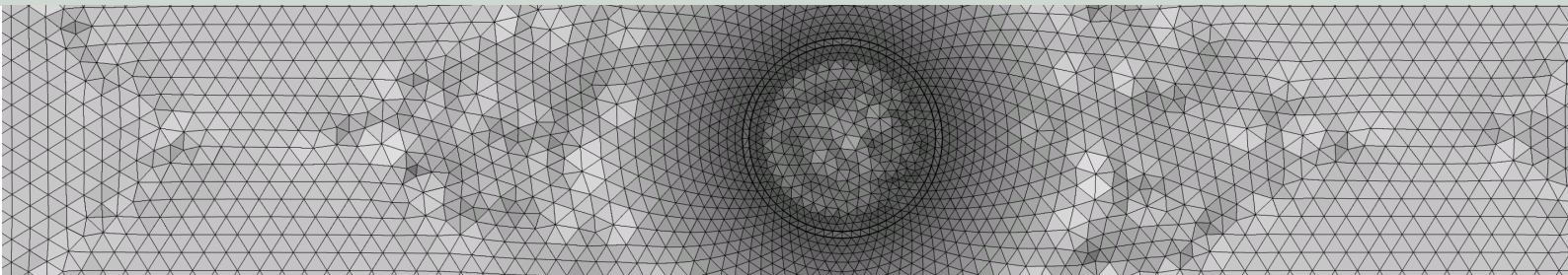




Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI



Überprüfung des Schichtmodells und des GIS-Verschnittprozesses der Nagra

Expertenbericht

im Rahmen der Beurteilung des Vorschlags von mindestens zwei geologischen Standortgebieten pro Lagertyp, Etappe 2, Sachplan geologische Tiefenlager

K. Dubach
M. Wurst
B. Rick

Dr. von Moos AG

Oktober 2016

Disclaimer:

Die im Bericht dokumentierten Ansichten und Schlussfolgerungen sind diejenigen der Autoren und stimmen nicht notwendigerweise mit denen des ENSI überein.

**Auftraggeber: Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
5200 Brugg**

Sachplanverfahren geologische Tiefenlager (SGT) Etappe 2

Überprüfung des Schichtmodells und des GIS-Verschnittprozesses der Nagra

**Expertenbericht zuhanden
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI**



Dr. von Moos AG

Geotechnisches Büro
Bachofnerstrasse 5, CH - 8037 Zürich

Beratende Geologen und Ingenieure

www.geovm.ch info@geovm.ch
Telefon +41 44 363 31 55 Fax +41 44 363 97 44

Filialen Mäderstrasse 8, CH - 5401 Baden
Dorfstrasse 40, CH - 8214 Gächlingen

Telefon +41 56 222 09 45 Fax +41 56 221 50 45
Telefon +41 52 681 43 27 Fax +41 52 681 43 25

Inhalt	Seite
Zusammenfassung	5
1. Einleitung	7
2. Erhaltene Daten	8
2.1 Relevante Berichte zur Überprüfung der GIS-Prozesse	8
2.2 Erhaltene elektronische Daten	9
3. Methodisches	10
3.1 Vorgehen der Nagra	10
3.2 Vorgehen der Experten im Rahmen der Überprüfung	10
4. Geologisches Schichtmodell	13
4.1 Darstellung der Nagra zur Nordschweiz	13
4.2 Stellungnahme der Experten zur Nordschweiz	13
4.3 Darstellung der Nagra zum Wellenberg	17
4.4 Stellungnahme der Experten zum Wellenberg	17
5. Berücksichtigung von Unsicherheiten	18
5.1 Vorgehen der Nagra: Unsicherheitsraster	18
5.2 Stellungnahme der Experten zum Unsicherheitsraster	18
6. GIS-Schnittverfahren	19
6.1 Vorgehen der Nagra: GIS-Verschnitt in der Nordschweiz	19
6.2 Stellungnahme der Experten zum GIS-Verschnitt (Nordschweiz)	20
6.3 Angaben der Nagra zum Wellenberg	31
6.4 Stellungnahme der Experten zum Wellenberg	31
7. Robustheit der Abgrenzung	33
7.1 Vorgehen der Nagra	33
7.2 Stellungnahme der Experten	33
8. Beantwortung der Leitfragen des ENSI	37
8.1 Leitfrage 1	37
8.2 Leitfrage 2	37
8.3 Leitfrage 3	37
8.4 Leitfrage 4	38
9. Schlussbemerkungen	39

Figuren

1	Schema der Grundlagedaten und GIS-Rechenschritte	11
2	Übersicht Standortgebiete und Lokalmodelle Nordschweiz	14
3	Vergleich der Daten Basis Opalinuston SGT Etappe 1 mit Daten SGT Etappe 2	16
4	Vergleich Lagerperimeter der SMA-Standortgebiete	
4.1	Jura Südfuss (Opalinuston)	24
4.2	Jura Ost (Opalinuston)	24
4.3	Nördlich Lägern (Opalinuston)	24
4.4	Zürich Nordost (Opalinuston)	24
4.5	Südranden (Opalinuston)	24
4.6	Jura Südfuss (Effinger Schichten)	24
4.7	Nördlich Lägern ('Brauner Dogger')	25
4.8	Nördlich Lägern ('Brauner Dogger'), (Nachforderung ENSI)	25
4.9	Zürich Nordost ('Brauner Dogger')	25
4.10	Nördlich Lägern (Opalinuston), (Nachforderung ENSI)	25
4.11	Nördlich Lägern (Opalinuston), (Nachforderung ENSI)	25
4.12	Nördlich Lägern (Opalinuston), (Nachforderung ENSI)	25
5	Vergleich Lagerperimeter der HAA-Standortgebiete	
5.1	Jura Ost	26
5.2	Nördlich Lägern	26
5.3	Zürich Nordost	26
5.4	Jura Ost (Nachforderung ENSI)	26
5.5	Jura Ost (Nachforderung ENSI)	26
5.6	Jura Ost (Nachforderung ENSI)	26
5.7	Nördlich Lägern (Nachforderung ENSI)	27
5.8	Nördlich Lägern (Nachforderung ENSI)	27
5.9	Nördlich Lägern (Nachforderung ENSI)	27
5.10	Nördlich Lägern (Nachforderung ENSI)	27
5.11	Nördlich Lägern (Nachforderung ENSI)	27
5.12	Nördlich Lägern (Nachforderung ENSI)	27
5.13	Zürich Nordost (Nachforderung ENSI)	28
5.14	Zürich Nordost (Nachforderung ENSI)	28
5.15	Zürich Nordost (Nachforderung ENSI)	28
5.16	Lagerperimeter HAA-JO-mLE-t reicht über Standortgebiet hinaus	28

6	Vergleich massgebende Lagerperimeter Wellenberg	32
7	Vergleich Umhüllende aller Lagerperimeter (Beispiel Jura Südfuss)	33
8	Vergleich Platzangebot ohne und mit Berücksichtigung Störungen SMA-Standortgebiete	35
9	Vergleich Platzangebot ohne und mit Berücksichtigung Störungen HAA-Standortgebiete	36

Tabellen

1	Für die Ausscheidung von Lagerperimetern verwendete GIS-Kriterien	21
2	Vergleich massgebende Lagerperimeter mLE für die Nordschweiz, Berechnung Nagra und Experten (vM)	29

Anhang

A1.1 ÷ A1.7 Erhaltene digitale Daten (GIS)

Zusammenfassung

Mit dem vom Bundesrat im Jahr 2008 genehmigten Konzept "Sachplan geologische Tiefenlager" (SGT; Bundesamt für Energie 2008) wurde das Standortwahlverfahren für die Tiefenlager festgelegt und dessen Umsetzung in Angriff genommen. Gemäss diesem Sachplanverfahren erfolgt die Auswahl von Standorten für geologische Tiefenlager in drei Etappen. Ende 2008 hat die Nagra für Etappe 1 sechs Standortgebiete für das geologische Tiefenlager für die schwach- und mittelaktiven Abfälle (SMA) und drei für das geologische Tiefenlager für die hochaktiven Abfälle (HAA) vorgeschlagen. In Etappe 2 ist basierend auf einem sicherheitstechnischen Vergleich eine Einengung auf mindestens zwei geologische Standortgebiete pro Lagertyp für die weiteren Untersuchungen in Etappe 3 vorzunehmen.

Anfangs 2015 hat die Nagra für Etappe 2 zwei geologische Standortgebiete vorgeschlagen, in welchen jeweils sowohl das SMA- als auch das HAA-Lager angeordnet werden können. Auch eine Kombination beider Lagertypen, ein sogenanntes Kombilager, ist jeweils möglich. Es handelt sich dabei um die Standortgebiete Jura Ost und Zürich Nordost. Im Rahmen der Dokumentation zur Nachforderung des ENSI hat die Nagra zusätzliche Lagerperimeter, insbesondere für das Standortgebiet Nördlich Lägern, nachgereicht. Auch in Nördlich Lägern sind sowohl ein SMA- als auch ein HAA-Lager oder ein Kombilager möglich.

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI überprüft die von der Nagra eingereichten Unterlagen (Grundlagendokumente, Erläuterungen des Auswahlverfahrens) und die Vorschläge für die in Etappe 3 weiter zu untersuchenden Standortgebiete.

Im Auftrag des ENSI wurden durch die Experten der Dr. von Moos AG der Themenbereich GIS-Verschnittprozess und die zugrunde liegenden geologischen Schichtmodelle überprüft. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Prüfung zusammengefasst.

Im Rahmen der Etappe 2 des Sachplanverfahrens geologische Tiefenlager hat die Nagra ihre Grundlagedaten überarbeitet und verfeinert. Zusammen mit neu erarbeiteten lokalen Schichtmodellen für den Markerhorizont Basis Opalinuston wurde auch ein sogenanntes Unsicherheitsraster erstellt, das für jeden Punkt der Lokalmodelle die Ungewissheiten der Kote Basis Opalinuston angibt.

Aus diesen (und weiteren) Daten hat die Nagra in einem mehrstufigen GIS-Verschnittverfahren innerhalb der nordschweizer Standortgebiete mögliche Lagerperimeter ausgeschieden, welche jeweils die zuvor definierten Kriterien bezüglich Tiefenlage (unter Terrain, unter Fels, unter Erosionsbasis) erfüllen. Für den Wellenberg wurde ein modifiziertes Verfahren angewendet, das der grundsätzlich verschiedenen Geometrie des Wirtgesteinskörpers Rechnung trägt.

Im vorliegenden Expertenbericht wurden die neu erstellten Lokalmodelle mit den Daten aus Etappe 1 verglichen. Dabei zeigen sich teilweise erhebliche Unterschiede in der Tiefenlage der Basis Opalinuston im Vergleich zur Einschätzung aus Etappe 1. Die Verfeinerung der Datenbasis und des daraus abgeleiteten Schichtmodells ist stufengerecht und berücksichtigt die neuen Erkenntnisse aus der Seismik-Kampagne 2011/12 und der Reprozessierung vorhandener Seismikdaten. Die Abweichungen gegenüber der Einschätzung in Etappe 1 dokumentieren die Veränderung des Wissensstandes gegenüber Etappe 1 (neue, angepasste Grundlagedaten). Die Experten begrüßen insbesondere das neu eingeführte Instrument des Unsicherheitsrasters, welches eine laufende Verfeinerung der Datengrundlagen zulässt.

Das GIS-Verschnittverfahren der Nagra wurde von den Experten mit einer anderen Software nachvollzogen. Der verwendete Schnittprozess und die von der Nagra ausgeschiedenen Lagerperimeter können innerhalb einer stufengerechten Genauigkeit reproduziert werden. Die aus der Nachrechnung der Experten resultierende Umhüllende der möglichen Lagerperimeter deckt sich gut mit den von der Nagra errechneten Lagerperimetern. Abweichungen im Detail lassen sich durch einzelne Flächen (Modellraster 25 m) erklären, welche infolge Rundungsdifferenzen eine der Tiefenvorgaben gerade nicht erfüllen.

Die von der Nagra ausgeschiedenen Lagerperimeter im Opalinuston und in den Effinger Schichten sowie im Standortgebiet Wellenberg können von den Experten nachvollzogen werden (systematische Überprüfung aller massgebenden Lagerperimeter mLE, summarische Überprüfung der alternativen Lagerperimeter aL). Bei den Lagerperimetern im Braunen Dogger ergeben sich Differenzen, weil die Nachvollziehbarkeit der Ausscheidungskriterien nicht gleich gut ist wie für die übrigen Wirtgesteine.

Aufgrund der Nachforderung des ENSI hat die Nagra weitere Lagerperimeter berechnet, welche alle im Detail nachgerechnet wurden. Auch diese Lagerperimeter können von den Experten im Rahmen der Rechengenauigkeit nachvollzogen werden.

1. Einleitung

Mit dem vom Bundesrat im Jahr 2008 genehmigten Konzept "Sachplan geologische Tiefenlager" (im vorliegenden Bericht mit SGT abgekürzt) wurde das Standortwahlverfahren für die Tiefenlager festgelegt und dessen Umsetzung in Angriff genommen. Gemäss diesem Sachplanverfahren erfolgt die Auswahl von Standorten für geologische Tiefenlager in drei Etappen.

Ende 2008 hat die Nagra für Etappe 1 sechs geologische Standortgebiete für das geologische Tiefenlager für die schwach- und mittelaktiven Abfälle (SMA) und drei für das geologische Tiefenlager für die hochaktiven Abfälle (HAA) vorgeschlagen. In Etappe 2 ist basierend auf einem sicherheitstechnischen Vergleich eine Einengung auf mindestens zwei geologische Standortgebiete pro Lagertyp für die weiteren Untersuchungen in Etappe 3 vorzunehmen. Dabei hat die Sicherheit des geologischen Tiefenlagers oberste Priorität. Ein geologisches Standortgebiet kann nur dann zurückgestellt werden, wenn es eindeutige sicherheitstechnische Mängel im Vergleich mit den übrigen Standortgebieten aufweist.

Anfangs 2015 hat die Nagra für Etappe 2 zwei geologische Standortgebiete vorgeschlagen, in welchen sowohl das SMA- als auch das HAA-Lager angeordnet werden können. Auch eine Kombination beider Lagertypen, ein sogenanntes Kombilager, ist jeweils möglich. Es handelt sich dabei um die Standortgebiete Jura Ost und Zürich Nordost.

Im Rahmen der Nachforderung des ENSI hat die Nagra im August 2016 weitere Lagerperimeter nachgereicht, insbesondere für das Standortgebiet Nördlich Lägern sowie die HAA-Standortgebiete Jura Ost und Zürich Nordost.

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI überprüft die von der Nagra eingereichten Unterlagen (Grundlagendokumente, Erläuterungen des Auswahlverfahrens) und die Vorschläge für die in Etappe 3 weiter zu untersuchenden Standortgebiete.

Im Auftrag des ENSI wurden durch die Experten der Dr. von Moos AG der Themenbereich GIS-Verschnittprozess und die zugrunde liegenden geologischen Schichtmodelle gemäss den Leitfragen des ENSI überprüft. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Prüfung zusammengefasst.

2. Erhaltene Daten

2.1 Relevante Berichte zur Überprüfung der GIS-Prozesse

- [1] W. Albert, M. Ruff (2015): SGT Etappe 2: GIS-Analyse zum Einengungsprozess der Lagerperimeter, Nordschweiz, Nagra Interner Bericht
- [2] J. Becker, H. Madritsch, M. Schnellmann, M. Ruff & W. Albert (2015): SGT Etappe 2: Erläuterung der für die Abgrenzung von Lagerperimetern verwendeten GIS-Datensätze und ihrer Grundlagen, Nagra Interner Bericht
- [2a] J. Becker, H. Madritsch, M. Schnellmann, M. Ruff & W. Albert (2015): SGT Etappe 2: Erläuterung der für die Abgrenzung von Lagerperimetern verwendeten GIS-Datensätze und ihrer Grundlagen, Nagra Interner Bericht, Rev. 1
- [3] M. Ruff, W. Albert (2015): SGT Etappe 2: GIS-Analyse zum Einengungsprozess der Lagerperimeter, Wellenberg, Nagra Interner Bericht
- [4] J. Becker, M. Schnellmann (2015): Erläuterung der für die Abgrenzung von Lagerperimetern im Standortgebiet Wellenberg verwendeten Datensätze, Nagra Interner Bericht
- [5] Nagra (2015): Nagra-ENSI-Frage-Antwort-Katalog, NAB 17-01
- [6] Nagra (2016): ENSI-Nachforderung zum Indikator "Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit" in SGT Etappe 2, Zusammenfassende Darstellung der Zusatzdokumentation (Hauptbericht), NAB 16-41

Ausserdem im Sinne einer Plausibilitätskontrolle berücksichtigt, aber nicht im Detail überprüft wurden folgende Berichte:

- [7] Nagra (2014): SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlage, Sicherheitstechnischer Bericht zu SGT Etappe 2, Sicherheitstechnischer Vergleich und Vorschlag der in Etappe 3 weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete, NTB 14-01
- [8] Nagra (2014): SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlage, Geologische Grundlagen, Dossier II, Sedimentologische und tektonische Verhältnisse, NTB 14-02 II
- [9] Nagra (2014): SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlage, Geologische Grundlagen, Dossier III, Geologische Langzeitentwicklung, NTB 14-02 III

Für die inhaltliche Prüfung der quartärgeologischen Grundlagen wurde unser diesbezüglicher Expertenbericht an das ENSI verwendet:

- [10] Dr. von Moos AG (2015): Sachplanverfahren geologische Tiefenlager Etappe 2, Prüfung Langzeitstabilität und Quartärgeologie, Expertenbericht zuhanden des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorates ENSI, ENSI 33/453

2.2 Erhaltene elektronische Daten

Die von der Nagra erhaltenen elektronischen GIS-Daten sind tabellarisch im Anhang A1 aufgeführt. Die Datenlieferung erfolgte paketweise zusammen mit den jeweiligen erläuternden Nagra Internen Berichten in mehreren Einzellieferungen (26.2.2015, 26.3.2015, 13.5.2015, 2.6.2015 und 13.8.2015). Das Lieferdatum ist deshalb in der Tabelle im Anhang A1 ebenfalls aufgeführt. Die elektronischen GIS-Daten für die Nachforderung des ENSI wurden am 24.8.2016 geliefert.

3. Methodisches

3.1 Vorgehen der Nagra

Gemäss den Vorgaben im Sachplan geologische Tiefenlager führte die Nagra ein mehrstufiges Optimierungs- und Auswahlverfahren durch (vgl. NTB 14-01, Zusammenfassung). Für die nordschweizer Standortgebiete wurden in Etappe 2 lokale geologische Schichtmodelle erarbeitet unter Berücksichtigung neuer Seismikdaten (Kampagne 2011/12), reprozessierter älterer Seismikdaten und einer im Vergleich zur Etappe 1 erweiterten Bohrdatenbank.

