

# **Regionalkonferenz Nördlich Lägern**

## **Fachgruppe Sicherheit**

### **Sicherheitstechnische Beurteilung der OFI - Standorte**

Autoren: Regionalkonferenz Nördlich Lägern  
Fachgruppe Sicherheit

Bernd Friebe  
Rolf Glaus  
Felix Meier  
Konrad Schneider  
Markus Zink

Version: 1.19

Datum: 31. Januar 2020

Datei: Sicherheitstechnische Beurteilung der OFI - Standorte 20200131.docx

---

## Inhalt

1	Zusammenfassung .....	6
1.1	Hauptantrag .....	6
1.2	Nebenanträge .....	6
1.2.1	Redundanz .....	6
1.2.2	Erdgasleitung .....	6
1.2.3	Zugang .....	6
1.3	Bemerkung zur Nachbarschaft .....	6
2	Varianten .....	7
3	Teilsysteme .....	8
3.1	Verpackungsanlage .....	8
3.2	Transportsysteme für den Bereich über Tag .....	8
3.3	Infrastruktur für den Bereich unter Tag .....	8
4	Störfälle .....	9
4.1	Menschliches Versagen .....	9
4.2	Störung durch Zugangsbauwerke .....	9
4.3	Unbefugte Einwirkungen .....	9
4.4	Technische Defekte .....	9
4.4.1	Defekte innerhalb der Anlagen .....	9
4.4.2	Defekte im Umkreis der Anlagen .....	10
4.4.2.1	Bahnlinie .....	10
4.4.2.2	Strasse .....	10
4.4.2.3	Leck Erdgasleitung .....	11
4.5	Absturz von Objekten .....	12
4.5.1	Flugzeugabstürze .....	12
4.5.2	Weltraumschrott .....	13
4.5.3	Meteoriten .....	13
4.6	Naturereignisse .....	13
4.6.1	Extreme Niederschläge .....	13
4.6.2	Blitzschlag .....	13
4.6.3	Seismik .....	13
4.6.4	Waldbrände .....	14
4.6.5	Orkanartige Stürme .....	14
4.6.6	Felssturz .....	14
4.6.7	Klimatische Veränderungen .....	15
4.7	Freisetzung von Radionukliden .....	15

---

4.7.1	Atmosphäre .....	15
4.7.2	Grundwasser .....	15
5	Matrix .....	16
5.1	Gewichtung .....	16
5.1.1	Verfahren zur Gewichtung der Störfälle .....	16
5.1.2	Effektive Gewichtung der betrachteten Störfälle .....	17
5.1.3	Skala zur Gewichtung des Einflusses eines Störfalles auf ein Teilsystem .....	17
5.1.4	Die Matrix .....	18
5.1.5	Beispiel für die Auswertung .....	19
6	Bewertung .....	20
6.1	Variante 1 .....	20
6.2	Variante 2 .....	21
6.3	Variante 3 .....	22
6.4	Variante 4 .....	23
6.5	Variante 5 .....	24
6.6	Variante 6 .....	25
6.7	Variante 7 .....	26
6.8	Variante 8 .....	27
6.9	Variante 9 .....	28
7	Diskussion .....	29
7.1	Rangliste .....	29
7.2	Verpackungsanlage .....	29
7.3	Bahntransporte .....	29
7.4	Nachbarschaft .....	30
8	Weitere Anforderungen .....	30
8.1	Abstand von Bahnlinien .....	30
8.2	Flugzeugabsturz auf Verpackungsanlage .....	30
8.3	Flugzeugabsturz auf Zugänge unter Tag .....	30
9	Fragen an die Nagra .....	31
9.1	Bezeichnungen .....	31
9.2	Sicherstellung der Redundanz .....	31
9.3	Kombination Haupt/Betriebsschacht .....	31
9.4	Schutz der Schachtköpfe .....	32
9.5	Heisse Zelle .....	32
9.5.1	Standort .....	32
9.5.2	Rückholbarkeit .....	32
9.6	Zugangsstollen NL-2 nach HEB NL-6 .....	33
9.6.1	Vor- / Nachteile Sicherheit .....	33

---

---

9.6.2	Unfälle und Störfälle.....	33
9.7	Schacht / Rampe.....	33
9.8	Vor- / Nachteile Sicherheit .....	34
9.9	Löschwasser .....	34

