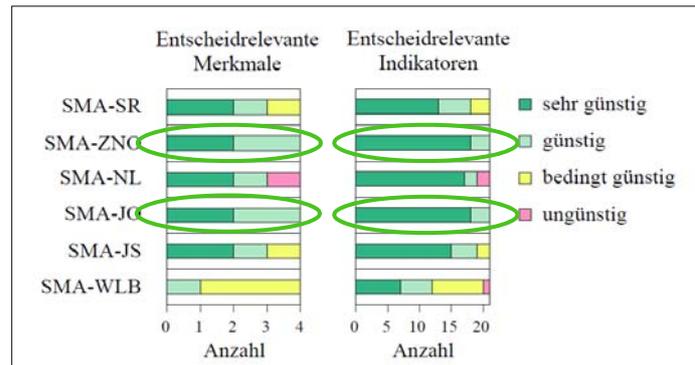
47

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Entscheidrelevante Merkmale & Indikatoren (SMA)



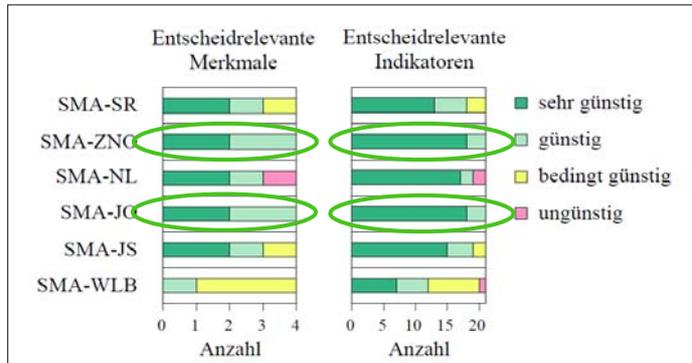
48

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Entscheidrelevante Merkmale & Indikatoren (SMA)



Vorschlag Standortgebiete für SMA-Lager:

- Zürich Nordost
- Jura Ost

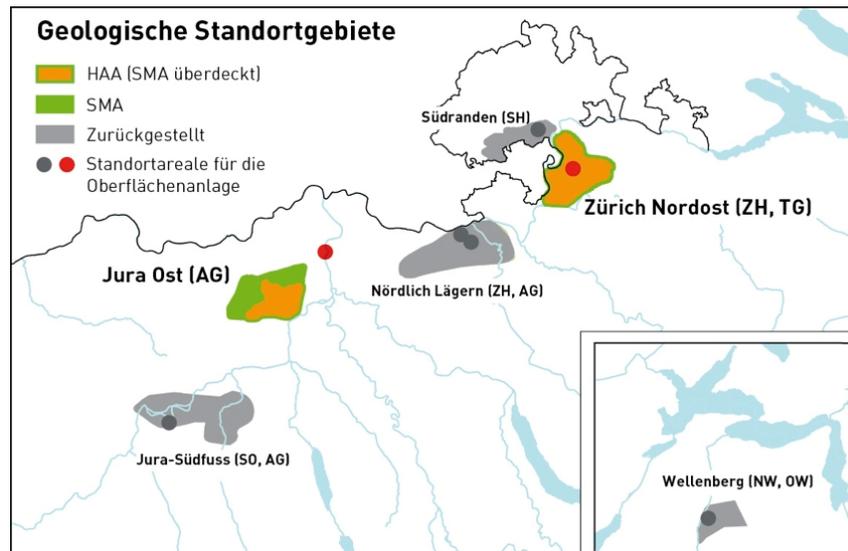
49

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Vorschläge der Nagra für Etappe 3