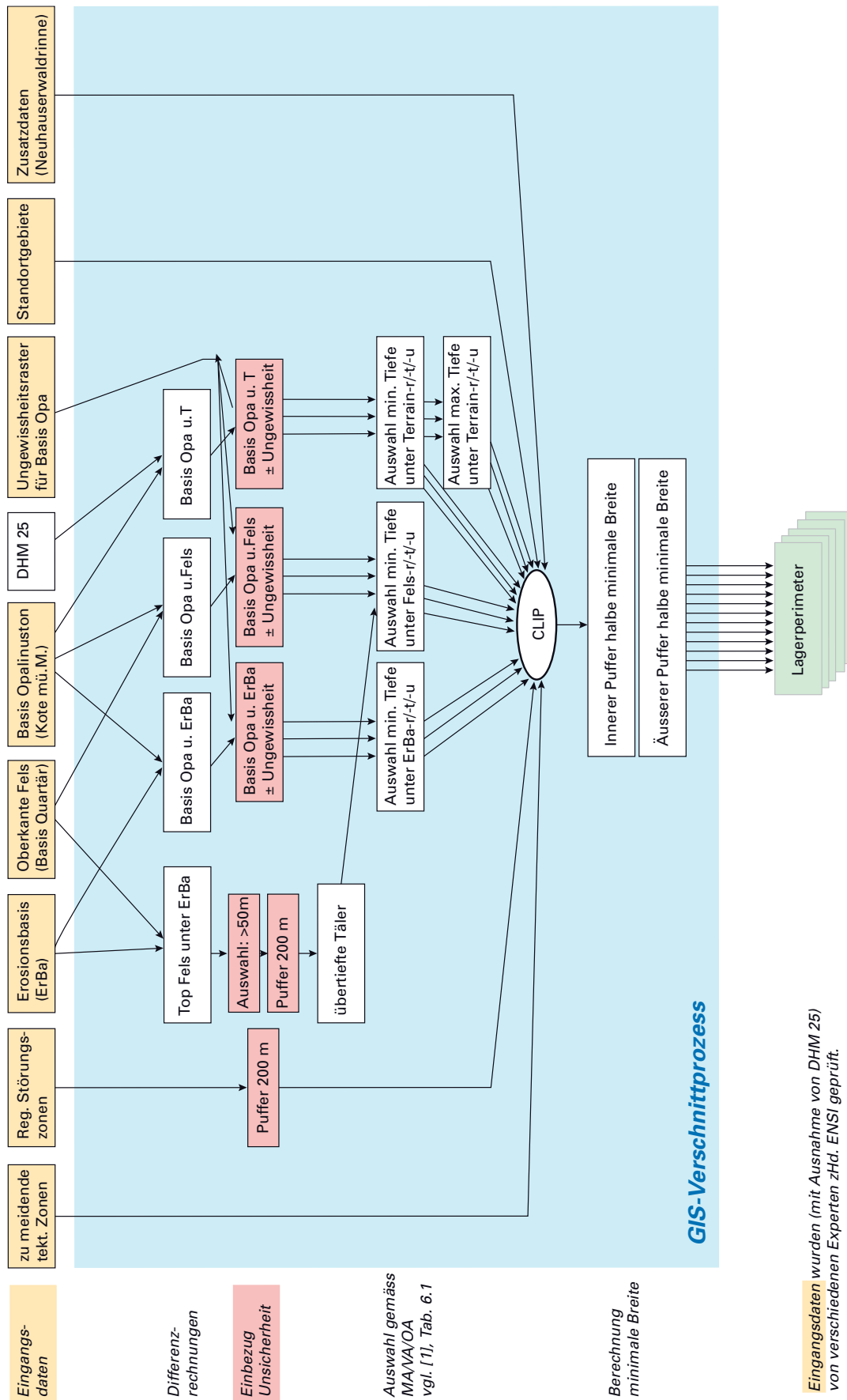
In Standortgebieten mit mehr als einem möglichen Wirtgestein legte die Nagra zuerst das prioritäre Wirtgestein fest (in allen nordschweizer Gebieten der Opalinuston). Danach wurden innerhalb der Standortgebiete und basierend auf den neu erarbeiteten bzw. dem neuen Kenntnisstand angepassten Grundlagedaten sogenannte Lagerperimeter abgegrenzt, welche die räumlichen Kriterien an das Wirtgestein (vgl. NTB 14-01, S. 167f) erfüllen. Für die nicht prioritären Wirtgesteine (Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger' und Effinger Schichten) hat die Nagra auf Nachfrage des ENSI im NAB 17-01 (Fragen 30 & 47) optimierte Lagerperimeter ausgewiesen. Diese Lagerperimeter wurden anschliessend anhand sicherheitstechnischer Aspekte bewertet.

3.2 Vorgehen der Experten im Rahmen der Überprüfung

Der vorliegende Bericht konzentriert sich auf die Überprüfung der raumbezogenen geologischen Grundlagedaten, insbesondere bezüglich der Tiefenlage des Wirtgesteins Opalinuston (unter Terrain, unter Fels, etc.), sowie auf den GIS-Verschnittprozess, mit dem die Nagra die Lagerperimeter ausgeschieden hat.

Der Ablauf der GIS-Rechenschritte und die verwendeten Grundlagedaten sind in Figur 1 schematisch dargestellt. Dabei wurden die für den Schnittprozess verwendeten Eingangsdaten (gemäss Fig. 1.2 in [1]) übernommen und in der Regel nicht im Detail überprüft. Insbesondere ist die Herleitung des Markerhorizonts Kote Basis Opalinuston durch Seismikinterpretation und Korrelation mit Bohrdaten nicht Bestandteil dieses Expertenauftrags. Im Rahmen eines weiteren Expertenberichtes [10] haben wir die Grundlagedaten 'Basis Quartär' und 'Lokale Erosionsbasis' geprüft. Von anderen Expertengruppen des ENSI wurden die Grundlagedaten 'Regionale Störungszonen', 'zu meidende tektonische Zonen', 'Basis Opalinuston' und 'Ungewissheitsraster für Basis Opalinuston' geprüft (vgl. Figur 1).

Die Experten haben die von der Nagra abgegebenen Daten und erläuternden Berichte (vgl. Kap. 2.2, Anhang A1) im Sinne einer Plausibilitätskontrolle geprüft. Dabei wurden die Eingabedaten stichprobenartig überprüft durch Vergleich mit den Grundlagedokumenten sowie durch Rückrechnungen der Datensätze untereinander (eigene Berechnung von Zwischenschritten wie z.B. der Tiefenlage Basis Opalinuston unter Terrain oder Fels, Differenzen zu Berechnung Nagra).



Figur 1: Schema der Grundlagedaten und GIS-Rechenschritte

(Schema gilt für Lagerperimeter im Wirtgestein Opalinuston und mit angepassten Zahlenwerten auch bei der Auswahl gem. MAVVA/OA für das Wirtgestein 'Brauner Dogger'; für Lagerperimeter in den Effinger Schichten ist als Bezugshorizont Basis Malm statt Basis Opalinuston zu verwenden.)

Der GIS-Prozess wurde überprüft, indem die Herleitung der Lagerperimeter nach den Angaben in [1], [5], [7] und [8] in einem ersten Schritt hinsichtlich methodischen Vorgehens überprüft und anschliessend für die sogenannten "massgebenden Lagerperimeter für die Einengung" (mLE) einzeln im Detail nachgerechnet wurde. Das in Figur 1 dargestellte Schema gilt für Lagerperimeter im Opalinuston und – mit angepassten Zahlenwerten für die Auswahl der Tiefenlage gemäss Mindestanforderungen/verschärften Anforderungen/Optimierungsanforderungen – auch in der Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger'; für Lagerperimeter in den Effinger Schichten wird als Bezugshorizont Basis Malm anstelle Basis Opalinuton verwendet. Zur Nachrechnung wurden nicht die von der Nagra verwendeten und mitgelieferten Python-Skripte verwendet, sondern nach den Angaben in [1] eigene Lagerperimeter bzw. Umhüllende aller möglichen Lagerperimeter berechnet und mit den Ergebnissen der Nagra verglichen.

4. Geologisches Schichtmodell

4.1 Darstellung der Nagra zur Nordschweiz

Die Nagra hat für die Ausscheidung von Lagerperimetern in den in Etappe 1 definierten geologischen Standortgebieten in der Nordschweiz lokale geologische Schichtmodelle vollständig neu erstellt (sogenannte Lokalmodelle). Diese umfassen jeweils das geologische Standortgebiet sowie einen Pufferbereich um dessen Grenzen herum; die Standortgebiete Südranden und Zürich Nordost werden durch ein gemeinsames Lokalmodell abgedeckt (vgl. Fig. 2).

Für die Erstellung der Lokalmodelle wurden die bestehenden seismischen Daten neu prozessiert sowie die Daten aus der Seismik-Kampagne 2011/12 ausgewertet und integriert (vgl. NTB 14-02 II, S. 12f). Ausserdem hat die Nagra ihre umfangreiche Bohrdatenbank aus Etappe 1 laufend weiter ergänzt und ausgewertet, insbesondere bezüglich Basis Quartär (vgl. NTB 14-02 II, S. 11f).

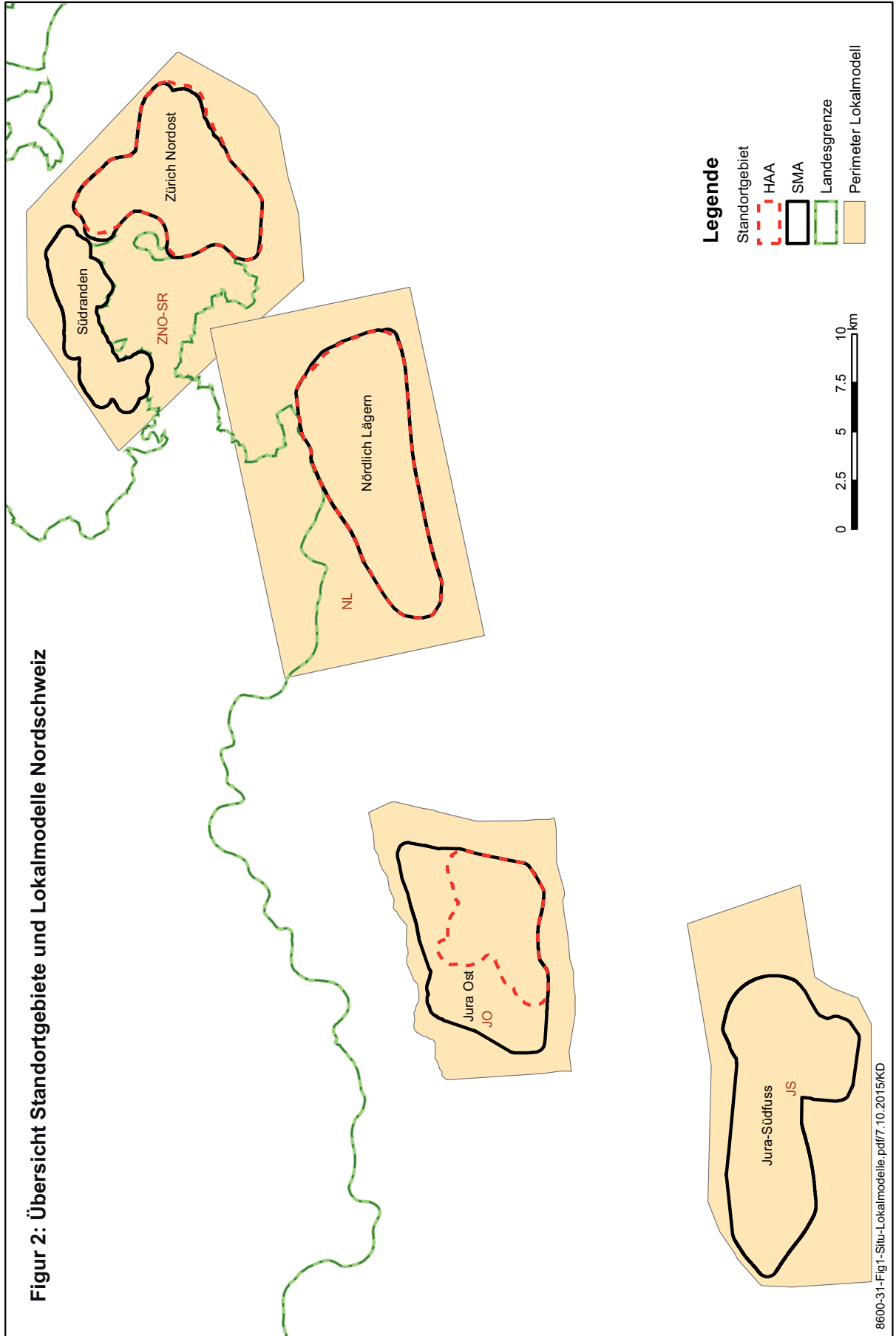
Die beiden Lokalmodelle Nördlich Lägern (NL) und Zürich Nordost - Südranden (ZNO-SR) überlappen sich in einem kleinen Bereich ausserhalb der Standortgebiete. Dort weichen die Daten der beiden einzelnen Raster um bis zu ± 10 m voneinander ab (vgl. Fig. 2.3 in [1]). Gemäss Erklärung der Nagra liegt der Grund für diese "Differenz" darin, dass die beiden Lokalmodelle von verschiedenen Auftragnehmern der Nagra erstellt wurden. Beide stützen sich zwar auf die gleichen Ausgangsdaten, kommen aber mit unterschiedlicher Software (welche unterschiedliche Berechnungsalgorithmen verwenden) zu leicht abweichenden Resultaten ([5], Frage Nr. 37).

4.2 Stellungnahme der Experten zur Nordschweiz

Innerhalb der Perimeter der Lokalmodelle wurden die geologischen Schichtmodelle komplett neu erstellt. In einem ersten Schritt wurden den Experten erst die Daten zu Basis Opalinuston zur Verfügung gestellt, da das GIS-Verschnittverfahren sich ausschliesslich auf diesen Horizont bezieht. Alle Rechenprozesse des GIS-Verschnitts der Nagra wie auch der Kontrollrechnungen durch die Experten wurden auf die neuen Datensätze bezogen.

Die Verfeinerung der Datenbasis und des daraus abgeleiteten Schichtmodells ist stufengerecht und berücksichtigt die neuen Erkenntnisse aus der Seismik-Kampagne 2011/12 und der Reprozessierung vorhandener Seismikdaten. Die Abweichungen dokumentieren die Veränderung des Wissensstandes gegenüber Etappe 1 (neue, angepasste Grundlagedaten).

Die Abweichungen der Tiefenlage Basis Opalinuston im Überlappungsbereich der Lokalmodelle NL und ZNO-SR (bzw. die Begründung der Nagra dazu) zeigen, dass die Daten der geologischen Schichtmodelle grundsätzlich mit einer systematischen Unsicherheit von rund 10 m behaftet sind, je nach verwendeter Software.



In Figur 3 haben wir die Veränderung der Datenbasis zwischen Etappe 1 und Etappe 2 in den Standortgebieten dargestellt.

Ein Vergleich der neu erstellten Lokalmodelle Basis Opalinuston mit den alten, nicht mehr weiter zu verwendenden Daten der Etappe 1 zeigt teilweise deutliche Differenzen (NTB 14-02 II, S. 95 und Fig. 5.3-4), die innerhalb der Standortgebiete zwischen 139 m (Kote Basis Opalinuston Etappe 2 liegt höher als in Etappe 1 angenommen) und -201 m variieren (Kote Basis Opalinuston Etappe 2 liegt tiefer als in Etappe 1 angenommen). Ausserhalb der Standortgebiete, am Rand der Lokalmodelle, sind die Differenzen noch grösser, insbesondere im Bereich von Überschiebungen und Steilstellungen.

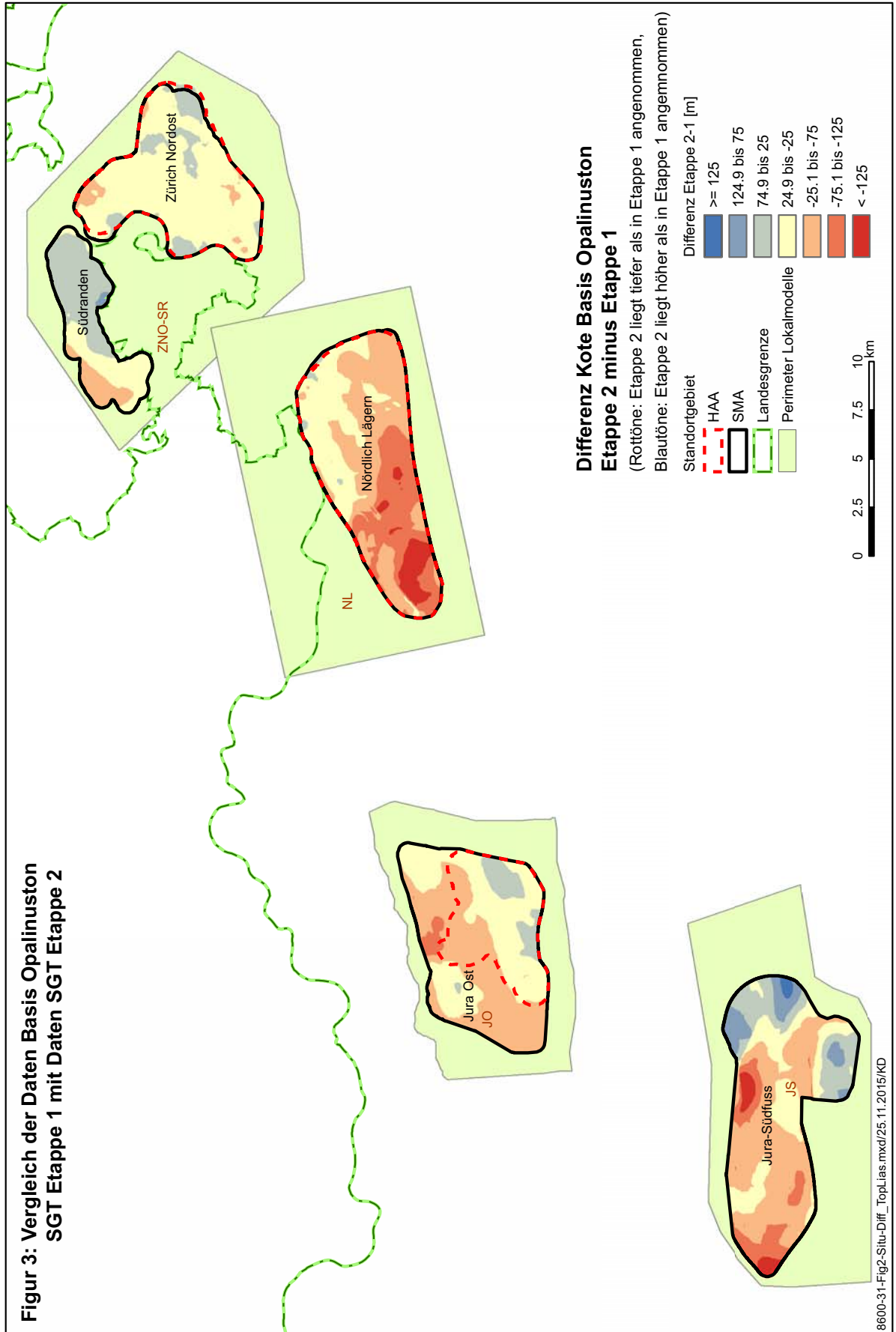
Die extremsten Unterschiede in beiden Richtungen ergeben sich im Standortgebiet Jura Südfuss mit -200 m bis +139 m. Dabei zeigen sich positive Differenzen (Koten von Etappe 2 liegen höher als in Etappe 1, blaue Bereiche in Fig. 3) vor allem im Osten und Süden des Standortgebietes, ganz im Westen und im zentralen Teil sind die Differenzen negativ, d.h. die Kote Basis Opalinuston Etappe 2 liegt tiefer als für Etappe 1 angenommen. Die Maximalwerte von bis zu -200 m liegen im Bereich der neu ausgeschiedenen Eppenbergs-Überschiebung.