## Referenzen

- [ 1] Vorschläge zur Konkretisierung der Oberflächeninfrastruktur der geologischen Tiefenlager Teil 1: Einführung und Grundlagen; Arbeitsbericht NAB 19-08; Nagra Mai 2019; [http://www.nagra.ch/display.cfm/id/102896/disp\\_type/display/filename/d%5F nab19%2D008%5F1.pdf](http://www.nagra.ch/display.cfm/id/102896/disp_type/display/filename/d%5F nab19%2D008%5F1.pdf)
- [ 2] Vorschläge zur Konkretisierung der Oberflächeninfrastruktur der geologischen Tiefenlager Teil 2: Standortspezifische Vorschläge; Arbeitsbericht NAB 19-08; Nagra Mai 2019; [http://www.nagra.ch/display.cfm/id/102897/disp\\_type/display/filename/d%5F nab19%2D008%5F2.pdf](http://www.nagra.ch/display.cfm/id/102897/disp_type/display/filename/d%5F nab19%2D008%5F2.pdf)
- [ 3] Zusammenfassender Bericht über die Auswirkungen geologischer Tiefenlager auf Mensch und Umwelt; Bundesamt für Energie BFE, Abteilung Recht, Wasserkraft und Entsorgung; 22. November 2017; <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/8915.pdf>
- [ 4] Seismische Gefährdungskarte der Schweiz, <http://www.seismo.ethz.ch/de/knowledge/seismic-hazard-switzerland/maps/hazard/>
- [ 5] Grundwasserkarte (Mittelwasserstand): GIS Kanton Zürich: <https://maps.zh.ch>
- [ 6] Antrag der FG OFI betreffend Prüfung zusätzlicher OFI-Variante (SBB-Verbindungstunnel Ämperg) vom 15. Juli 2019
- [ 7] Oberflächeninfrastruktur, Standortspezifische Vorschläge; Faktenblatt Nagra; [http://www.nagra.ch/display.cfm/id/102894/disp\\_type/display/filename/d%5F faktenblatt%5Fofi%5Fnoerdlich%2Dlaegern.pdf](http://www.nagra.ch/display.cfm/id/102894/disp_type/display/filename/d%5F faktenblatt%5Fofi%5Fnoerdlich%2Dlaegern.pdf)
- [ 8] Dr. Heinrich Jäckli AG (22.3.2019): Naturgefahrenenerhebung Raum Ämperg, Weiach / ZH, Gefahrenabklärung für Sturzereignisse.
- [ 9] Dr. Heinrich Jäckli AG (30.4.2019): Nördlich Lägern, untertägige Platzierung von Oberflächeninfrastruktur im Ämperg, Abklärungen zur Machbarkeit einer grösseren Kavernenanlage im Ämperg, Gemeinden Weiach, Glattfelden und Stadel / ZH.

## Versionen

Version	Datum	Aktuar	Kommentar
1.00	13.06.2019	Felix Meier	neu
1.01	14.06.2019	Felix Meier	Fragen an Nagra
1.02	19.06.2019	Felix Meier	Einarbeitung Fragen an Nagra von B. Friebe
1.03	25.06.2019	Felix Meier	Einarbeitung Vorschläge von K. Schneider
1.04	29.06.2019	Felix Meier	Einarbeitung Vorschläge von K. Schneider
1.05	04.07.2019	Felix Meier	Kapitel Forderungen, Naturereignisse
1.06	29.07.2019	Felix Meier	Einarbeitung Vorschläge von K. Schneider und Rolf Glaus, Erweiterung um 2 Varianten mit Bahntunnel
1.07	29.08.2019	Felix Meier	Sitzung vom 30.8.2019
1.08	02.09.2019	Felix Meier	Auswirkung auf Grundwasser geändert in Freisetzung von Radionukliden Neue Gewichtungen für Matrix
1.09	10.09.2019	Felix Meier	Abgleich Varianten mit FG OFI Abgleich Bewertungsskala mit FG OFI Felssturz, Gasleitung
1.10	11.09.2019	Felix Meier	Sitzung vom 11.9.2019
1.11	17.09.2019	Feix Meier	Referenzen 8 und 9
1.12	25.09.2019	Felix Meier	Sitzung vom 24.9.2019
1.13	14.10.2019	Felix Meier	Sitzung vom 14.10.2019 mit 2 Vertretern der Nagra
1.14	16.10.2019	Felix Meier	Änderungen aufgrund Vernehmlassung
1.15	19.10.2019	Felix Meier	Änderungen aufgrund Vernehmlassung
1.16	22.10.2019	Felix Meier	Für FG Si
1.17	26.10.2019	Felix Meier	Antworten Nagra eingearbeitet
1.18	29.10.2019	Felix Meier	Genehmigung durch die FG Si
1.19	31.01.2020	Felix Meier	Anpassung an Beschluss FG OFI betr. Bahntunnel

# 1 Zusammenfassung

Die Fachgruppe Oberflächen-Infrastruktur (FG OFI) der Regionalkonferenz Nördlich Lägern (RK-NL) vergleicht die von der Nagra vorgeschlagenen Varianten der Oberflächeninfrastruktur ([2], Seiten 27-43) für ein geologisches Tiefenlager in der Standortregion Nördlich Lägern (NL). Dieser Vergleich umfasst alle Bereiche mit Ausnahme der nuklearen Sicherheit. Für die Beurteilung der nuklearen Sicherheit hat die Fachgruppe Sicherheit (FG Si) einige ihrer Mitglieder in die FG OFI delegiert. Dieses Dokument enthält die Stellungnahme dieser Delegierten.

Der Bericht des BFE [3] gibt einen guten Einblick in die bisherigen Abklärungen der Nagra bezüglich der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Darin werden auch die Auswirkungen von ionisierender Strahlung beim Betrieb des Endlagers ohne Störfälle abgehandelt. Diese werden hier nicht weiter betrachtet.