50

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Seismische Untersuchungen



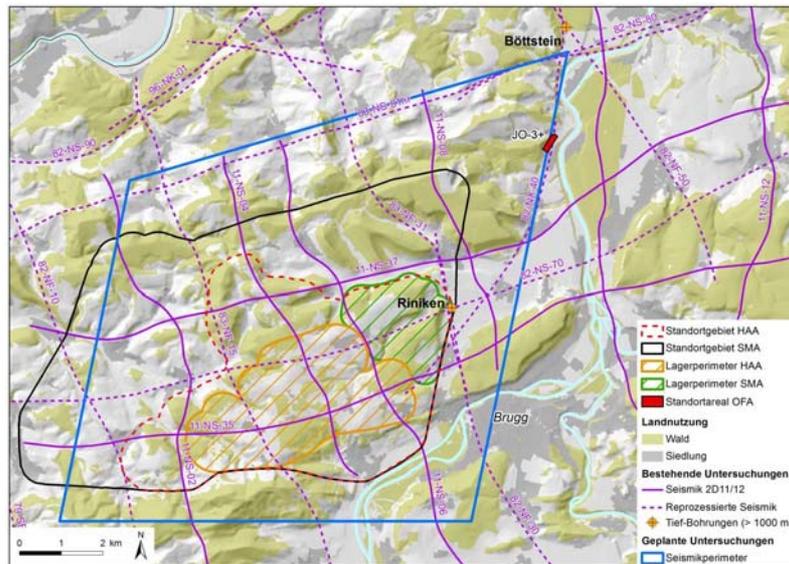
51

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Perimeter der 3D-Seismik JO



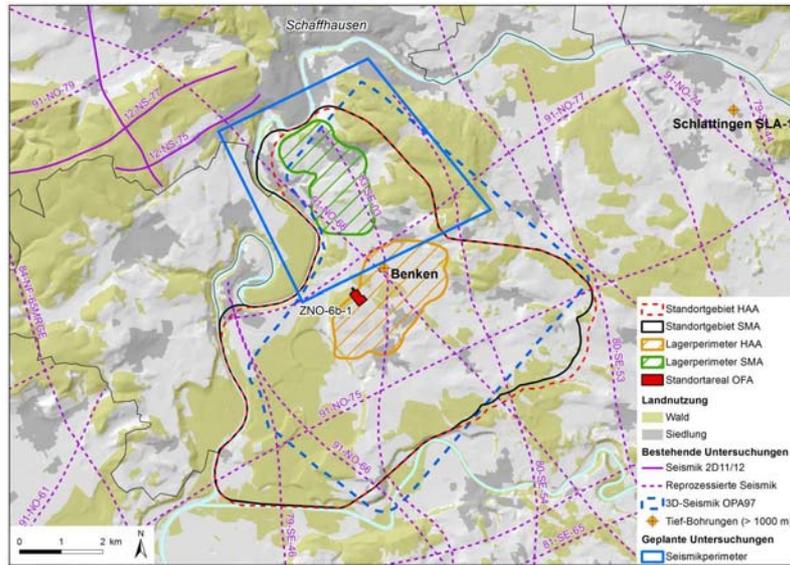
52

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Perimeter der 3D-Seismik SMA ZNO



53

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Sondierbohrungen



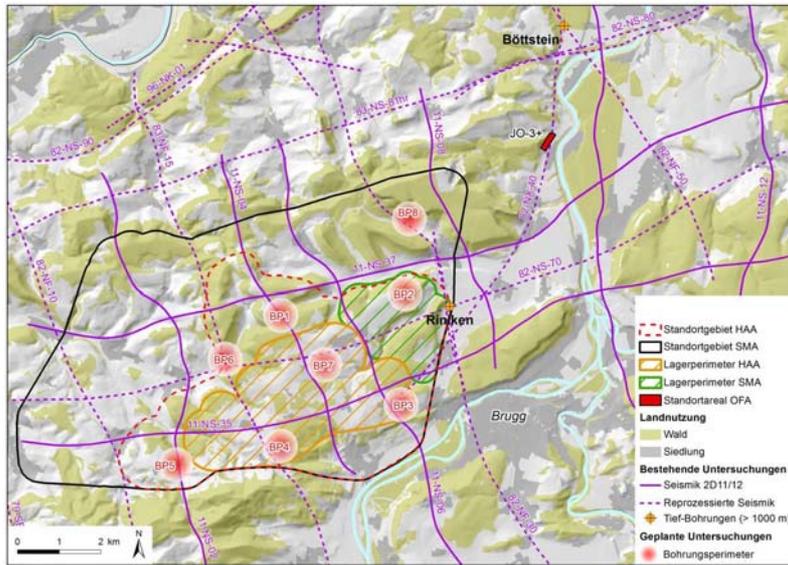
54

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Sondierbohrungen – Bohrungsperimeter JO



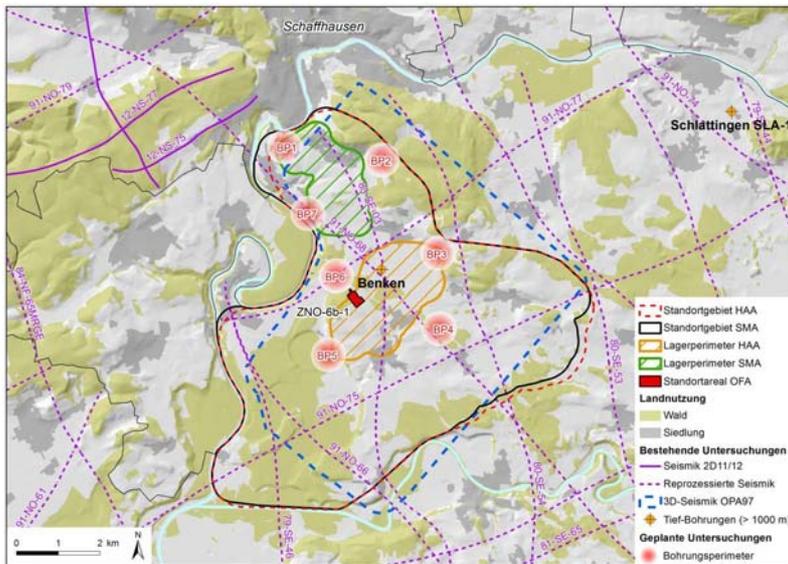
55

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Sondierbohrungen – Bohrungsperimeter ZNO



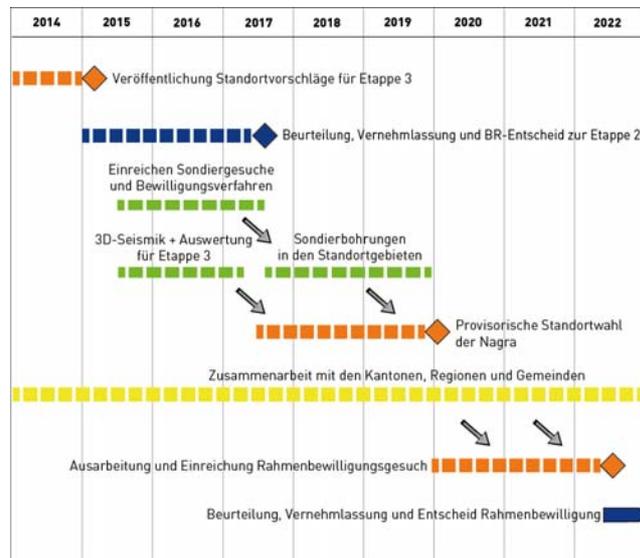
56

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

Weiteres Vorgehen und Zeitplan



57

23. März 2015

Sitzung des Kreistages Konstanz

nagra.

besten dank
für ihre aufmerksamkeit

nagra.