Das Standortgebiet Jura Ost weist mit Extremwerten von -124 m und +62 m eher mittlere Differenzen zwischen Etappe 1 und Etappe 2 auf. Die Daten der Etappe 2 liegen von Norden nach Südwesten trogartig tiefer als in Etappe 1, während im Nordwesten und Südosten bis Osten dieses Standortgebietes Basis Opalinuston in Etappe 2 höher liegt als früher angenommen (blaue Bereiche in Fig. 3).

In der Westhälfte des Standortgebietes Nördlich Lägern liegen die Koten für Basis Opalinuston für Etappe 2 mit bis zu -152 m Differenz deutlich tiefer (rote Farbtöne in Fig. 3) als in Etappe 1 angenommen, während im Nordosten die Unterschiede mit maximal +33 m geringer ausfallen.

Die insgesamt geringsten Unterschiede zwischen Etappe 1 und 2 sind im Standortgebiet Zürich Nordost zu finden, wo die Datengrundlage aufgrund der vorhandenen 3D-Seismik am besten ist. Dort liegen die Extremwerte zwischen 65 m (Etappe 2 höher als Etappe 1) und -39 m (vgl. Fig. 3).

Im Standortgebiet Südranden, vor allem in der östlichen Hälfte, liegen die Koten der Basis Opalinuston in Etappe 2 generell höher als in Etappe 1 angenommen (positive Differenzen bis maximal +92 m), nur im Westen des Gebiets kommen negative Differenzen bis -62 m vor (vgl. Fig. 3).



4.3 Darstellung der Nagra zum Wellenberg

Im Standortgebiet Wellenberg liegt im Gegensatz zur Nordschweiz eine tektonisch komplexere Situation mit steil stehenden Wirtgesteinsgrenzen vor. Das Wirtgestein umfasst die Mergel der Palfris-Formation sowie (je nach deren Barriereeigenschaften) die Tertiären Schiefer. Deshalb hat die Nagra für die Abgrenzung der Lagerperimeter ein digitales 3D-Modell erstellt. Die Herleitung der Grundlagedatensätze findet sich in [4].

Um den Wirtgesteinskörper in drei Dimensionen zu beschreiben, hat die Nagra dessen Begrenzungsflächen digitalisiert und den Wirtgesteinskörper als Voxelmodell (3-dimensionales Raster bestehend aus "Quadern" mit 25 x 25 x 20 m Auflösung) modelliert. Für diese Voxel wurde der Abstand (in 3D) zur nächsten Begrenzungsfläche (Oberkante Terrain, Oberkante Fels, tektonische Überschiebungsflächen, Grenze zu den Tertiären Schiefen) berechnet.

Um die Ungewissheiten in der Langzeitentwicklung zu beurteilen, hat die Nagra verschiedene Erosionsszenarien für die nächsten 100'000 Jahre postuliert und deren Effekt auf die Tiefenlage der Lagerebenen am Ende des Betrachtungszeitraumes berechnet (vgl. NTB 14-01, S. 203).

4.4 Stellungnahme der Experten zum Wellenberg

Die Nagra Internen Berichte [3] und [4] sind detailliert und verständlich geschrieben. Das Schichtmodell Wellenberg wurde von den Experten in Absprache mit dem ENSI nicht im Detail geprüft. Insbesondere fand keine Überprüfung der geologischen und strukturellen Grundlagedaten statt. Die Erosionsszenarien werden in [10] geprüft und als plausibel erachtet. Auf Grund von Stichprobenkontrollen bzw. Plausibilitätschecks betreffend Konsistenz erachten wir das Modell als plausibel.

5. Berücksichtigung von Unsicherheiten

5.1 Vorgehen der Nagra: Unsicherheitsraster

Um die Unsicherheiten in der Tiefenlage des Markerhorizonts Basis Opalinuston abschätzen zu können, hat die Nagra ein Unsicherheitsraster eingeführt. Die Herleitung des Unsicherheitsrasters ist in [2] beschrieben. Dazu wurden verschiedene Faktoren, die zur Unsicherheit in der Interpretation der Seismikdaten beitragen, pro CDP (Common Depth Point, aus der Seismikauswertung) zusammengefasst. Es handelt sich dabei um Ungewissheiten in der Laufzeitberechnung (Korrekturen beim Processing, Interpretationsdifferenzen beim Picking) und Ungewissheiten des Geschwindigkeitsmodells bzw. räumliche Unsicherheiten (Abstand zu Referenzbohrungen).

Von diesem Punktdatensatz mit Unsicherheiten pro CDP hat die Nagra ein flächiges Raster extrapoliert. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Unsicherheit mit zunehmendem Abstand von Eichbohrungen und von seismischen Linien ebenfalls zunimmt (linear mit 20% pro 1'000 m Abstand). Das Resultat ist ein Flächenraster (Maschenweite 25 m), welches innerhalb der Standortgebiete an jedem Punkt die zum heutigen Kenntnisstand quantifizierbare Unsicherheit der Tiefenlage des Markers Basis Opalinuston angibt. Das Unsicherheitsraster bezieht sich nur auf die Tiefenlage Basis Opalinuston; die Unsicherheiten weiterer Bezugshorizonte sind nicht eingerechnet.

5.2 Stellungnahme der Experten zum Unsicherheitsraster

Das Vorgehen der Nagra im Umgang mit Unsicherheiten in der Seismikinterpretation und deren Auswirkungen auf das GIS-Verschnittverfahren erscheint den Experten zweckmässig.

Der erläuternde Nagra Interne Bericht [2] und die anlässlich der Fachsitzungen erhaltenen Kommentare (vgl. [5], Frage 38) sind nachvollziehbar.

Die Unsicherheiten in der Tiefenlage Basis Opalinuston wurden mit einem mathematisch-empirischen Ansatz abgeschätzt, der zu relativ grossen Unsicherheiten führt. Im Sinne des sicherheitstechnischen Vergleichs führt dies zu einer konservativen Einschätzung, d.h. bei grösseren Unsicherheiten verbleibt ein Standortgebiet eher länger im Auswahlverfahren, weil mindestens ein Teil der möglichen Lagerperimeter die Vorgaben erfüllt.

Insbesondere begrüssen die Experten die Möglichkeit, dass zu einem späteren Zeitpunkt auf Basis neuer, verbesserter Daten und Kenntnisse das Unsicherheitsraster laufend angepasst und so immer dem aktuellen Kenntnisstand nachgeführt werden kann.

6. GIS-Schnittverfahren

6.1 Vorgehen der Nagra: GIS-Verschnitt in der Nordschweiz

Bei Standortgebieten mit mehr als einem möglichen Wirtgestein aus Etappe 1 hat die Nagra in einem ersten Auswahlsschritt das prioritäre Wirtgestein festgelegt. Für alle nordschweizer Standortgebiete ist dies der Opalinuston (vgl. NTB 14-01, S. 162). In der Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger' und in den Effinger Schichten wurden vorerst keine möglichen Lagerperimeter angegeben. Auf Nachfrage des ENSI hin wurden entsprechende Lagerperimeter erstellt (vgl. [5], Fragen 30 und 47).

Die Nagra hat hinsichtlich der Berechnung von möglichen Lagerperimetern ein mehrstufiges Verschnittverfahren entwickelt, dessen einzelne Teilschritte und Zwischenergebnisse in [1] dokumentiert sind. Sie hat dafür (mehrheitlich) die Geo-Informationssystem-Software ArcGIS verwendet.

Grundsätzlich bezieht sich die Nagra beim Verschnittverfahren immer auf den Horizont Basis Opalinuston (Top Opalinuston ist in der Seismik schlecht oder praktisch nicht erfassbar). Die Mächtigkeit des Opalinustons wird pauschal über das gesamte Untersuchungsgebiet mit 100 m angenommen (NTB 14-01, Tab. 2-3.6, S. 52). Somit liegt die Lagerebene dann jeweils 50 m über der Basis Opalinuston (ungefähr mittig im Opalinuston: NTB 14-01, S. 167, Fussnote 105).

Für die Ausscheidung der Lagerperimeter wurde einerseits der Referenzfall für die Tiefenlage Basis Opalinuston verwendet, andererseits jeweils der tiefe und der untiefe Extremfall aus der Unsicherheit (Referenzfall minus bzw. plus Unsicherheitsraster; vgl. [1], Kap. 5.3f, S. 26f). Sämtliche Auswahlsschritte wurden also mindestens dreifach (untiefer Fall, Referenzfall, tiefer Fall) ausgeführt.

Für den GIS-Verschnitt hat die Nagra aus der Höhenlage der Basis Opalinuston die benötigten Differenzraster (Tiefenlage unter Terrain, Tiefenlage unter Fels und Tiefenlage unter Erosionsbasis) errechnet und diese in 10 m-Schritten konturiert. Ausserdem hat die Nagra für Etappe 2 eine neue Definition von übertieften Felsrinnen entwickelt: Gebiete, wo die Felsoberfläche >50 m unter der lokalen Erosionsbasis liegt, gelten als übertieft (NTB 14-02 III, S 77, Fussnote 34). Diese Gebiete werden mit einem lateralen Puffer von 200 m versehen ([1], S. 16). In den so definierten übertieften Felsrinnen inkl. Puffer verwendet die Nagra verschärfte Anforderungen an die Tiefenlage unter Fels, die ebenfalls in 10 m-Schritten konturiert wurden. Gleiches gilt für die Neuhauserwald-Rinne, die nicht übertieft gemäss obiger Definition ist, wo aber nach Einschätzung der Nagra trotzdem die verschärften Anforderungen gelten (vgl. [1], S. 18).

Zusammen mit den Polygonen der regionalen Störungszonen und der zu meidenden tektonischen Zonen inklusive deren Puffern ergibt sich aus den oben genannten Konturierungen eine Datei (das sogenannte Union-File). Diese enthält eine sehr grosse Anzahl kleiner Polygone, die jeweils jene ursprünglichen Rasterzellen zusammenfas-

sen, deren Werte bzw. Klassierungen in allen Kategorien übereinstimmen. Aus dieser Datei lassen sich anschliessend all jene Polygone filtern und zusammenfassen, welche die Kriterien z.B. bezüglich Tiefenlage für einen Lagerperimeter erfüllen (Tiefenlage unter Terrain, Tiefenlage unter Fels, Tiefenlage unter Erosionsbasis, vgl. NTB 14-01, S. 167f, Liste der verwendeten Werte in [1], Tab. 6.1, S. 30f).

Bei der Auswahl alternativer Lagerperimeter hat die Nagra bewusst auch einige Kombinationen mit Auswahlkriterien berechnet, die nicht den in NTB 14-01 S. 167f definierten Optimierungsanforderungen (vgl. Tab.1) entsprechen: z.B. Mindesttiefe unter Erosionsbasis (Südranden) nur 50 m statt 100 m, Mindestbreite (Nördlich Lägern) 400 m statt 700 m. Auch mit diesen nicht idealen (und weniger strengen) Auswahlkriterien resultieren nach Einschätzung der Nagra keine erheblich besseren (grösseren) Lagerperimeter (vgl. [5], Frage 38).

Für die Ausscheidung eines Lagerperimeters in den Effinger Schichten (nur im Standortgebiet Jura Südfuss) hat die Nagra ein analoges Verfahren angewendet, welches sich auf den Markerhorizont Basis Malm bezieht, allerdings keine Unsicherheiten in der Tiefenlage berücksichtigt.

In der Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger' hat die Nagra für die Standortgebiete Nördlich Lägern und Zürich Nordost je einen Lagerperimeter ausgeschieden. Gemäss [5], Fragen Nr. 30 und 47, hat sie dabei die für den Opalinuston ausgeschiedenen Lagerperimeter überprüft und auf die Tiefenlage der Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger' hochgerechnet. Auch für die Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger' wurden dabei keine Unsicherheiten in der Tiefenlage berücksichtigt. Für Nördlich Lägern verwendet die Nagra den Lagerperimeter SMA-NL-aL1-r, für Zürich Nordost den Lagerperimeter HAA-ZNO-mLE-r als approximative Analoga für die Lagerperimeter im Braunen Dogger SMA-NL-BD-mLE-r und SMA-ZNO-BD-mLE-r (vgl. [5], Frage 47).

Im Rahmen der Beantwortung der Nachforderung des ENSI hat die Nagra für die HAA-Standortgebiete Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost sowie für SMA in Nördlich Lägern im Opalinuston weitere alternative Lagerperimeter ausgeschieden, bei welchen die maximale Tiefenlage erweitert wurde (Mindestanforderungen bzw. verschärfte Anforderungen gemäss SGT Etappe 1 und Etappe 2 eingehalten) oder teilweise die zu meidenden tektonischen Zonen nicht mehr gemieden werden ([6], Kap. 3, S. 45 ÷ 85). Beim Standortgebiet Zürich Nordost wurden die Anforderungen an die Tiefenlage unter der Erosionsbasis verschärft ([6], S. 46).

6.2 Stellungnahme der Experten zum GIS-Verschnitt (Nordschweiz)

Die Experten haben sich in Absprache mit dem ENSI entschlossen, nicht jeden der von der Nagra ausgeschiedenen Lagerperimeter einzeln nachzurechnen. Stattdessen sollte mit einer unabhängigen Methode nachvollzogen werden, ob die resultierenden Lagerperimeter plausibel sind und ihre Umhüllende nachvollziehbar ist. Deshalb

wurden die verschiedenen Vorgaben bezüglich Tiefenlage (unter Terrain, unter Fels, unter Erosionsbasis; verwendete Werte siehe Tabelle 1) mit der Geo-Informationssystem-Software MapInfo als Polygone ausgeschieden. Dabei wurden die beiden Extremfälle – tiefe und untiefe Lage der Basis Opalinuston gemäss Unsicherheitsraster [2] – betrachtet, der dazwischenliegende Referenzfall nur für die massgebenden Lagerperimeter.

Tabelle 1: Für die Ausscheidung von Lagerperimetern verwendete GIS-Kriterien

Indikator [Bezugsniveau]	Lagertyp und Standortgebiet	Anforderung (Wert)	Anforderung (Typ)	Referenz
I-2, Tiefenlage unter Terrain im Hinblick auf Gesteins-Dekompaktion [Top Opalinuston]	SMA (alle)	>350 m	OA	NTB 14-01, S.167
	HAA (alle)	>450 m	OA	
I-28, Tiefenlage unter Terrain im Hinblick auf Erosion im Betrachtungszeitraum [Top Opalinuston]	SMA (alle)	>225 m	OA	NTB 14-01, S. 169
	HAA (alle)	>325 m	OA	
I-3, Tiefenlage unter lokaler Erosionsbasis im Hinblick auf die Bildung neuer Durchbruchsrinnen [Top Opalinuston]	SMA SR	>100 m	OA	NTB 14-01, S. 169/170
	SMA ZNO	>150 m	OA	
	SMA NL	>150 m	OA	
	SMA JO	n. rel.	OA	
	SMA JS	>100 m	OA	
	HAA JO	>200 m	OA	
	HAA NL	>350 m	OA	
	HAA ZNO	>350 m	OA	
I-4, Tiefenlage unter Fels (in übertieften Rinnen) im Hinblick auf glaziale Tiefenerosion [Top Opalinuston]	SMA	>200 m	MA/VA	NTB 14-01, S. 180 Definition von "übertieft" in Fussnote 118
	SMA übertieft	>300 m	MA/VA	
	HAA	>400 m	MA/VA	
	HAA übertieft	>500 m	MA/VA	
I-1, Tiefenlage unter Terrain im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit [Lagerebene]	SMA (alle)	<600 m	OA	NTB 14-01, S.170
	HAA (alle)	<700 m	OA	
	SMA NL	<800 m	MA/VA	NAB 16-41, S. 75 ¹⁾
	HAA ZNO	<900 m	MA/VA	NAB 16-41, S. 53 ¹⁾
	HAA NL	<900 m	MA/VA	NAB 16-41, S. 60 ¹⁾
	minimale Breite Lagerperimeter	SMA (alle)	700 m	OA
	HAA (alle)	1000 m	OA	
I-6, Regionale tektonische Elemente, Abstand zu regionalen Störungszonen	SMA (alle)	200 m	MA/VA	NTB 14-02 II, S. 71-72
	HAA (alle)	200 m	MA/VA	
I-6, Regionale tektonische Elemente, zu meidende tektonische Zonen	SMA (alle)	(Meidung)	OA	NTB 14-01, S. 51 & 186
	HAA (alle)	(Meidung)	OA	

MA/VA: Mindest-Anforderung/verschärfte Anforderung

OA: Optimierungsanforderung

¹⁾: im Rahmen NAB 16-41 geänderte Kriterien

Die aus der Nachrechnung der Experten resultierende Umhüllende der möglichen Lagerperimeter im Opalinuston deckt sich gut mit den von der Nagra errechneten Lagerperimetern (die Robustheit der Abgrenzung wird in Kapitel 7 diskutiert).

Weil den sogenannten "massgebenden Lagerperimetern für die Einengung" (mLE) im weiteren Verfahren eine wesentlich wichtigere Bedeutung zukommt als den "alternativen Lagerperimetern" (aL), wurden die mLE durch die Experten einzeln überprüft.