## 1.1 Hauptantrag

Aufgrund der sicherheitstechnischen Abklärungen wird beantragt, für die Realisierung der OFI in der Standortregion NL die Variante 9 (gemäss Kapitel 7.1) zu bevorzugen. Sollte die Verpackungsanlage in der Standortregion NL angeordnet werden, so ist die Variante 8 (gemäss Kapitel 7.1) zu bevorzugen.

## 1.2 Nebenanträge

Bei der Konzeption der OFI NL sind die folgenden Punkte zu beachten:

### 1.2.1 Redundanz

Die Infrastruktur für den Bereich unter Tag umfasst die Förderanlagen für Menschen und Material, die Versorgung mit Energie, die Kommunikationssysteme, die Sicherstellung der klimatischen Bedingungen unter Tag und das zum Betrieb der Infrastruktur nötige Personal.

Jeder dieser fünf Teilaspekte muss durch redundante Ausführung der Anlagen (mindestens für einen Notbetrieb) abgesichert sein.

Die Redundanzelemente müssen räumlich genügend getrennt sein (beispielsweise  $d > 500$  Meter, vor allem wegen einem Flugzeugabsturz), um eine gleichzeitige Beeinträchtigung durch einen oder mehrere Störfälle auszuschliessen.

### 1.2.2 Erdgasleitung

Die bestehende Erdgasleitung südlich von NL-6 sollte verlegt werden, so dass keines der Redundanzelemente im Konsultationsbereich zu liegen kommt.

### 1.2.3 Zugang

Der ursprüngliche Vorschlag der FG OFI, für den Zugang zur OFI einen Bahntunnel durch den Ämperg zu errichten, wurde unterstützt, da dadurch weitere Gefahrenquellen (Umlad Schiene-Strasse, Strassentransport) eliminiert werden können. Transporte und Umladevorgänge sind auf ein Minimum zu beschränken. Aus der Bewertung gemäss Kapitel 6 ergibt sich allerdings nur eine marginale Verbesserung, aber die politische Akzeptanz dürfte dadurch deutlich besser werden.

In der Zwischenzeit hat die FG OFI beschlossen, den Vorschlag nicht weiter zu verfolgen.

## 1.3 Bemerkung zur Nachbarschaft

Unabhängig von den sicherheitstechnischen Überlegungen werden mit den Varianten ohne Verpackungsanlage am Standort NL-2 die Wünsche der Deutschen Nachbarn bezüglich der Einsehbarkeit berücksichtigt.

## 2 Varianten

Die Nagra macht vier Vorschläge für die OFI. Für drei dieser Vorschläge wird je ein Alternativstandort für den Lüftungsschacht (L1 -> L2) vorgeschlagen, so dass eigentlich sieben Varianten vorliegen. Im Weiteren ist zu beachten, dass zum heutigen Zeitpunkt diskutiert wird, ob das Verpacken (Umpacken) von radioaktivem Material aus den Castor-Behältern in die Endlagerbehälter entweder im Zwischenlager oder innerhalb der OFI oder an einem anderen Standort neben einer bestehenden Nuklearanlage erfolgen soll.

Innerhalb der FG OFI ist noch der Vorschlag [6] aufgekommen, dass für die Varianten 3 und 4 der Nagra anstelle eines Verladebahnhofes im Bereich NL-2 die Anlage im Haberstal mit einem Bahntunnel durch den Ämperg direkt erschlossen werden könnte. Damit käme im Falle der Nagra-Variante 3 die Verpackungsanlage ausserhalb der Gefahrenbereiche der Bahnlinie und der Strasse sowie von Felsstürzen zu liegen, und das Umladen mit anschliessendem Strassentransport würde bei beiden Varianten entfallen. Diese beiden Varianten wurden ebenfalls in den nachfolgenden Vergleich aufgenommen.

Weitere Varianten, beispielsweise

- Nagra-Variante 3 mit Tunnel, aber ohne Verpackungsanlage
- Nagra-Variante 3 mit Tunnel, aber mit abgesetztem Lüftungsschacht,

wären auch denkbar.

Variante Nagra	Variante FG OFI	Verladebahnhof	Verpackungsanlage	Hauptzugang	Betriebs-schacht	Lüftungsschacht
1	1	NL-2	NL-2	NL-HB1	NL-HB1	NL-L1
1	2	NL-2	NL-2	NL-HB1	NL-HB1	NL-L2
2	3	NL-2	keine	NL-HB2	NL-HB2	NL-L1
2	4	NL-2	keine	NL-HB2	NL-HB2	NL-L2
3	5	NL-2	NL-6	NL-6	NL-BL1	NL-BL1
4	6	NL-2	keine	NL-6-o	NL-B1	NL-L1
4	7	NL-2	keine	NL-6-o	NL-B1	NL-L2
3 mit Tunnel	(8)	keiner	NL-6	NL-6	NL-BL1	NL-BL1
4 mit Tunnel	(9)	keiner	keine	NL-6-o	NL-B1	NL-L2

Es sind demzufolge anstelle von 4 Vorschlägen 9 Varianten zu beurteilen. Dabei ist zu beachten, dass beim Vergleich der OFI einer Standortregion die Varianten ohne Verpackungsanlage naturgemäss in Bezug auf den Strahlenschutz und auf das Umweltrecht besser abschneiden werden.