Lagerperimeter im Opalinuston

Bei der Abgrenzung der Lagerperimeter im Opalinuston gibt es jeweils pro Standortgebiet den Referenzfall (mLE-r) für die Tiefenlage Basis Opalinuston ohne Berücksichtigung der Unsicherheiten, sowie einen tiefen und einen untiefen Fall, bei denen die Werte des Unsicherheitsrasters zur Tiefenlage Basis Opalinuston addiert bzw. von ihr subtrahiert werden (mLE-t und mLE-u).

Der Vergleich der durch die Experten nachgerechneten massgebenden Lagerperimeter mLE mit den Daten der Nagra zeigt in den meisten Fällen eine gute Übereinstimmung. In Tabelle 2 sind die detaillierten Vergleichswerte aufgeführt und kommentiert. Die Differenzen sind geringfügig und in Relation zu den Unterschieden bei Berücksichtigung des Unsicherheitsrasters (tiefer vs. untiefer Fall) nicht relevant.

Ein grafischer Vergleich der massgebenden Lagerperimeter mLE-r der Nagra und der durch die Experten nachgerechneten Lagerperimeter findet sich in Figur 4 für die SMA-Standortgebiete und Figur 5 für die HAA-Standortgebiete. Aufgrund des durch die Experten gewählten Ansatzes ergeben sich in einzelnen Standortgebieten teilweise zusätzliche SMA-Lagerperimeter (vgl. Fig. 4.2 und 4.5), welche die Kriterien gemäss Tabelle 6.1 in [1] theoretisch erfüllen, die von der Nagra jedoch nicht weiterverfolgt wurden. Jedoch konnten alle Referenzfälle der Nagra innerhalb der stufengerechten Genauigkeit bestätigt werden. Geringfügige Differenzen (vgl. Tabelle 2) liegen innerhalb der Genauigkeit der Grundlagedaten.

Die Überprüfung von Lagerperimetern mit nicht idealen Auswahlkriterien zeigt die Sensitivität bzw. Robustheit des Verfahrens: Selbst mit deutlich veränderten Kriterien (z.B. min. Tiefenlage unter Erosionsbasis für SR 50 oder gar 20 m statt 100 m) resultieren keine wesentlich anderen Lagerperimeter (vgl. Kap. 7, Figur 7).

Die im Rahmen der Nachforderung des ENSI erstellten Lagerperimeter haben die Experten einzeln nachgeprüft und konnten diese im Rahmen der Systemgenauigkeiten nachvollziehen. Die Resultate sind in den Figuren 4.10 ÷ 4.12 und 5.4 ÷ 5.15 dokumentiert.

Zusammenfassend kommen die Experten zum Schluss, dass das Vorgehen der Nagra methodisch nachvollziehbar ist. Die Bearbeitungstiefe ist angesichts der Unsicherheiten (insbesondere der Genauigkeit der Eingabeparameter) stufengerecht.

Lagerperimeter in den Effinger Schichten

Für den Lagerperimeter in den Effinger Schichten (SMA-JS-EFF-mLE-r) ergibt sich eine gute Übereinstimmung der Nachrechnung der Experten mit der Berechnung der Nagra (vgl. Figur 4.6). Allerdings ist zu bemerken, dass mit den Angaben der Nagra zur Tiefenlage der Lagerebene mit 120 m über dem Markerhorizont Basis Malm (ge-

mäss Lieferschein der GIS-Daten) diese nicht in die Mitte der Schicht KMA-5 auf 110 m über Basis Malm (vgl. [7], S. 82) zu liegen kommt. Diese Veränderung wirkt sich auf die östliche Begrenzung des Lagerperimeters aus.

Lagerperimeter im 'Braunen Dogger'

Die Experten haben auch für die Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger' Lagerperimeter berechnet analog zum Verfahren im Opalinuston und unter Berücksichtigung der in [7], S. 78/79, angegebenen Referenzmächtigkeiten für Opalinuston und 'Brauner Dogger'. Dabei treten erhebliche Differenzen zu den von der Nagra angegebenen Lagerperimetern auf:

Wird im Standortgebiet Nördlich Lägern eine maximale Tiefenlage unter Terrain im Hinblick auf die bautechnische Machbarkeit von 600 m eingehalten, so wird der von den Experten eingegrenzte resultierende Lagerperimeter deutlich kleiner als der von der Nagra angegebene Lagerperimeter (vgl. Figur 4.7).

Im Standortgebiet Zürich Nordost hingegen kann die Abgrenzung der Nagra nicht nachvollzogen werden. Das von der Nagra verwendete Analogon ist der Opalinuston-Lagerperimeter HAA-ZNO-mLE-r, der nach Kriterien für ein HAA-Lager ausgeschieden wurde, insbesondere in Bezug auf die Tiefenlage unter lokaler Erosionsbasis von 350 m. Für ein SMA-Lager im Standortgebiet Zürich Nordost erachtet die Nagra aber eine Tiefenlage unter lokaler Erosionsbasis von 150 m als ausreichend. Dadurch wird der in geeigneter Tiefe liegende Bereich im Nordwesten erheblich grösser (vgl. Figur 4.8). Im Südosten bzw. Osten wird die Abgrenzung des Lagerperimeters durch die maximale Tiefenlage unter Terrain im Hinblick auf die bautechnische Machbarkeit kontrolliert. Auch hier gelangen die Experten (Verwendung des Kriteriums max. 600 m unter Terrain für die Lagerebene) nicht zum gleichen Resultat wie die Nagra (Verwendung des HAA-Kriteriums max. 700 m unter Terrain für die Lagerebene). Der von den Experten errechnete Lagerperimeter für die Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger' im Standortgebiet Zürich Nordost wäre erheblich grösser als der von der Nagra angegebene. Der von der Nagra in der Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger' ausgeschiedene Lagerperimeter liegt jedoch innerhalb des von den Experten ebenfalls nachvollziehbaren Bereichs und ist mit $>7 \text{ km}^2$ ausreichend gross.

Figur 4: Vergleich Lagerperimeter der SMA-Standorte

Allgemeine Legende (für Figuren 4 und 5)

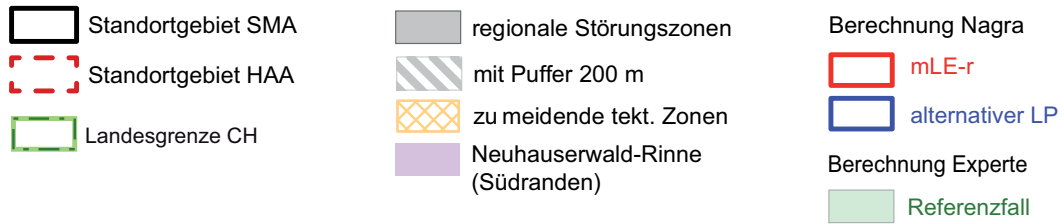
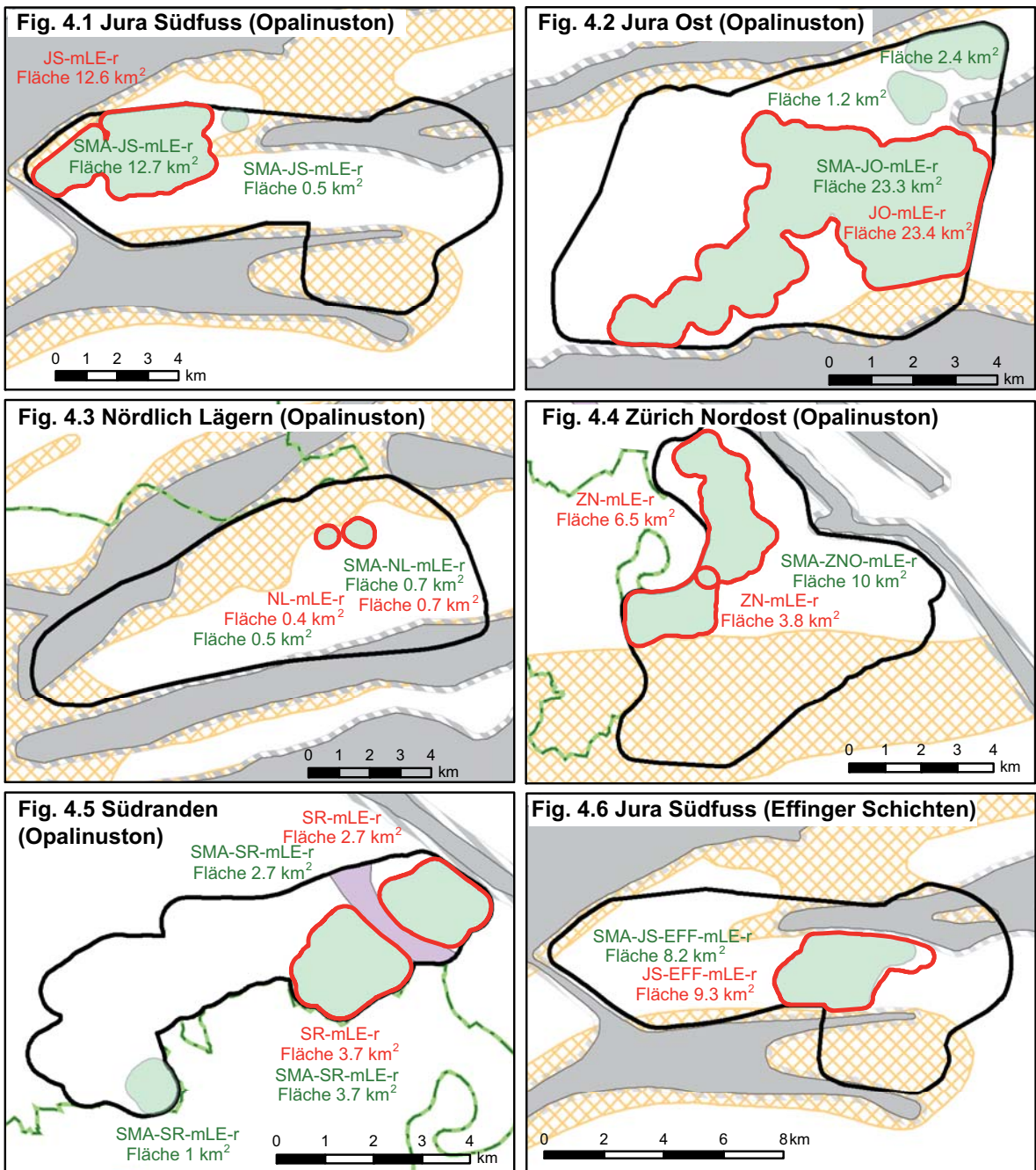


Fig. 4.1 ÷ 4.7: massgebende Lagerperimeter
 Fig. 4.8 ÷ 4.12: zusätzliche Lagerperimeter

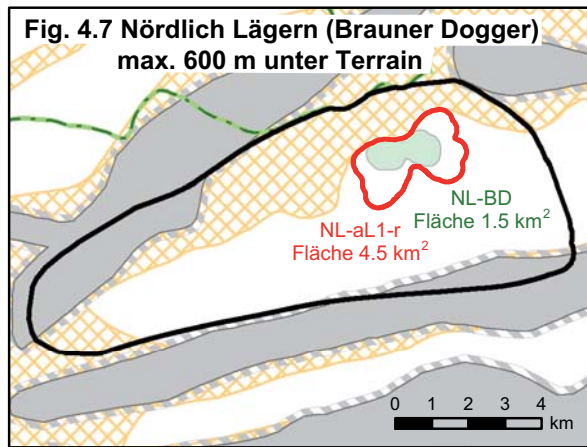


8600-31-Berechnung_mLE_SMA.mxd, 13.5.2015/KD

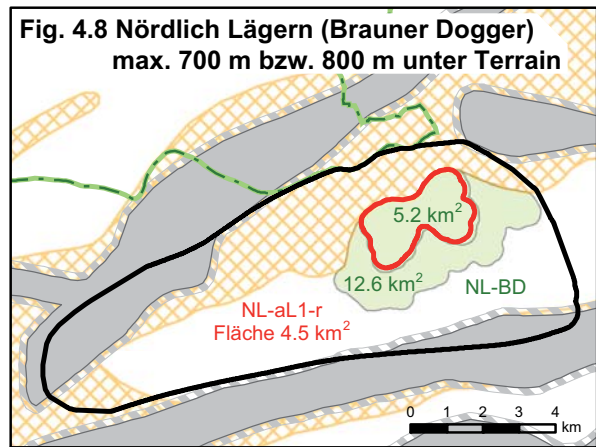
Figur 4, Fortsetzung: Vergleich Lagerperimeter der SMA-Standorte

Fig. 4.1 ÷ 4.7: massgebende Lagerperimeter

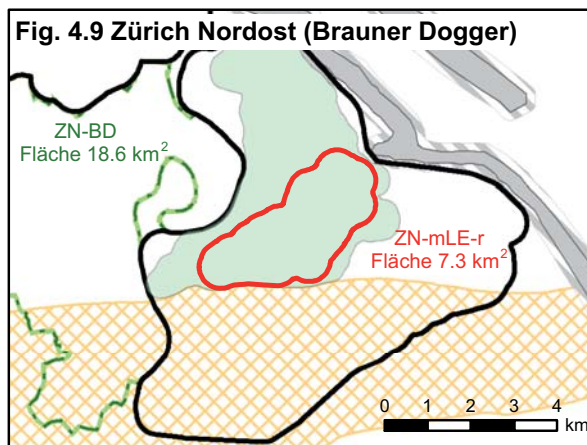
Fig. 4.8 ÷ 4.12: zusätzliche Lagerperimeter (4.8 Sensitivitätsbetrachtung ENSI)



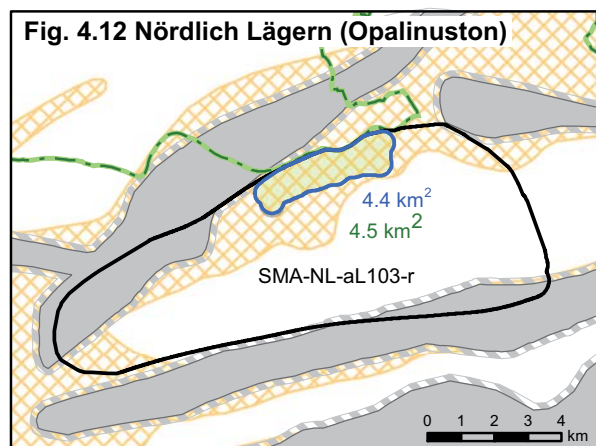
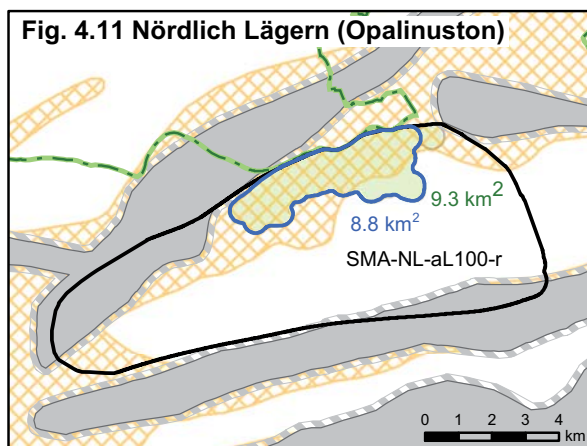
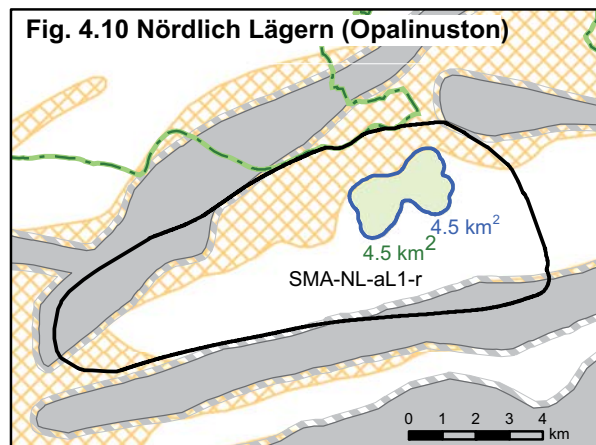
8600-31-Berechnung_mLE_SMA-Brauner-Dogger.mxd, 4.9.2015/KD



8600-31-Berechnung_LP_vM_Nachforderungen.mxd, 26.10.2016/KD

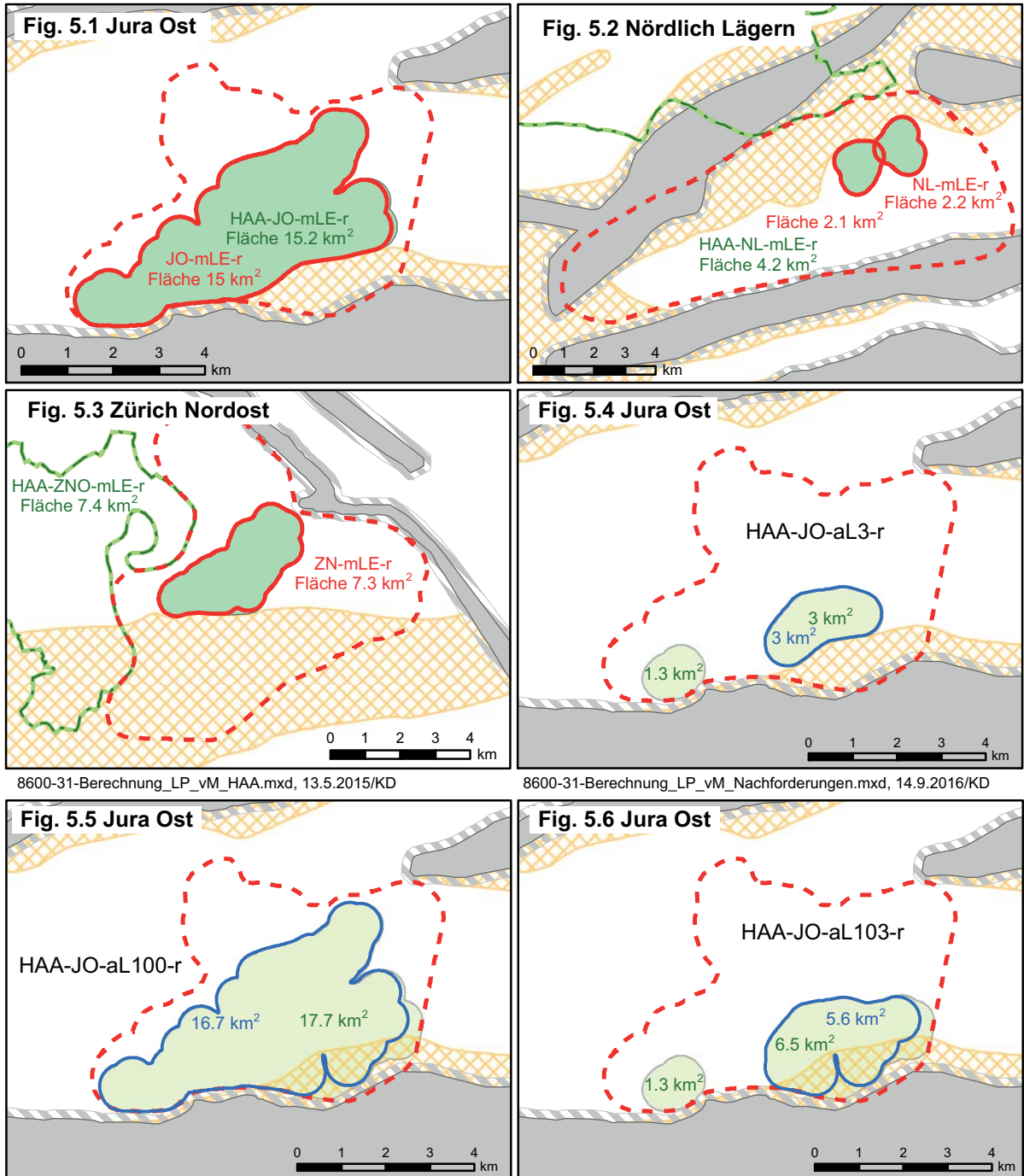


8600-31-Berechnung_mLE_SMA-Brauner-Dogger.mxd, 4.9.2015/KD



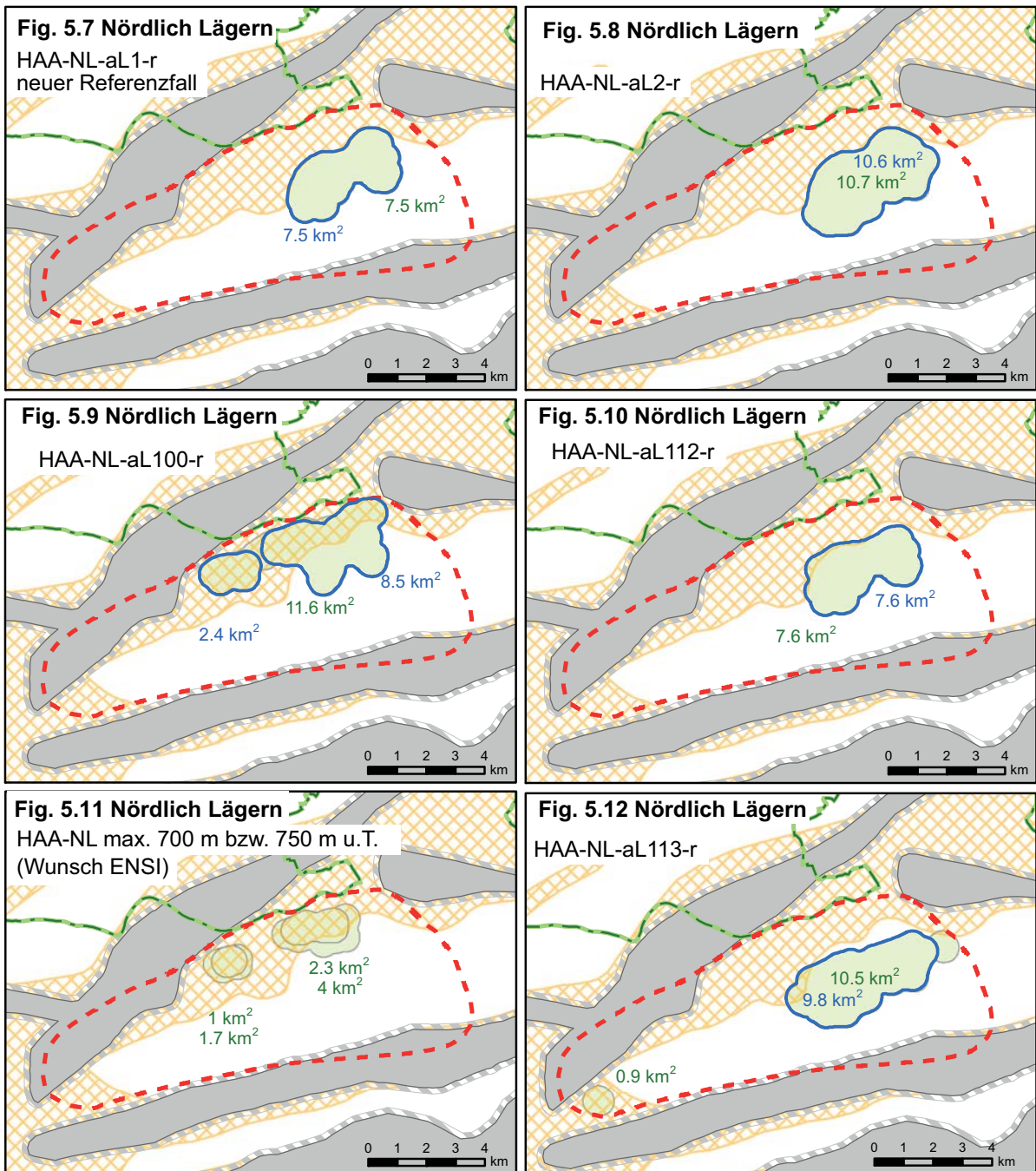
Auf Wunsch des ENSI wurde für den Braunen Dogger in Nördlich Lägern das Platzangebot für ein SMA-Lager mit einer maximalen Tiefe von 700 m bzw. 800 m unter Terrain (bezüglich Lagerebene) und unter Berücksichtigung der zu meidenden tektonischen Zonen berechnet (Sensitivitätsbetrachtung). Dieses ist in Figur 4.8 dargestellt zusammen mit dem Lagerperimeter NL-aL1-r, welcher von der Nagra als Analogon angegeben wurde.

Figur 5: Vergleich Lagerperimeter der HAA-Standorte



8600-31-Berechnung_LP_vM_HAA.mxd, 13.5.2015/KD

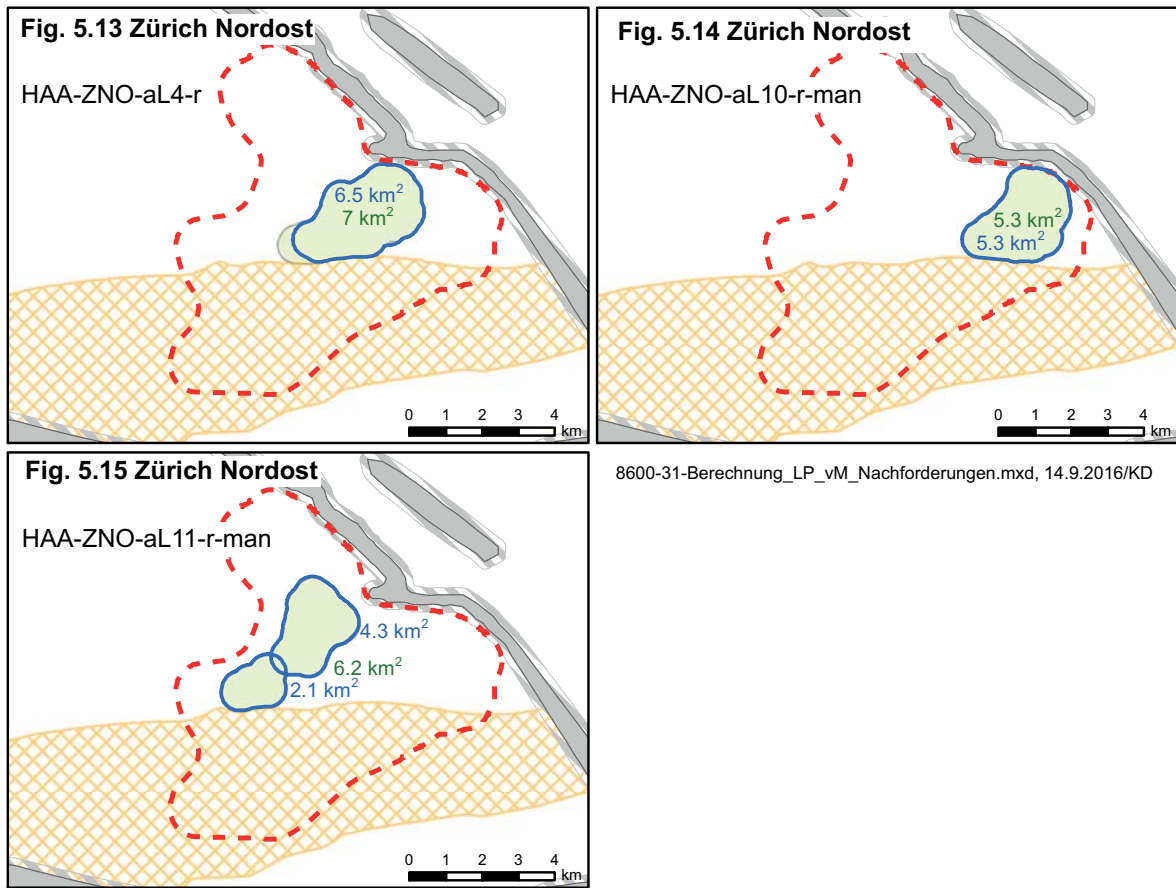
8600-31-Berechnung_LP_vM_Nachforderungen.mxd, 14.9.2016/KD

Figur 5, Fortsetzung: Vergleich Lagerperimeter der HAA-Standorte

8600-31-Berechnung_LP_vM_Nachforderungen.mxd, 14.9.2016/KD

Auf Wunsch des ENSI wurde auch das Platzangebot für ein HAA-Lager in Nördlich Lägern mit einer minimalen Tiefe unter Erosionsbasis von 450 m (bezüglich Top Opalinuston) und einer maximalen Tiefe von 700 m bzw. 750 m unter Terrain (bezüglich Lagerebene) sowie ohne Berücksichtigung der zu meidenden tektonischen Zonen berechnet (Sensitivitätsbetrachtung). Dies ist Figur 5.11 dargestellt.

Figur 5, Fortsetzung: Vergleich Lagerperimeter der HAA-Standorte



Bei der Überprüfung des HAA-Lagerperimeters HAA-JO-mLE-t (tiefe Lage) fiel den Experten auf, dass der von der Nagra ausgeschnittene Perimeter leicht über das HAA-Standortgebiet hinausragt (vgl. Figur 5.16). Der innerhalb des Standortgebietes verbleibende Teil ist aber nur rund 4% kleiner und mit >23 km² ausreichend gross.

Figur 5.16 Lagerperimeter HAA-JO-mLE-t reicht über Standortgebiet hinaus

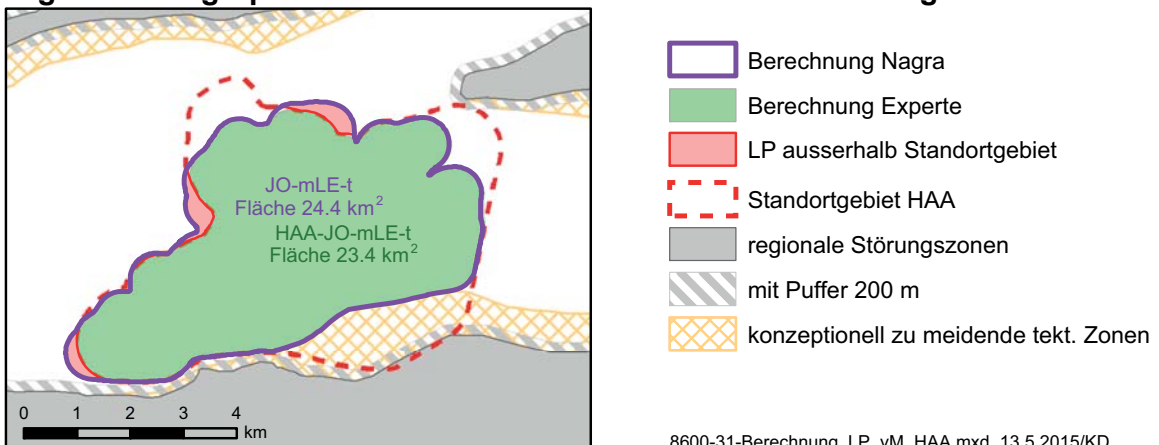


Tabelle 2: Vergleich massgebende Lagerperimeter mLE und alternative Lagerperimeter aL für die Nordschweiz, Berechnung Nagra und Experten (vM)

Perimeter	Fläche Nagra [km ²]	Fläche vM [km ²]	Differenz [%]	Bemerkung	vgl. Figur
SMA					
JS-mLE-r	12.6	12.7; 0.5	(-)	grosse Flächen praktisch deckungsgleich; vM hat zusätzliche 2. Fläche	4.1
JS-mLE-t	3.9	3.9; 0.4	(-)	deckungsgleich, vM hat zusätzliche 2. Fläche	-
JS-mLE-u	20.8	20.8	-	deckungsgleich	-
JO-mLE-r	23.4	23.3; 2.4; 1.2	(-)	Kleine Einschnürung bei grösster Fläche wegen Einzelpixeln; vM hat zwei zusätzliche Teilflächen im Nordosten	4.2
JO-mLE-t	4.3; 3.2; 5.1; 5.7	7.7; 6.2; 5.4	(-)	Übereinstimmung im Rahmen der System- genauigkeit	-
JO-mLE-u	19.9	20.0; 1.6	(-)	grosse Fläche praktisch deckungsgleich; vM hat zusätzliche 2. Fläche im Nordosten	-
NL-mLE-r	0.7; 0.4	0.7; 0.5	9	Berechnung vM 2. Teilfläche leicht grösser	4.3
NL-mLE-t	0.3	0.3	-	deckungsgleich	-
NL-mLE-u	5.6	5.6; 0.4; 0.2	(-)	deckungsgleich, vM hat zwei zusätzliche Flächen	-
ZNO-mLE-r	6.5; 3.8	10	(-)	deckungsgleich, Nagra scheidet zwei sich überschneidende Teilflächen aus	4.4
ZNO-mLE-t	5	5.0; 1.0	(-)	deckungsgleich, vM hat zusätzliche 2. Fläche im Südwesten	-
ZNO-mLE-u	10.9	11.3	4	vM hat zusätzliche Ausbuchtung im Norden; Einschnürung wegen Einzelpixeln	-
SR-mLE-r	3.7; 2.7	3.7; 2.7; 1.0	(-)	deckungsgleich, vM hat zusätzliche 3. Fläche im Westen	4.5
SR-mLE-t	7.1; 3.0	7.1; 3.0; 2.7	(-)	deckungsgleich, vM hat zusätzliche 3. Fläche im Westen	-
SR-mLE-u	0.4	0.5	11	Berechnung vM leicht grösser gegen Osten	-
JS-Eff-mLE	9.3	8.2	-12	Differenz im Osten bedingt durch unterschiedliche Annahmen zur Lage der Lager- ebene über Basis Malm (vgl. Text)	4.6
NL-BD-mLE	4.5	1.5	-67	Bei Verwendung von maximaler Bautiefe 600m unter Terrain resultiert deutlich kleinere Fläche	4.7
ZNO-BD-mLE	7.3	18.6	155	bei Verwendung von min. 150 m unter lokaler Erosionsbasis resultiert erheblich grössere Fläche	4.9
NL-aL1-r	4.5	4.5	-	deckungsgleich	4.10
NL-aL100-r	8.8	9.3	6	vM hat zusätzliche Ausbuchtung im Nord- osten	4.11
NL-aL102-r	6.4	6.5	1	Übereinstimmung im Rahmen der System- genauigkeit	-
NL-aL103-r	4.4	4.5	2	Übereinstimmung im Rahmen der System- genauigkeit	4.12

Tiefenlage Basis Opalinuston:

mLE-r Referenzfall

mLE-t tiefe Lage

mLE-u untiefe Lage

- keine Differenz

(-) keine Differenz, aber Zusatzfläche oder andere
Flächenaufteilung

Tabelle 2, Fortsetzung

Perimeter	Fläche Nagra [km ²]	Fläche vM [km ²]	Differenz [%]	Bemerkung	vgl. Figur
HAA					
JO-mLE-r	15	15.2	1	Übereinstimmung im Rahmen der Systemgenauigkeit	5.1
JO-mLE-t	24.4	23.4	-4	Nagra-Perimeter reicht über Grenze Standortgebiet HAA hinaus	5.16
JO-mLE-u	2.8; 1.2	4	(-)	Nagra scheidet zwei Teilflächen aus	-
NL-mLE-r	2.1; 2.2	4.2	(-)	deckungsgleich, Nagra scheidet zwei sich überschneidende Teilflächen aus	5.2
NL-mLE-t	0.6	0.6	-	deckungsgleich	-
NL-mLE-u	9.8	9.8	-	deckungsgleich	-
ZNO-mLE-r	7.3	7.4	1	Übereinstimmung im Rahmen der Systemgenauigkeit	5.3
ZNO-mLE-t	8.8	8.8	-	deckungsgleich	-
ZNO-mLE-u	5.1	5.2	2	Übereinstimmung im Rahmen der Systemgenauigkeit	-
JO-aL3-r	3	3; 1.3	(-)	deckungsgleich, vM hat Zusatzfläche im Südwesten	5.4
JO-aL100-r	16.7	17.7	6	Einschnürung bei Nagra aufgrund von Einzelpixeln	5.5
JO-aL103-r	5.6	6.5; 1.3	16	Einschnürung bei Nagra aufgrund von Einzelpixeln, vM hat zusätzliche Teilfläche im Südwesten	5.6
NL-aL1-r	7.5	7.5	-	deckungsgleich	5.7
NL-aL2-r	10.6	10.7	1	Übereinstimmung im Rahmen der Systemgenauigkeit	5.8
NL-aL100-r	8.5; 2.4	11.6	6	nördliche Abgrenzung und Einschnürung zu zwei Teilflächen der Nagra nicht nachvollziehbar	5.9
NL-aL112-r	7.6	7.6	-	deckungsgleich	5.10
NL-aL113-r	9.8	10.5; 0.9	7	vM hat zusätzliche Ausbuchtung im Nordosten, zusätzliche Teilfläche im Südwesten	5.12
ZNO-aL4-r	6.5	7	8	Einschnürung bei Nagra aufgrund von Einzelpixeln	5.13
ZNO-aL10-r-man	5.3	5.3	-	deckungsgleich	5.14
ZNO-aL11-r-man	4.3; 2.1	6.2	(-)	deckungsgleich, Nagra scheidet zwei Teilflächen aus	5.15

Tiefenlage Basis Opalinuston:

mLE-r Referenzfall
mLE-t tiefe Lage
mLE-u untiefe Lage

- keine Differenz
(-) keine Differenz, aber Zusatzfläche oder andere
Flächenaufteilung

6.3 Angaben der Nagra zum Wellenberg

Für die Ausscheidung der Lagerperimeter im Standortgebiet Wellenberg hat die Nagra ein angepasstes Verfahren angewendet wie in der Nordschweiz. Dieses ist in [3] dokumentiert, die Herleitung der Grundlagedatensätze findet sich in [4].