Im weiteren Verlauf dieser Stellungnahme wird ausschliesslich die Nummerierung der Varianten gemäss der FG OFI verwendet. Auf die Bezeichnung der Varianten gemäss Nagra wird nicht weiter Bezug genommen.

### 3 Teilsysteme

In der OFI sind verschiedene Teilsysteme relevant für die nukleare Sicherheit:

#### 3.1 Verpackungsanlage

Die Verpackungsanlage umfasst

- die "heisse Zelle"
- alle mechanischen Vorrichtungen und Einrichtungen
- die Systeme zur Sicherung der "heissen Zelle" (Unterdruck etc.)
- deren Energieversorgung
- deren Steuerung
- das zum Betrieb der Verpackungsanlage nötige Personal.

Es muss sichergestellt sein, dass in jedem betrachteten Störfall auch während eines Verpackungsvorganges die Grenzwerte gemäss den gesetzlichen Sicherheitsauflagen (beispielsweise Strahlenschutzverordnung, Kernenergieverordnung) eingehalten werden.

#### 3.2 Transportsysteme für den Bereich über Tag

Zu den Transportsystemen über Tag gehören die Bahnen und die Strassen sowie allfällige Förderbänder. Allfällige Verbindungstunnel zwischen verschiedenen Teilen der OFI werden ebenfalls diesem Bereich zugeordnet.

#### 3.3 Infrastruktur für den Bereich unter Tag

Die Infrastruktur für den Bereich unter Tag umfasst die Schachtköpfe und die Schächte mit ihren

- Förderanlagen für Menschen und Material
- die Versorgung mit Energie
- die Kommunikationssysteme
- die Sicherstellung der klimatischen Bedingungen unter Tag
- das zum Betrieb der Infrastruktur nötige Personal.

Jeder dieser fünf Teilaspekte muss durch redundante Ausführung der Anlagen (mindestens für einen Notbetrieb) abgesichert sein. Die Redundanzelemente müssen räumlich genügend getrennt sein (beispielsweise  $d > 500$  Meter, vor allem wegen einem Flugzeugabsturz), um eine gleichzeitige Beeinträchtigung durch einen oder mehrere Störfälle auszuschliessen.



## 4 Störfälle

Es ist eine ganze Reihe von sicherheitsrelevanten Störfällen denkbar. Die Aufzählung kann kaum je vollständig sein, da ein Unglück erfahrungsgemäss oft durch eine nicht vorhergesehene Störung oder durch eine Kombination von mehreren Störungen verursacht wird. Es werden hier nur diejenigen Störfälle betrachtet, die aus heutiger Sicht hoch gewichtet werden müssen oder einen wesentlichen Einfluss haben auf den Vergleich der OFI – Standorte innerhalb der Standortregion NL.

### 4.1 Menschliches Versagen

Menschliches Versagen ist erfahrungsgemäss eine der häufigsten Ursachen für Störfälle. Da diese Gefahr aber unabhängig von der Konfiguration und dem Standort einer OFI – Anlage ist, wird dieser Aspekt zur Zeit nicht weiter betrachtet.

### 4.2 Störung durch Zugangsbauwerke

Je nach Lage und Ausführung eines Zuganges unter Tag (Schacht / Rampe) können Grundwasserströme und / oder geologische Schichten gestört werden. Auch die Qualität eines endgültigen Verschlusses des Endlagers kann von diesen Faktoren abhängig sein.

Für alle Varianten ist eine Anordnung der Köpfe der Zugangsbauwerke im Raum NL-6 vorgesehen. Es liegt noch keine endgültige Entscheidung über die vorgesehene Ausführung der Zugänge (Schacht / Rampe) vor, obwohl die Ausführung als Schacht im Vordergrund steht ([2], Seite 21).

Da die Köpfe der Zugangsbauwerke für jede Variante im gleichen Raum angeordnet und die Zugänge sehr wahrscheinlich auch gleich ausgeführt sein werden, wird dieser Störfall für den Vergleich der Varianten nicht berücksichtigt.

Transporte und Umladevorgänge sind auf ein Minimum zu beschränken.

### 4.3 Unbefugte Einwirkungen

Langfristig ist mit einer Zunahme von unbefugten Einwirkungen zu rechnen.

Weil unbefugte Einwirkungen bei jeder der neun Varianten möglich sind, wird dieser Störfall für den Vergleich der Varianten nicht berücksichtigt.