Im Gegensatz zur Nordschweiz, wo jeweils eine einzige Lagerebene im relativ flach einfallenden Wirtgestein angelegt werden soll, sieht die Nagra im Wellenberg vor, mehrere Lagerebenen übereinander anzuordnen. Dadurch ergeben sich gegenüber der Nordschweiz etwas andere Verschnitt-Kriterien. So wurde beim Wellenberg keine lokale Erosionsbasis definiert, sondern Erosionsszenarien von 50, 100 und 200 m für die nächsten 100'000 Jahre. Da der Wirtgesteinskörper lateral begrenzt ist, muss auch auf einen ausreichenden Abstand zum Nebengestein geachtet werden, wobei die Nagra von 200 m ausgeht (NTB 14-01, S. 203).

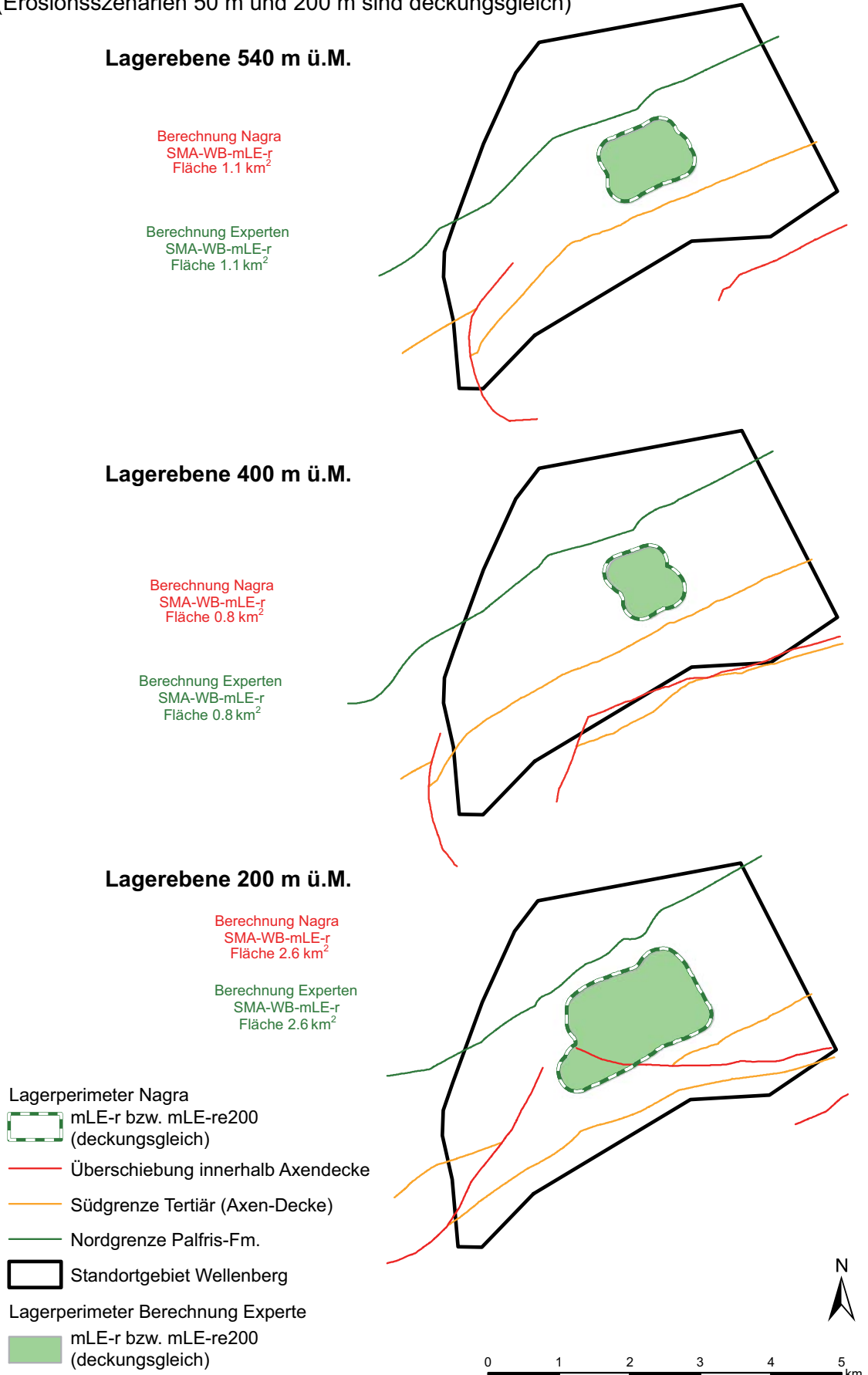
Am Wellenberg sind drei Lagerebenen auf 200 m ü.M., 400 m ü.M. und 540 m ü.M. vorgesehen (vgl. NTB 14-01, S. 203). Auf diesen Ebenen berechnete die Nagra, welche Fläche die Vorgaben von Tiefenlage unter Terrain, Tiefenlage unter Fels und Abstand zum Nebengestein erfüllt und schied diese als Lagerperimeter aus. Als alternative Lagerperimeter wurden Flächen ausgeschieden, die einerseits etwas weniger strenge Tiefenvorgaben (Lage unter Terrain) einhalten. Andererseits wurden Flächen unter der Annahme ausgeschieden, dass die Tertiären Schiefer keine ausreichend guten Barriereigenschaften aufweisen, um ebenfalls zum Wirtgestein gerechnet werden zu können.

6.4 Stellungnahme der Experten zum Wellenberg

Ähnlich wie für die Lagerperimeter in den nordschweizer Standortgebieten haben die Experten die Lagerperimeterberechnungen im Wellenberg gemäss den Angaben in [3] geprüft. Analog zum Vorgehen der Nagra wurden dabei die zwei Extremfälle der Erosionsszenarien mit 50 m und 200 m berechnet. Die meisten von der Nagra ausgewiesenen Lagerperimeter lassen sich mit geringen Abweichungen (Rundungsfehler) nachvollziehen. Lediglich bei der Lagerebene 200 m ü.M. ergeben sich bei den alternativen Perimetern geringfügige Abweichungen (max. 7% bei aL2-re200). Die massgebenden Lagerperimeter sind in Figur 6 dargestellt (Erosionsszenarien 50 m und 200 m deckungsgleich).

Den Experten ist bei der Nachrechnung der alternativen Lagerperimeter aufgefallen, dass bei der Alternative ohne Tertiäre Schiefer als Wirtgestein die Lagerperimeter (SMA-WLB-aL1-r und SMA-WLB-aL1-re200) an der Grenze Palfris-Formation - Tertiäre Schiefer nicht 200 m Abstand zu den Tertiären Schiefen einhalten, sondern nur 50 m. Die Nagra erklärt dazu, dass die Tertiären Schiefer auch in diesem Fall noch wesentlich bessere Barriereigenschaften haben als die übrigen Nebengesteine und deshalb ein Abstand von 50 m ausreicht (vgl. [5], Frage 55).

Figur 6: massgebende Lagerperimeter Wellenberg
(Erosionsszenarien 50 m und 200 m sind deckungsgleich)



7. Robustheit der Abgrenzung

7.1 Vorgehen der Nagra

Aus dem Union-File (vgl. Kapitel 6.1) hat die Nagra mittels eines eigens geschaffenen Auswahlwerkzeuges (Auswahl-Tool in ArcToolbox, basierend auf SQL-Abfragen der Attribute des Unionfiles) verschiedene Lagerperimeter ausgeschieden, die sich jeweils durch Variationen der verschiedenen Auswahlkriterien unterscheiden. Die Liste der verwendeten Auswahlkriterien ist in Tab. 6.1 in [1] dokumentiert.

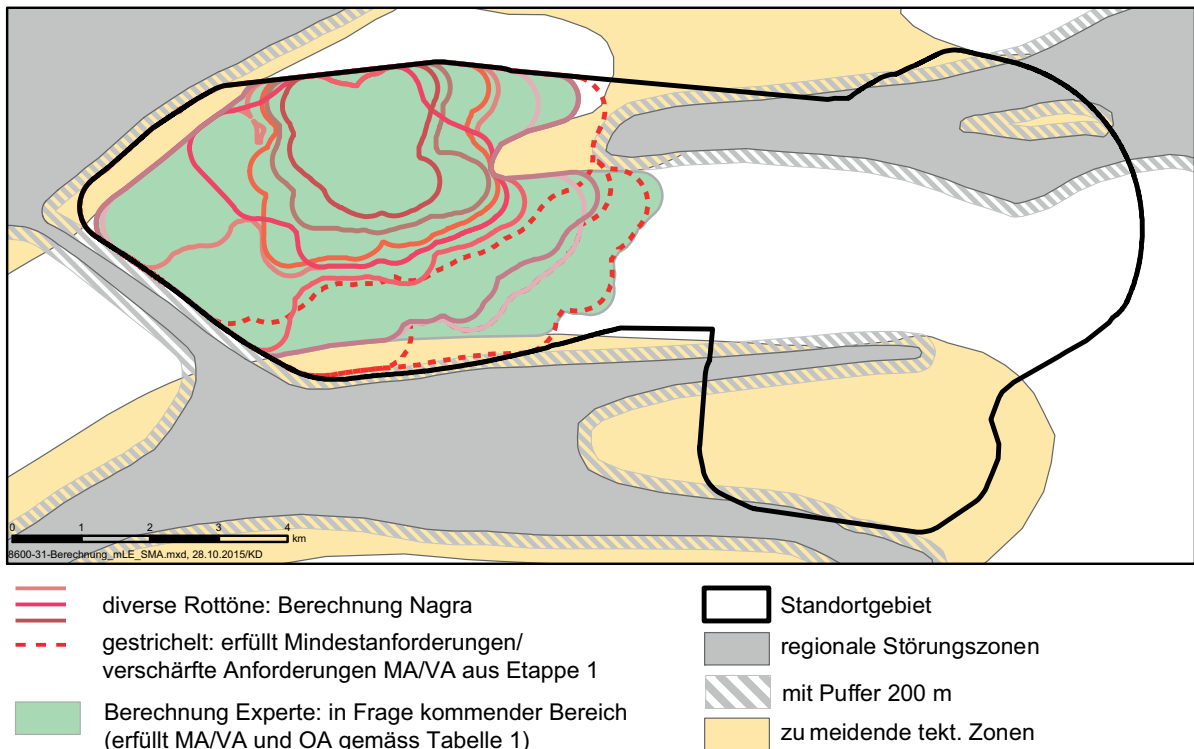
Mit der Anwendung leicht (und zum Teil recht drastisch) veränderter Auswahlkriterien scheidet die Nagra eine Vielzahl alternativer Lagerperimeter aus, deren Variabilität sich in verhältnismässig engen Grenzen bewegt. Damit möchte die Nagra belegen, dass das Auswahlverfahren robust ist.

7.2 Stellungnahme der Experten

Die aus der Nachrechnung der Experten resultierende Umhüllende der möglichen Lagerperimeter deckt sich gut mit den von der Nagra errechneten Lagerperimetern (massgebende und alternative). Abweichungen im Detail lassen sich durch einzelne Flächen (Modellraster 25 m) erklären, welche infolge Rundungsdifferenzen eine der Tiefenvorgaben gerade nicht erfüllen. Eine exemplarische Darstellung für das Standortgebiet Jura Südfuss (Opalinuston) findet sich in Figur 7.

Die Nachrechnungen der Experten zeigen, dass in Bereichen mit annähernd der erforderlichen minimalen Breite schon geringe Abweichungen der Ausgangsdaten zu verhältnismässig grösseren Differenzen im Resultat führen können. Dies liegt in der Berechnungsmethode mittels Puffer begründet, bei der eine Unterschreitung der minimalen Breite sofort zu grösseren Einschnürungen im resultierenden Polygon führt.

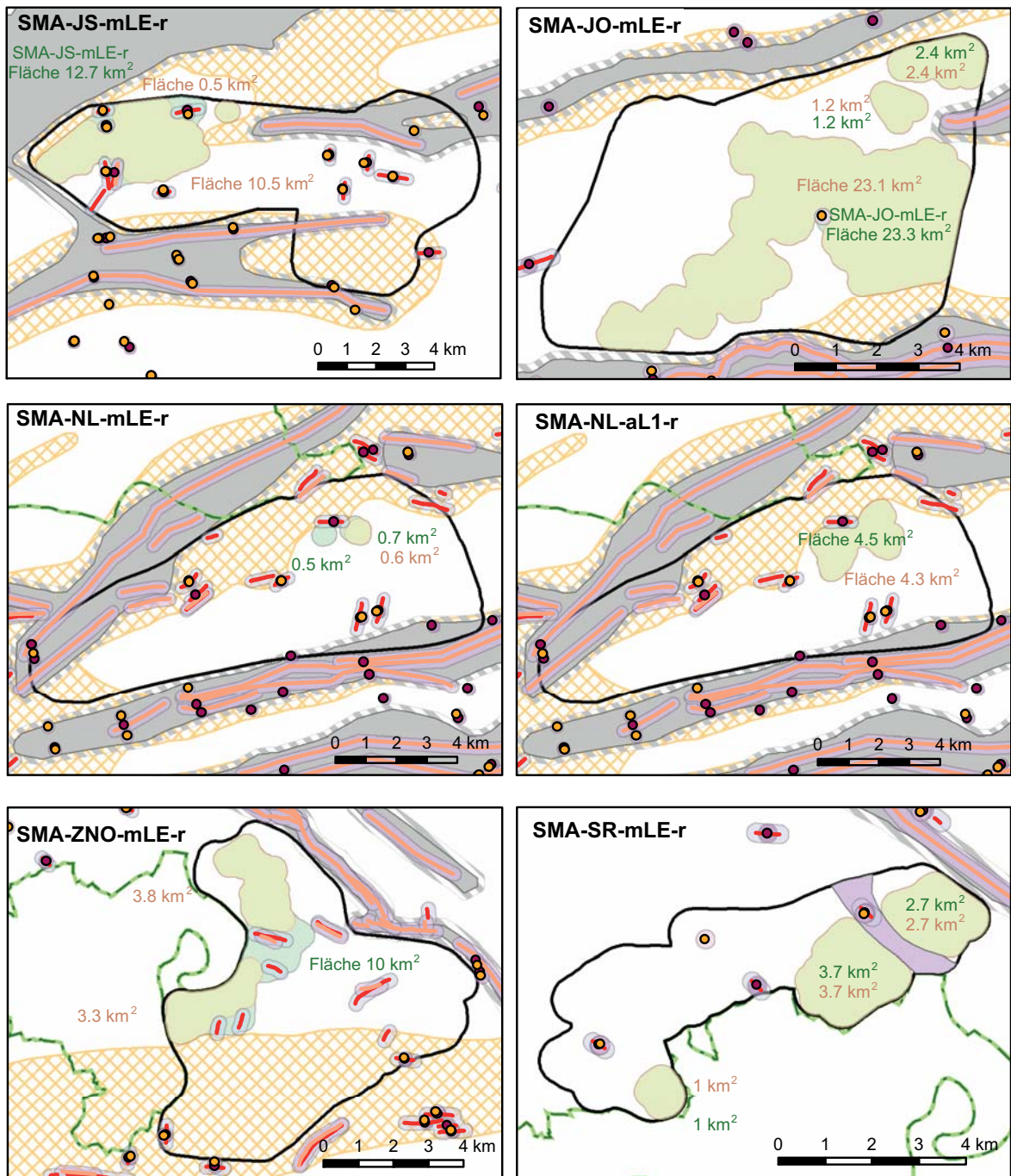
Die von der Nagra ausgeschiedenen Lagerperimeter können von den Experten nachvollzogen werden (systematische Überprüfung aller massgebenden Lagerperimeter mLE, summarische Überprüfung der alternativen Lagerperimeter aL).

Figur 7: Vergleich Umhüllende aller Lagerperimeter (Beispiel Jura Südfuss)

Im Rahmen der Sensitivitätsprüfung hat das ENSI uns beauftragt, die Konsequenzen von bereits bekannten anordnungsbestimmenden Störungen auf das Platzangebot der massgebenden Lagerperimeter (mLE) sowie von HAA-NL-aL1-r und SMA-NL-aL1-r, welche im Hauptbericht zur Nachforderung des ENSI (NAB 16-41) neu als massgebend für den Vergleich betrachtet werden, zu überprüfen. Mit diesem Vorgehen soll geprüft werden, welche Auswirkungen die anordnungsbestimmenden Störungen auf das Platzangebot bzw. die Anordnung von Teillagerzonen haben. Bei der Interpretation des Platzangebotes muss allerdings berücksichtigt werden, dass die anordnungsbestimmenden Störungen bereits für die Berechnung des Platzbedarfes berücksichtigt wurden.

Die resultierenden Lagerperimeter unter Berücksichtigung der anordnungsbestimmenden Störungen mit lateralem Puffer von 200 m auf den Horizonten Basis Opalinuston und Top Opalinuston sind in den Figuren 8 (SMA-Standortgebiete) und 9 (HAA-Standortgebiete) dargestellt.

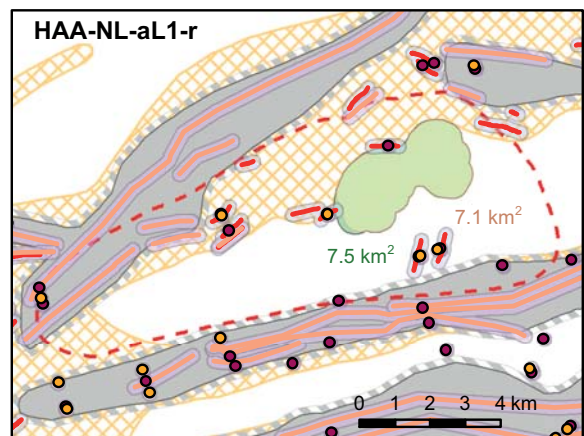
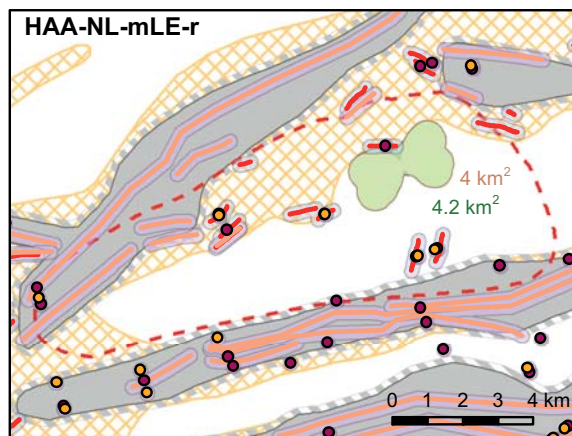
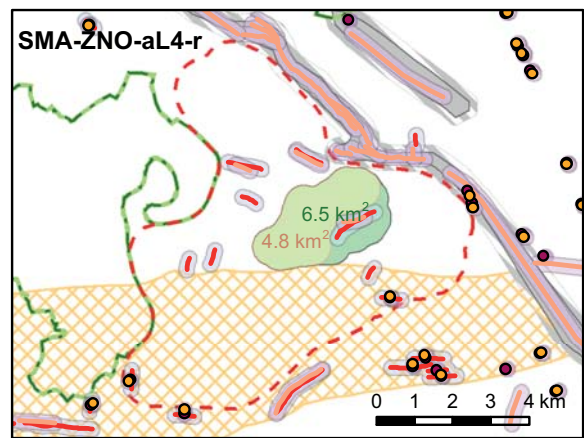
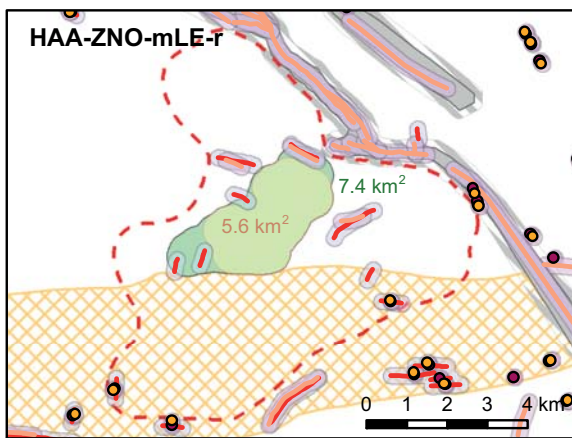
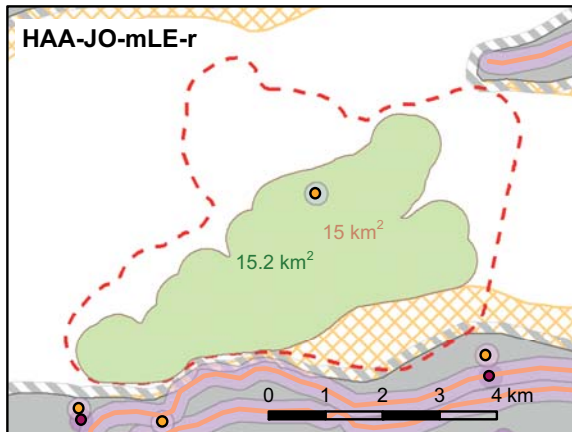
**Figur 8: Vergleich Platzangebot ohne und mit Berücksichtigung von Störungen:
SMA-Standortgebiete**



Legende

- Störungen auf Top Opalinuston (nicht korrelierbar) mit Puffer 200 m
- Störungen auf Basis Opalinuston (nicht korrelierbar) mit Puffer 200 m
- Störungen auf Top Opalinuston (korrelierbar) mit Puffer 200 m
- Störungen auf Basis Opalinuston (korrelierbar) mit Puffer 200 m
- Neuhauserwald-Rinne (nur Südranden)
- mLE-r unter Berücksichtigung Störungen inkl. Flächenangabe in km²
- mLE-r ohne Berücksichtigung Störungen inkl. Flächenangabe in km²
- Standortgebiet SMA
- regionale Störungszonen
- mit Puffer 200 m
- zu meidende tekt. Zonen
- Landesgrenze

**Figur 9: Vergleich Platzangebot ohne und mit Berücksichtigung von Störungen:
HAA-Standortgebiete**



Legende

- Störungen auf Top Opalinuston (nicht korrelierbar) mit Puffer 200 m
- Störungen auf Basis Opalinuston (nicht korrelierbar) mit Puffer 200 m
- Störungen auf Top Opalinuston (korrelierbar) mit Puffer 200 m
- Störungen auf Basis Opalinuston (korrelierbar) mit Puffer 200 m
- Neuhauserwald-Rinne (nur Südranden)

- mLE-r unter Berücksichtigung Störungen inkl. Flächenangabe in km²
- mLE-r ohne Berücksichtigung Störungen inkl. Flächenangabe in km²
- Standortgebiet SMA
- regionale Störungszonen
- mit Puffer 200 m
- zu meidende tekt. Zonen
- Landesgrenze

8. Beantwortung der Leitfragen

8.1 Leitfrage 1

Sind die geologischen Schichtmodelle im NTB 14-02, Dossier II im Vergleich zur Etappe 1 entsprechend dem neuen Kenntnisstand aktualisiert worden?

Antwort der Experten: Die Schichtmodelle für die Nordschweiz wurden im Bereich der Standortgebiete plus Pufferbereich in Lokalmodellen komplett überarbeitet. Die aktualisierten Modelle (z.B. Referenzhorizont Basis Opalinuston) weisen lokal erhebliche Differenzen zu den Daten aus Etappe 1 auf. Grundlage für die Überarbeitung waren neue und reprozessierte Seismikdaten und eine erweiterte Bohrdatenbank.

Zum Wellenberg lagen den Experten für Etappe 1 keine Schichtmodelle vor, für Etappe 2 gibt es ein 3D-Modell.

8.2 Leitfrage 2

Ist das von der Nagra in NTB 14-01 verwendete GIS-Schnittverfahren nachvollziehbar? Wie wurden allfällige Unsicherheiten berücksichtigt?

Antwort der Experten: Das Verfahren ist nachvollziehbar und gut dokumentiert. Das von der Nagra eingeführte Unsicherheitsraster ist ein zweckmässiges Instrument zur Quantifizierung der Unsicherheiten und lässt spätere Verfeinerungen durch neue Erkenntnisse problemlos zu.

8.3 Leitfrage 3

Wodurch ist erkennbar, dass das Vorgehen sicherheitsgerichtet ist?

Antwort der Experten: Beim Erstellen des Unsicherheitsrasters werden die tatsächlichen Fehler bzw. Unsicherheiten in der Tiefenlage der Basis Opalinuston wohl generell überschätzt. In den zur weiteren Untersuchung vorgeschlagenen Standortgebieten können in allen Fällen (Referenzfall, tiefe Lage Basis Opalinuston, untiefe Lage Basis Opalinuston) den Anforderungen entsprechende Lagerperimeter im Opalinuston ausgeschieden werden. Im Standortgebiet Nördlich Lägern wird das von der Nagra als 'genügend' ausgewiesene Platzangebot allerdings mit dem mLE unterschritten. Eine spätere Verfeinerung der Datengrundlage ist möglich.

8.4 Leitfrage 4

Sind die Ergebnisse der Abgrenzung (optimierter und alternativer untertägiger Lagerperimeter) robust und reproduzierbar?

Antwort der Experten: Unsere Berechnung der Abgrenzung der Lagerperimeter mit einer anderen Software produziert vergleichbare Resultate, geringe Abweichungen lassen sich leicht erklären (im Rahmen der Rechengenauigkeit). Somit sind die Resultate der Nagra reproduzierbar und robust in dem Sinne, dass leicht veränderte Rechenschritte keine erheblich anderen Resultate liefern.

Dies trifft für die Lagerperimeter im Opalinuston sowie in den Effinger Schichten (nur Standortgebiet Jura Südfuss) zu. Für die Ausscheidung der Lagerperimeter in der Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger' sind die Resultate der Nagra für die Experten nicht reproduzierbar, da bei einer sinngemässen Anwendung der Kriterien aus Tabelle 6 in [1] erhebliche Unterschiede zu den von der Nagra angegebenen Lagerperimetern resultieren (vgl. Kapitel 6.2).

9. Schlussbemerkungen

Für die Etappe 2 wurde das geologische Schichtmodell komplett überarbeitet, allerdings nicht flächendeckend für die Nordschweiz, sondern nur innerhalb der Standortgebiete mit Puffer (sogenannte Lokalmodelle).

Die pauschale Annahme der Opalinustonmächtigkeit von 100 m stellt gegenüber der Etappe 1 eine Vereinfachung dar, die aber innerhalb der Unsicherheiten der Grundlagedaten liegt. Sie ist unseres Erachtens stufengerecht. Für Etappe 3 sollte aber ein überarbeitetes Mächtigkeitsmodell erstellt werden.

Die Experten haben im Rahmen der Überprüfung für SGT Etappe 2 ihre Beurteilung auf den GIS-Verschnittprozess zur Abgrenzung der Lagerperimeter konzentriert. Dieser stützt sich in der Nordschweiz insbesondere auf den Referenzhorizont Basis Opalinuston (untergeordnet auf den Referenzhorizont Basis Malm).

Ein vollständiges 3D-Modell, welches unter anderem auch für die Diskussion der geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse entlang der Zugangsbauwerke eingesetzt werden könnte, lag den Experten nicht vor. Für Etappe 3 wird empfohlen, für die weiter zu untersuchenden Standortgebiete die Lokalmodelle entsprechend frühzeitig zu verfeinern.

Zürich, 26.10.2016

Bericht Nr. 8600-31a

UJ/Ri

Dr. von Moos AG, Geotechnisches Büro

bearbeitet von

Katharina Dubach

Marina Wurst

Dr. Beat Rick

Erhaltene digitale Daten (GIS)

Nr.	Filename	Beschreibung	Art	Herkunft	Lieferdatum
(zu Albert & Ruff, 2015, [1]):					
1	bqu_140612_clip	Basis Quartär Modell 2014	Raster	Grundlage-datensatz	26.2.15
2	bqu_140612_hillshade	Basis Quartär Modell 2014, Reliefschattierung	Raster	Grundlage-datensatz	26.2.15
3	ct_dif_bqu_tli	Isolinien Tiefenlage Basis Opalinuston unter Top Fels	Linien	berechnet	26.2.15
4	ct_dif_bqu_tli_UnNeg	Isolinien Tiefenlage Basis Opalinuston unter Top Fels (Unsicherheit, tiefere Lage)	Linien	berechnet	26.2.15
5	ct_dif_bqu_tli_UnPos	Isolinien Tiefenlage Basis Opalinuston unter Top Fels (Unsicherheit, untiefere Lage)	Linien	berechnet	26.2.15
6	ct_dif_dhm_tli	Isolinien Tiefenlage Basis Opalinuston unter Terrain	Linien	berechnet	26.2.15
7	ct_dif_dhm_tli_UnNeg	Isolinien Tiefenlage Basis Opalinuston unter Terrain (Unsicherheit, tiefere Lage)	Linien	berechnet	26.2.15
8	ct_dif_dhm_tli_UnPos	Isolinien Tiefenlage Basis Opalinuston unter Terrain (Unsicherheit, untiefere Lage)	Linien	berechnet	26.2.15
9	ct_dif_erb_tli	Isolinien Tiefenlage Basis Opalinuston unter Erosionsbasis	Linien	berechnet	26.2.15
10	ct_dif_erb_tli_UnNeg	Isolinien Tiefenlage Basis Opalinuston unter Erosionsbasis (Unsicherheit, tiefere Lage)	Linien	berechnet	26.2.15
11	ct_dif_erb_tli_UnPos	Isolinien Tiefenlage Basis Opalinuston unter Erosionsbasis (Unsicherheit, untiefere Lage)	Linien	berechnet	26.2.15
12	Diff_BQu_ErBaFe	Tiefenlage Top Fels unter Erosionsbasis	Raster	berechnet	26.2.15
13	Diff_BQu_ErBaFe_rec	Tiefenlage Top Fels unter Erosionsbasis (klassiert)	Raster	berechnet	26.2.15
14	Diff_Bqu_TLi	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Top Fels	Raster	berechnet	26.2.15
15	Diff_Bqu_TLi_rec	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Top Fels, klassiert	Raster	berechnet	26.2.15
16	Diff_Bqu_TLi_UnNeg	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Top Fels (Unsicherheit, tiefere Lage)	Raster	berechnet	26.2.15
17	Diff_Bqu_TLi_UnNeg_rec	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Top Fels (Unsicherheit, tiefere Lage), klassiert	Raster	berechnet	26.2.15
18	Diff_Bqu_TLi_UnPos	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Top Fels (Unsicherheit, untiefere Lage)	Raster	berechnet	26.2.15
19	Diff_Bqu_TLi_UnPos_rec	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Top Fels (Unsicherheit, untiefere Lage), klassiert	Raster	berechnet	26.2.15
20	Diff_DHM_ErBaFe	Tiefenlage Erosionsbasis unter Terrain	Raster	berechnet	26.2.15
21	Diff_DHM_TLi	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Terrain	Raster	berechnet	26.2.15
22	Diff_DHM_TLi_rec	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Terrain, klassiert	Raster	berechnet	26.2.15
23	Diff_DHM_TLi_UnNeg	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Terrain (Unsicherheit, tiefere Lage)	Raster	berechnet	26.2.15
24	Diff_DHM_TLi_UnNeg_rec	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Terrain (Unsicherheit, tiefere Lage), klassiert	Raster	berechnet	26.2.15
25	Diff_DHM_TLi_UnPos	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Terrain (Unsicherheit, untiefere Lage)	Raster	berechnet	26.2.15
26	Diff_DHM_TLi_UnPos_rec	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Terrain (Unsicherheit, untiefere Lage), klassiert	Raster	berechnet	26.2.15
27	Diff_ErBaFe_TLi	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Erosionsbasis	Raster	berechnet	26.2.15
28	Diff_ErBaFe_TLi_rec	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Erosionsbasis, klassiert	Raster	berechnet	26.2.15
29	Diff_ErBaFe_TLi_UnNeg	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Erosionsbasis (Unsicherheit, tiefere Lage)	Raster	berechnet	26.2.15
30	Diff_ErBaFe_TLi_UnNeg_rec	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Erosionsbasis (Unsicherheit, tiefere Lage), klassiert	Raster	berechnet	26.2.15

Nr.	Filename	Beschreibung	Art	Herkunft	Lieferdatum
31	Diff_ErBaFe_TLi_UnPos	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Erosionsbasis (Unsicherheit, untiefere Lage)	Raster	berechnet	26.2.15
32	Diff_ErBaFe_TLi_UnPos_rec	Tiefenlage Basis Opalinuston unter Erosionsbasis (Unsicherheit, untiefere Lage), klassiert	Raster	berechnet	26.2.15
33	erobas140620o_clip	Lokale Erosionsbasis Fels, Modell Pietsch & Jordan (2014)	Raster	Grundlage-datensatz	26.2.15
34	Fish01	Fishnet Grundlage für Union File Teilperimeter 01	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
35	Fish02	Fishnet Grundlage für Union File Teilperimeter 02	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
36	Fish03	Fishnet Grundlage für Union File Teilperimeter 03	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
37	Fish04	Fishnet Grundlage für Union File Teilperimeter 04	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
38	Join_Faktoren_SMA_HAA_Taeler	Union-File Faktoren für Bestimmung Lagerperimeter	Polygon	berechnet	26.2.15
39	Join_Faktoren_SMA_HAA_Taeler_UnNeg	Union-File Faktoren für Bestimmung Lagerperimeter (Unsicherheit, tiefere Lage)	Polygon	berechnet	26.2.15
40	Join_Faktoren_SMA_HAA_Taeler_UnPos	Union-File Faktoren für Bestimmung Lagerperimeter (Unsicherheit, untiefere Lage)	Polygon	berechnet	26.2.15
41	KTZ_regio20141021	Eingangsfiler der zu meidenden tekt. Zonen	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
42	maske_tli	Berechnungsmaske Standortgebiete	Raster	Grundlage-datensatz	26.2.15
43	mm0001_clip	DHM 25	Raster	Grundlage-datensatz	26.2.15
44	mm0001_hillshade	DHM 25, Relief	Raster	Grundlage-datensatz	26.2.15
45	Neuhauserwald_Rinne_Geo_Clip	Abgrenzung der Neuhauserwald-Rinne	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
46	Peri01	Teilperimeter 01	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
47	Peri02	Teilperimeter 02	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
48	Peri03	Teilperimeter 03	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
49	Peri04	Teilperimeter 04	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
50	peri_3DMod_StoerKTZ_Clip	Perimeter 3D Modell Zürich Nordost	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
51	Perimeter_3DModelle	Ausschnitt aktualisierte Tiefenkarten SGT-E2	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
52	Rec_UeTiefTal_singlepart	Übertiefte Täler mit 200m Puffer	Polygon	berechnet	26.2.15
53	regio090129n	Lage Standortgebiete SMA und HAA	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
54	Standortgebiete_Buffer 1km	Standortgebiete mit 1 km Puffer	Polygon	berechnet	26.2.15
55	Standortgebiete_clean	Lage Standortgebiete SMA und HAA (regio 090129n), Topologie bereinigt zur Berechnung der Union-Files	Polygon	berechnet	26.2.15
56	stoer_buff_ktz_dis	Regionale Störungszonen und zu meidende tektonische Zonen mit Puffer	Polygon	berechnet	26.2.15
57	Stoer_regio20141021	Eingangsfiler der regionalen Störungszonen	Polygon	Grundlage-datensatz	26.2.15
58	TLi_fill_20141003	Tiefenlage Basis Opalinuston, NoData gefüllt	Raster	berechnet	26.2.15
59	TLi_grid_20141003	Tiefenlage Basis Opalinuston aus Lokalmodellen	Raster	Grundlage-datensatz	26.2.15
60	TLi_unNeg_20141003	Tiefenlage Basis Opalinuston (Unsicherheit, tiefere Lage)	Raster	berechnet	26.2.15
61	TLi_unPos_20141003	Tiefenlage Basis Opalinuston (Unsicherheit, untiefere Lage)	Raster	berechnet	26.2.15
62	UeTiefTal_Reclass_singlepart	Übertiefte Täler, klassiert	Polygon	berechnet	26.2.15