### 4.4 Technische Defekte

#### 4.4.1 Defekte innerhalb der Anlagen

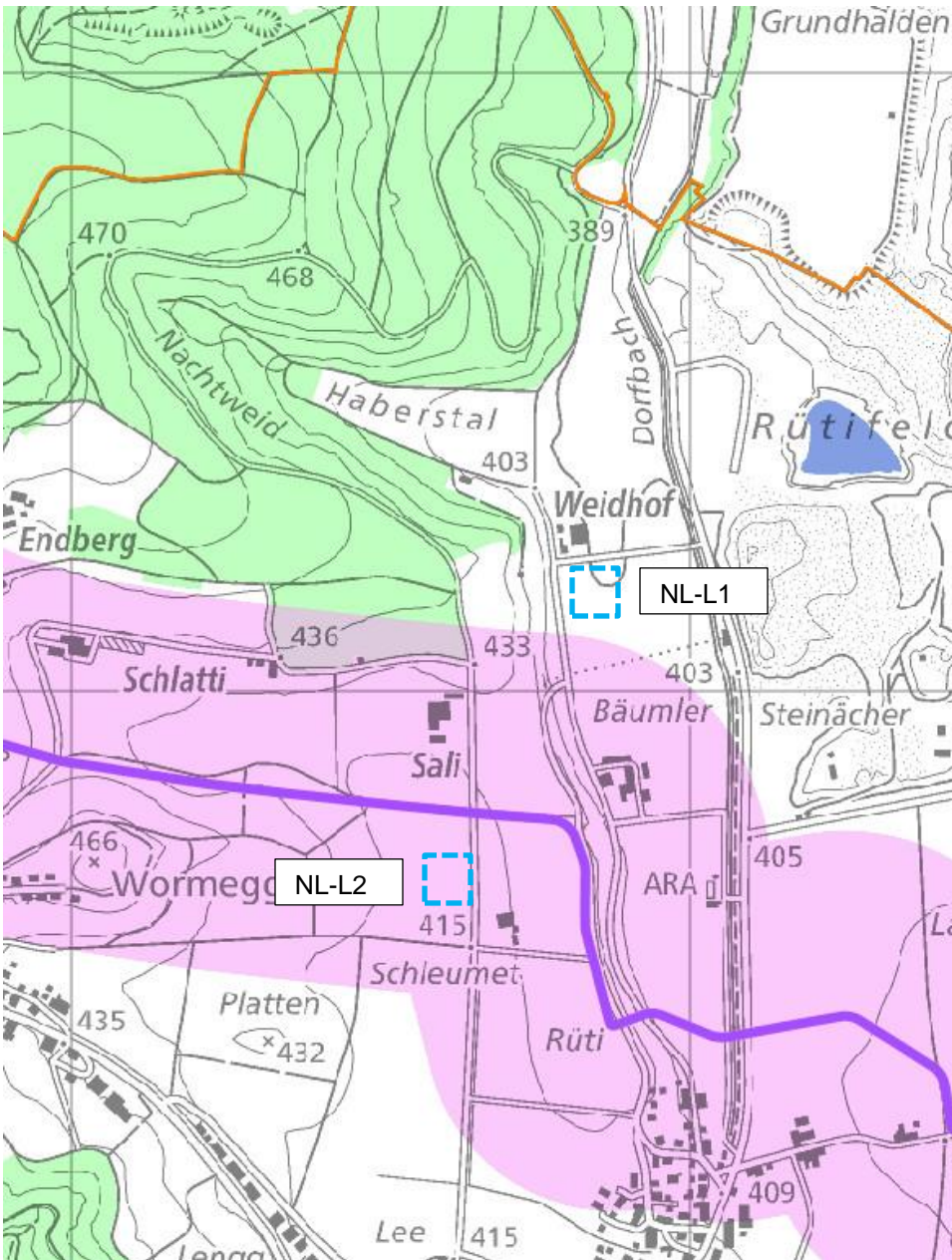
Technische Defekte sind in allen Teilsystemen möglich. Für die sicherheitsrelevanten Teile ist deshalb nebst der möglichst sicheren Gestaltung eine genügende Redundanz vorzusehen.

In Bezug auf Explosionen und / oder Freisetzung von Gefahrstoffen unterscheiden sich die beiden Standorte nicht generell, wohl aber die Varianten mit / ohne Verpackungsanlage.



#### 4.4.2.3 Leck Erdgasleitung

Eine Erdgasleitung durchquert den Raum NL-6:



Ein Leck in der Erdgasleitung erhöht die Gefahr durch Brand / Explosion.

Der Lüftungsschacht NL-L2 liegt im Konsultationsbereich der Erdgasleitung, der Lüftungsschacht NL-L1 liegt knapp daneben. Es wird für den Raum NL-6 beantragt, eine Verlegung der Gasleitung zu prüfen.

Das Beispiel Kreisel Kreuzstrasse Glattfelden zeigt, dass eine Gasleitung bei Bedarf verlegt werden kann.



## 4.5 Absturz von Objekten

### 4.5.1 Flugzeugabstürze

Die Standortareale NL-2 und NL-6 liegen rund 10 bzw. 8 km nordwestlich des Flughafens Zürich-Kloten und im Bereich der Anflugrouten der beiden Pisten 14/32 und 16/34. Im Bereich der vorgeschlagenen Standorte muss mit Flugzeugabstürzen gerechnet werden. Im Umfeld des Flughafens Zürich-Kloten ist es in den letzten 60 Jahren etwa einmal alle zehn Jahre zu einem Grossereignis gekommen. Siehe dazu auch obigen Punkt 4.3 (Unbefugte Einwirkungen).

An einem typischen Betriebstag, beispielsweise am 6. Dezember 2018, des Flughafens Zürich-Kloten ergeben sich die folgenden Flugspuren. Es ist zu bedenken, dass im Ereignisfall deutliche Abweichungen von diesen Flugspuren möglich sind.

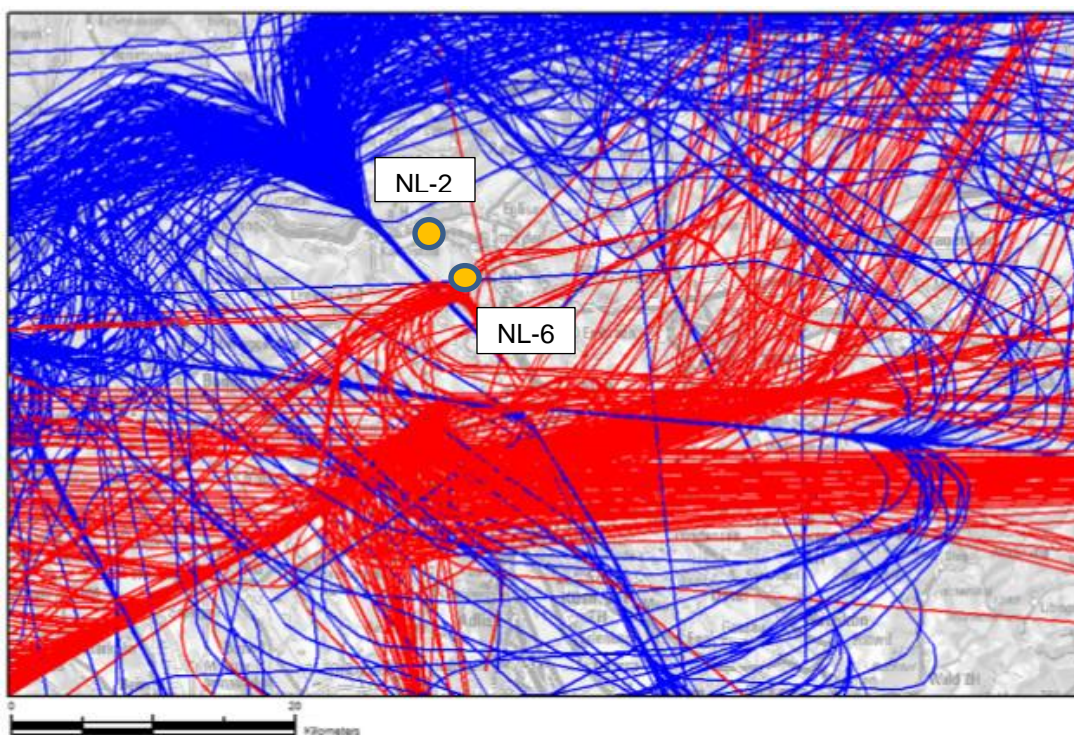


Abbildung: Flugspuren vom 6. Dezember 2018 ( — Anflüge, — Abflüge)

Aus der Vergangenheit sind seit 1950 die folgenden Grossereignisse bekannt:

- 24.11.1951 nahe Flughafen Kloten
- 19.12.1953 nahe Flughafen Kloten
- 24.11.1956 Wasterkingen
- 10.02.1967 Regensberg
- 21.02.1970 Würenlingen
- 18.01.1971 nahe Flughafen Kloten
- 14.11.1990 Stadlerberg
- 10.01.2000 Nassenwil
- 24.11.2001 Bassersdorf

Die sicherheitsrelevanten Teile der OFI müssen gegen einen direkten Treffer durch einen Absturz eines Flugobjektes, insbesondere eines Grossraumflugzeuges, geschützt sein.

#### 4.5.2 Weltraumschrott

Der Weltraumschrott nimmt stark zu, und es ist kaum damit zu rechnen, dass die Staatengemeinschaft diesen Schrott vollständig und schadlos entsorgen wird. Deshalb gilt es, die erforderlichen Schutzmassnahmen in Analogie zu einem Absturz eines Flugzeuges vorzusehen.

#### 4.5.3 Meteoriten

Einschläge von Meteoriten einer Grösse, welche für die Anlage ein sicherheitstechnisches Problem darstellen, sind an einem bestimmten Ort sehr selten. Trotzdem gilt es, die erforderlichen Schutzmassnahmen in Analogie zu einem Absturz eines Flugzeuges vorzusehen.

### 4.6 Naturereignisse

Denkbare Störfälle umfassen extreme Niederschläge, seismische Ereignisse, Waldbrände, orkanartige Stürme, klimatische Veränderungen usw.