Nr.	Filename	Beschreibung	Art	Herkunft	Lieferdatum
63	uebert_140620_clip	Übertiefe Täler, Differenz aus Basis Quartär und lokale Erosionsbasis (nur Werte > 0)	Raster	berechnet	26.2.15
64	un140806dist	Seismische Unsicherheit Tiefenlage Opalinuston	Raster	Grundlagedatensatz	26.2.15
65	LP_FINAL_141216 ex150128.shp	Zusammenstellung der Lagerperimeter	Polygon	berechnet	26.2.15
(zu Becker et al., 2015, [2] bzw. [2a]):					
66	BMa_depthing_faults_140225	Störungen Basis Malm	Linien	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
67	BMa_struct_notcorrel_140114	Störungen Basis Malm nicht korrelierbar	Punkt	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
68	BMa_ct10_20140930	Konturen Basis Malm	Linien	berechnet	13.5.15
69	BMa_Faults_Union20141017	Störungen auf Horizont Basis Malm	Linien	aus Seismik	13.5.15
70	BMa_union_20140930	Lokalmodell Basis Malm	Raster	aus Seismik	13.5.15
71	BMz_depthing_faults_140225	Störungen Basis Mesozoikum	Linien	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
72	BMz_struct_notcorrel_140114	Störungen Basis Mesozoikum nicht korrelierbar	Punkt	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
73	BTe_depthing_faults_140513	Störungen Basis Tertiär	Linien	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
74	BTe_struct_notcorrel_140117cor	Störungen Basis Tertiär nicht korrelierbar	Punkt	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
75	Bohrungen_BasQ_err_verwendet	verwendete Bohrungen für Basis Quartär Modell, Fels erreicht	Punkt	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15
76	Bohrungen_BasQ_nerr_verwendet	verwendete Bohrungen für Basis Quartär Modell, Fels nicht erreicht	Punkt	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15
77	DEPTH_140401_TEff	Seismische Interpretation Top Effinger Schichten pro CDP	Punkt	aus Seismik	13.5.15
78	Dog_Erosionsfl	Bereiche partieller Erosion Restl. Dogger	Polygon	Grundlagedatensatz	13.5.15
79	Dog_Maechtig_g20_20140930	Mächtighkeitsmodell Restl. Dogger	Raster	Grundlagedatensatz	13.5.15
80	Dog_Maechtig_g20_ct10_20140930	Isolinien Mächtigkeit Restl. Dogger	Linien	berechnet	13.5.15
81	Eff_Erosionsfl	Bereiche partieller Erosion Effinger Schichten	Polygon	Grundlagedatensatz	13.5.15
82	Eff_Maechtig_g20_20140930	Mächtighkeitsmodell Effinger Schichten	Raster	Grundlagedatensatz	13.5.15
83	Eff_Maechtig_g20_ct10_20140930	Isolinien Mächtigkeit Effinger Schichten	Linien	berechnet	13.5.15
84	Opa_Erosionsfl	Bereiche partieller Erosion Opalinuston	Polygon	Grundlagedatensatz	13.5.15
85	Opa_Maechtig_g20_20140930	Mächtighkeitsmodell Opalinuston	Raster	Grundlagedatensatz	13.5.15
86	Opa_Maechtig_g20_ct10_20140930	Isolinien Mächtigkeit Opalinuston	Linien	berechnet	13.5.15
87	CRS_CDP_140423_Lines	Seismische Linien, reprozessiert	Linien	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15
88	PSDMst_BMa_nointerpolation_20140306	Seismische Interpretation Basis Malm pro CDP	Punkt	aus Seismik	13.5.15
89	PSDMst_nTop_nointerpolation_20140306	Seismische Interpretation near Top Opalinuston pro CDP	Punkt	aus Seismik	13.5.15
90	PSDMst_TLi_nointerpolation_20140306	Seismische Interpretation Top Lias pro CDP	Punkt	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
91	Perimeter_Lokalmodelle	Ausschnitt aktualisierte Schichtmodelle SGT E2	Polygon	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15
92	Regionale_Stoerungen	generalisierte Störungen	Linien	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15
93	Seismik2D11_12	Seismiklinien Kampagne 2011/12	Linien	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15

Nr.	Filename	Beschreibung	Art	Herkunft	Lieferdatum
94	Stoerungszonen_Puffer200m	Puffer 200 m um Störungszonen	Polygon	berechnet	26.2.15 13.5.15
95	TEff_union_20140930	Lokalmodell Kote Top Effinger Schichten	Raster	Grundlagedatensatz	13.5.15
96	TEff_ct10_20140930	Konturen Top Effinger Schichten	Linien	berechnet	13.5.15
97	TEff_Faults_Union20141017	Störungen Top Effinger Schichten	Linien	aus Seismik	13.5.15
98	TLi_Faults_Union20141017	Störungen auf Horizont Top Lias	Linien	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
99	TLi_ct10_20140930	Konturen Top Lias	Linien	berechnet	26.2.15 13.5.15
100	TLi_depthing_faults_140225	Störungen Top Lias	Linien	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
101	TLi_struct_notcorrel_130514cor	Störungen Top Lias nicht korrelierbar	Punkt	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
102	TLi_union_20140930	Lokalmodell Kote Top Lias	Raster	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
103	TMk_depthing_faults_140225	Störungen Top Muschelkalk	Linien	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
104	TMk_struct_notcorrel_130514cor	Störungen Top Muschelkalk nicht korrelierbar	Punkt	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
105	TOp_union_20140930	Lokalmodell Top Opalinuston	Raster	Grundlagedatensatz	13.5.15
106	TOp_ct10_20140930	Konturen Kote Top Opalinuston	Linien	berechnet	13.5.15
107	TOp_Faults_Union20141017	Störungen Top Opalinuston	Linien	aus Seismik	13.5.15
108	ThreeD_Area_100102	Perimeter 3D-Seismik	Polygon	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15
109	Ungewiss_dz140722_Ex_TLi_Diff_JO_AZ34_40_140806	Unsicherheiten Seismik pro CDP	Punkt	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
110	Verwendete_Bohrungen_201411	Für Lokalmodell Top Lias verwendete Bohrungen	Punkt	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15
111	Zu_meidende_tekt_Zonen_oPuffer	zu meidende tektonische Zonen ohne Puffer	Polygon	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15
112	bqu_140612	Basis Quartär Modell 2014	Raster	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15
113	Bqu_140612_hs	Basis Quartär Modell 2014, Reliefschattierung	Raster	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15
114	erobas140620o	Kote Erosionsbasis	Raster	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15
115	nTOp_struc_notcorrel_140114	Störungen near Top Opalinuston, nicht korrelierbar	Punkt	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
116	nTOpc_depthing_faults_140303	Störungen near Top Opalinuston	Linien	aus Seismik	26.2.15 13.5.15
117	res_upward_continued_5000m	Gravimetrie, Feldfortsetzung auf 5000 m	Raster	Grundlagedatensatz	26.2.15 13.5.15
(zu Ruff & Albert, 2015, [3]):					
118	Ax_int_intersecting_Kote_200	Geologische Grenzen Lagerebene 200, Überschiebung innerhalb Axen-Decke	Linien	Grundlagedatensatz	26.3.15
119	Ax_int_intersecting_Kote_400	Geologische Grenzen Lagerebene 400, Überschiebung innerhalb Axen-Decke	Linien	Grundlagedatensatz	26.3.15
120	Ax_int_intersecting_Kote_540	Geologische Grenzen Lagerebene 540, Überschiebung innerhalb Axen-Decke	Linien	Grundlagedatensatz	26.3.15
121	Ax_TopK_Intersecting_Kote_200	Geologische Grenzen Lagerebene 200, Südgrenze Tertiär	Linien	Grundlagedatensatz	26.3.15
122	Ax_TopK_Intersecting_Kote_400	Geologische Grenzen Lagerebene 400, Südgrenze Tertiär	Linien	Grundlagedatensatz	26.3.15
123	Ax_TopK_Intersecting_Kote_540	Geologische Grenzen Lagerebene 540, Südgrenze Tertiär	Linien	Grundlagedatensatz	26.3.15
124	df_tfe_kt200c	Lagerebene 200, Tiefenlage unter rezentem Top Fels	Raster	Grundlagedatensatz	26.3.15

Nr.	Filename	Beschreibung	Art	Herkunft	Lieferdatum
125	df_tfe_kt400c	Lagerebene 400, Tiefenlage unter rezentem Top Fels	Raster	Grundlage-datensatz	26.3.15
126	df_tfe_kt540c	Lagerebene 540, Tiefenlage unter rezentem Top Fels	Raster	Grundlage-datensatz	26.3.15
127	Dr_intersecting_Kote_200	Geologische Grenzen Lagerebene 200, Grenze Tertiär zu Palfris-Fm.	Linien	Grundlage-datensatz	26.3.15
128	Dr_intersecting_Kote_400	Geologische Grenzen Lagerebene 400, Grenze Tertiär zu Palfris-Fm.	Linien	Grundlage-datensatz	26.3.15
129	Dr_intersecting_Kote_540	Geologische Grenzen Lagerebene 540, Grenze Tertiär zu Palfris-Fm.	Linien	Grundlage-datensatz	26.3.15
130	Dr_TopP_intersecting_Kote_200	Geologische Grenzen Lagerebene 200, Nordgrenze Palfris-Fm.	Linien	Grundlage-datensatz	26.3.15
131	Dr_TopP_intersecting_Kote_400	Geologische Grenzen Lagerebene 400, Nordgrenze Palfris-Fm.	Linien	Grundlage-datensatz	26.3.15
132	Dr_TopP_intersecting_Kote_540	Geologische Grenzen Lagerebene 540, Nordgrenze Palfris-Fm.	Linien	Grundlage-datensatz	26.3.15
133	er050_tfe200	Lagerebene 200, Tiefenlage unter Top Fels in 100Ka, Szenario 50 m	Raster	berechnet	26.3.15
134	er050_tfe400	Lagerebene 400, Tiefenlage unter Top Fels in 100Ka, Szenario 50 m	Raster	berechnet	26.3.15
135	er050_tfe540	Lagerebene 540, Tiefenlage unter Top Fels in 100Ka, Szenario 50 m	Raster	berechnet	26.3.15
136	er200_tfe200	Lagerebene 200, Tiefenlage unter Top Fels in 100Ka, Szenario 200 m	Raster	berechnet	26.3.15
137	er200_tfe400	Lagerebene 400, Tiefenlage unter Top Fels in 100Ka, Szenario 200 m	Raster	berechnet	26.3.15
138	er200_tfe540	Lagerebene 540, Tiefenlage unter Top Fels in 100Ka, Szenario 200 m	Raster	berechnet	26.3.15
139	Grenze_Talseite	Bereich Lagerperimeterberechnung	Polygon	Grundlage-datensatz	26.3.15
140	hs_fels	Top Fels Modell Wellenberg, Reliefschattierung	Raster	Grundlage-datensatz	26.3.15
141	Kote_200_Distance_200m_Terrain_Tr	Lagerebene 200, Tiefenlage unter Terrain in 100Ka, Szenario 200 m	Raster	berechnet	26.3.15
142	Kote_200_Distance_200m_Terrain_Tr_ct	Lagerebene 200, Tiefenlage unter Terrain in 100Ka, Szenario 200 m, konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
143	Kote_200_Distance_50m_Terrain_Tr	Lagerebene 200, Tiefenlage unter Terrain in 100Ka, Szenario 50 m	Raster	berechnet	26.3.15
144	Kote_200_Distance_50m_Terrain_Tr_ct	Lagerebene 200, Tiefenlage unter Terrain in 100Ka, Szenario 50 m, konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
145	Kote_200_Distance_dhm_clp	Lagerebene 200, Tiefenlage unter Terrain	Raster	Grundlage-datensatz	26.3.15
146	Kote_200_Distance_dhm_ct	Lagerebene 200, Tiefenlage unter Terrain, konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
147	Kote_200_Distance_Palfries	Lagerebene 200, Abstand von Grenze Wirtgestein	Raster	berechnet	26.3.15
148	Kote_200_Distance_Palfries_ct	Lagerebene 200, Abstand von Grenze Wirtgestein, konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
149	Kote_200_Distance_Palfries_Tertiaer	Lagerebene 200, Abstand von Grenze Wirtgestein (mit Tert. Schiefern)	Raster	berechnet	26.3.15
150	Kote_200_Distance_Palfries_Tertiaer_ct	Lagerebene 200, Abstand von Grenze Wirtgestein (mit Tert. Schiefern), konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
151	Kote_400_Distance_200m_Terrain_Tr	Lagerebene 400, Tiefenlage unter Terrain in 100Ka, Szenario 200 m	Raster	berechnet	26.3.15
152	Kote_400_Distance_200m_Terrain_Tr_ct	Lagerebene 400, Tiefenlage unter Terrain in 100Ka, Szenario 200 m, konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
153	Kote_400_Distance_50m_Terrain_Tr	Lagerebene 400, Tiefenlage unter Terrain in 100Ka, Szenario 50 m	Raster	berechnet	26.3.15
154	Kote_400_Distance_50m_Terrain_Tr_ct	Lagerebene 400, Tiefenlage unter Terrain in 100Ka, Szenario 50 m, konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
155	Kote_400_Distance_dhm_clp	Lagerebene 400, Tiefenlage unter Terrain	Raster	Grundlage-datensatz	26.3.15

Nr.	Filename	Beschreibung	Art	Herkunft	Lieferdatum
156	Kote_400_Distance_dhm_ct	Lagerebene 400, Tiefenlage unter Terrain, konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
157	Kote_400_Distance_Palfries	Lagerebene 400, Abstand von Grenze Wirtgestein	Raster	berechnet	26.3.15
158	Kote_400_Distance_Palfries_ct	Lagerebene 400, Abstand von Grenze Wirtgestein, konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
159	Kote_400_Distance_Palfries_Tertiaer	Lagerebene 400, Abstand von Grenze Wirtgestein (mit Tert. Schiefen)	Raster	berechnet	26.3.15
160	Kote_400_Distance_Palfries_Tertiaer_ct	Lagerebene 400, Abstand von Grenze Wirtgestein (mit Tert. Schiefen), konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
161	Kote_540_Distance_200m_Terrain_Tr	Lagerebene 540, Tiefenlage unter Terrain in 100Ka, Szenario 200 m	Raster	berechnet	26.3.15
162	Kote_540_Distance_200m_Terrain_Tr_ct	Lagerebene 540, Tiefenlage unter Terrain in 100Ka, Szenario 200 m, konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
163	Kote_540_Distance_50m_Terrain_Tr	Lagerebene 540, Tiefenlage unter Terrain in 100Ka, Szenario 50 m	Raster	berechnet	26.3.15
164	Kote_540_Distance_50m_Terrain_Tr_ct	Lagerebene 540, Tiefenlage unter Terrain in 100Ka, Szenario 50 m, konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
165	Kote_540_Distance_dhm_clp	Lagerebene 540, Tiefenlage unter Terrain	Raster	Grunddatedatensatz	26.3.15
166	Kote_540_Distance_dhm_ct	Lagerebene 540, Tiefenlage unter Terrain, konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
167	Kote_540_Distance_Palfries	Lagerebene 540, Abstand von Grenze Wirtgestein	Raster	berechnet	26.3.15
168	Kote_540_Distance_Palfries_ct	Lagerebene 540, Abstand von Grenze Wirtgestein, konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
169	Kote_540_Distance_Palfries_Tertiaer	Lagerebene 540, Abstand von Grenze Wirtgestein (mit Tert. Schiefen)	Raster	berechnet	26.3.15
170	Kote_540_Distance_Palfries_Tertiaer_ct	Lagerebene 540, Abstand von Grenze Wirtgestein (mit Tert. Schiefen), konturiert	Linien	berechnet	26.3.15
171	mm0001_clip	DTM25 Wellenberg	Raster	Grunddatedatensatz	26.3.15
172	mm0001hs_clip	DTM25 Wellenberg, Reliefschattierung	Raster	Grunddatedatensatz	26.3.15
173	Perimeter_WLB	Perimeter Standortgebiet Wellenberg	Polygon	Grunddatedatensatz	26.3.15
174	tfe_20140312	Top Fels Modell Wellenberg	Raster	Grunddatedatensatz	26.3.15
(zu Becker & Schnellmann, 2015, [4]):					
175	Felsoberflaeche.mv	Projektfile DHM Top Fels mit Raster Felsoberfläche und Felsisohypsen	Move-Datei		26.3.15
176	Erosionsszenarien_surfaces_2.move	Projektfile Erosionsflächen mit Flächen 50m_Fels_Tr, 50m_Terrain_Tr, 200m_Fels_Tr und 200m_Terrain_Tr	Move-Datei		26.3.15
(zur Lagerperimeter-Ausscheidung in den Effinger Schichten)					
177	BMa_fill_20140930	Tiefenlage Basis Malm, Datenlücken gefüllt	Raster	Grunddatedatensatz	13.8.15
178	BMa_grid_20140930	Tiefenlage Basis Malm in Lokalmodellen	Raster	Grunddatedatensatz	13.8.15
179	ct_dif_bqu_BMa	Isolinien Tiefenlage Basis Malm unter Top Fels	Linien	berechnet	13.8.15
180	ct_dif_dhm_BMa	Isolinien Tiefenlage Basis Malm unter Terrain	Linien	berechnet	13.8.15
181	ct_dif_erb_BMa	Isolinien Tiefenlage Basis Malm unter Erosionsbasis	Linien	berechnet	13.8.15
182	Diff_Bqu_BMa	Tiefenlage Basis Malm unter Top Fels	Raster	berechnet	13.8.15
183	Diff_Bqu_BMa_rec	Tiefenlage Basis Malm unter Top Fels, klassiert	Raster	berechnet	13.8.15
184	Diff_DHM_BMa	Tiefenlage Basis Malm unter Terrain	Raster	berechnet	13.8.15

Nr.	Filename	Beschreibung	Art	Herkunft	Lieferdatum
185	Diff_DHM_BMa_rec	Tiefenlage Basis Malm unter Terrain, klassiert	Raster	berechnet	13.8.15
186	Diff_ErBaFe_BMA	Tiefenlage Basis Malm unter Erosionsbasis	Raster	berechnet	13.8.15
187	Diff_ErBaFe_BMa_rec	Tiefenlage Basis Malm unter Erosionsbasis, klassiert	Raster	berechnet	13.8.15
188	Join_Faktoren_SMA_HAA_BMA	Union-File Faktoren für Bestimmung Lagerperimeter	Polygon	berechnet	13.8.15
189	LP_JS_Effinger_Schichten_mLEr	Zusammenstellung der Lagerperimeter	Polygon	berechnet	13.8.15
(zu NAB 16-41 [6])					
190	Lagerperimeter_NAB16_41_Merge	zusätzliche Lagerperimeter gemäss NAB 16-41	Polygon	berechnet	24.8.16

ENSI 33/452

ENSI, CH-5200 Brugg, Industriestrasse 19, Telefon +41 56 460 84 00, E-Mail Info@ensi.ch, www.ensi.ch