#### 4.6.1 Extreme Niederschläge

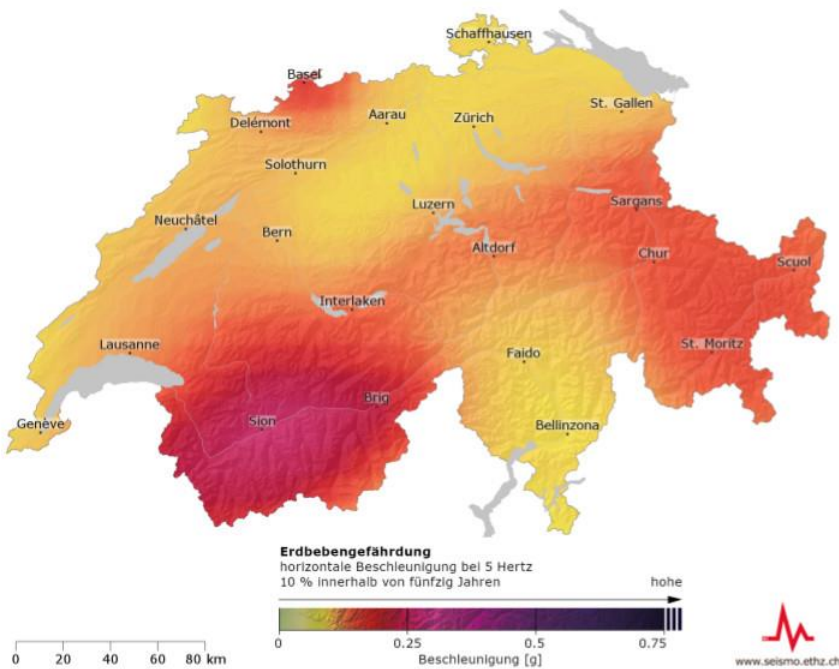
Ausser Starkregen und Hagel sind in der Standortregion NL keine extremen Ereignisse zu erwarten. Diese können gut beherrscht werden. Bei der Anordnung der OFI in der Kiesgrube Weiach (NL-2) muss ein genügender Abfluss gewährleistet sein.

#### 4.6.2 Blitzschlag

Die beiden Standorte NL-2 und NL-6 weisen keinen Unterschied auf in Bezug auf die Gefährdung durch Blitzschlag.

#### 4.6.3 Seismik

Das Standortgebiet NL liegt in einer seismisch ruhigen Zone [4]. Es gibt in dieser Beziehung keinen Unterschied zwischen NL-2 und NL-6:



Seismische Ereignisse werden deshalb nicht weiter betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass die geltenden Normen bezüglich der Erdbebensicherheit von Bauwerken eingehalten werden.

#### 4.6.4 Waldbrände

Im Gegensatz zu NL-2 ist NL-6 durch den Rauch eines Waldbrandes mehr gefährdet. Die Anlage und ihre Zugänge sind gegen Rauch und Hitze, verursacht durch einen Waldbrand, zu schützen.

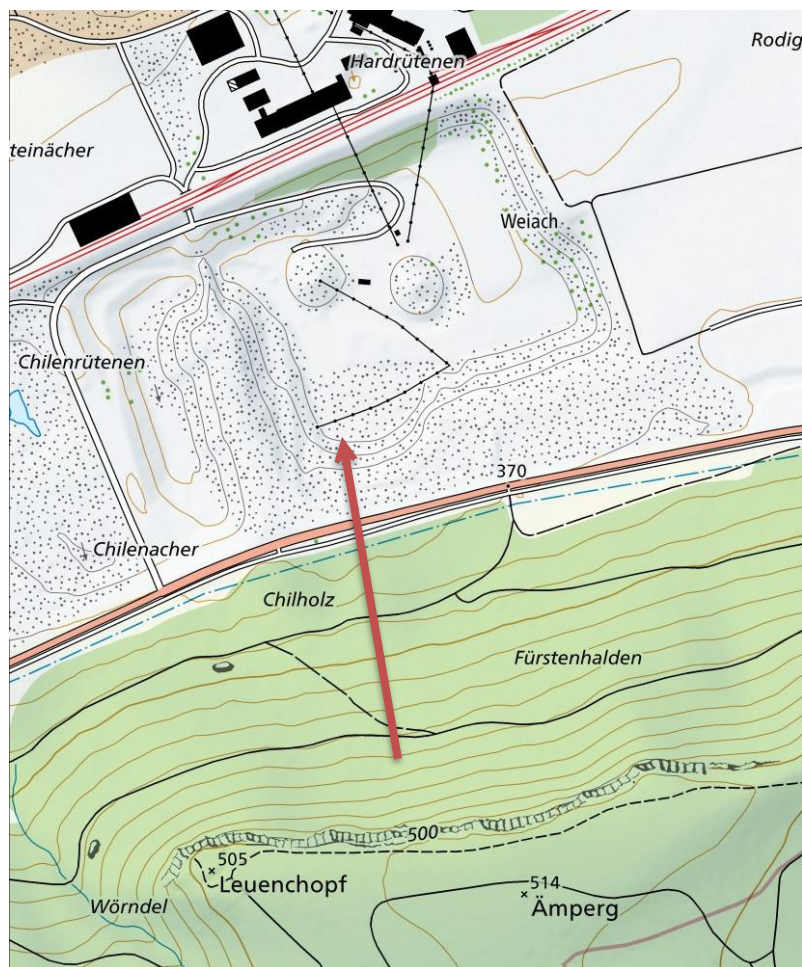
#### 4.6.5 Orkanartige Stürme

In den OFI sind an jedem Standort die geltenden Normen bezüglich der Sturmsicherheit von Bauwerken einzuhalten. Ebenso muss ein sicherer Betrieb der Anlagen (z. B. der Lüftungssysteme) jederzeit gewährleistet sein.

Ausserdem können orkanartige Stürme am Standort NL-2 einen störenden Einfluss auf den Bahnbetrieb haben.

#### 4.6.6 Felssturz

Gemäss einer von der Nagra in Auftrag gegebenen Studie [8] besteht für den Standort NL-2 die Gefahr eines Felssturzes aus dem Raum Leuenchopf / Ämperg:





#### 4.6.7 Klimatische Veränderungen

Es sind zur Zeit keine klimatischen Veränderungen in der Standortregion NL absehbar, welche einen Einfluss auf die OFI haben werden.

### 4.7 Freisetzung von Radionukliden

Durch Lecks in der "heissen Zelle" und deren Klimaanlage oder in Transportbehältern können Radionuklide freigesetzt werden. Diese können durch die Atmosphäre (Winde), durch die Erde (Grundwasser) oder auf beiden Wegen verbreitet werden.

Andere Störfälle können ebenfalls zur Freisetzung von Radionukliden führen.

Alle Anlagen sind so zu konzipieren, dass die Wahrscheinlichkeit der Freisetzung von Radionukliden so gering wie möglich ist.

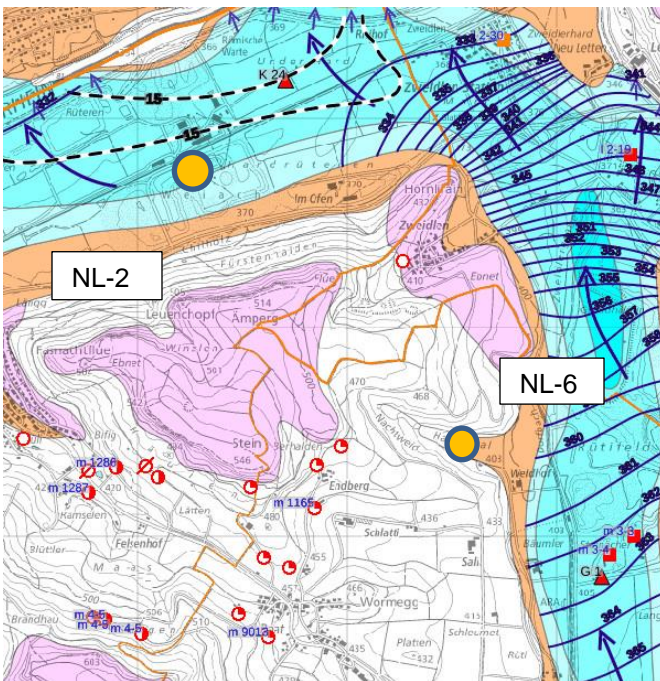
#### 4.7.1 Atmosphäre

Bezüglich der Auswirkungen oberhalb der Erdoberfläche, das heisst die Verbreitung von Radionukliden in der Atmosphäre, bestehen bezüglich der beiden Standorte NL-2 und NL-6 keine Unterschiede.

#### 4.7.2 Grundwasser

Als mögliche standortabhängige Auswirkung einer Freisetzung von Radionukliden ist vorwiegend eine Beeinträchtigung der grossen Grundwasserströme zu betrachten. Die Lage der beiden Standorte NL-2 und NL-6, relativ zu den Grundwasserströmen, wird deshalb in die Bewertung der Varianten miteinbezogen.

Die beiden Standorte für eine Verpackungsanlage NL-2 und NL-6 liegen entweder auf oder direkt neben einem grossen Grundwasserstrom [5]:



Der Standort NL-6 liegt günstiger bezüglich einer möglichen Gefährdung des Grundwassers. In einem Störfall bleibt mehr Zeit für eine Intervention.

## 5 Matrix

Mit den Störfällen und den Teilsystemen wird eine Matrix zur Bewertung jeder Variante gebildet. Dabei werden nur diejenigen Störfälle berücksichtigt, in denen sich für die verschiedenen Standorte unterschiedliche Bewertungen ergeben.

### 5.1 Gewichtung

#### 5.1.1 Verfahren zur Gewichtung der Störfälle

Störfälle der gleichen Art können sich in ihrem Umfang und in ihren Auswirkungen stark unterscheiden. Eine exakte objektive Gewichtung ist daher nicht möglich. Es muss eine subjektive Einschätzung vorgenommen werden.

Als Stütze zur Gewichtung der Störfälle wird die folgende Matrix verwendet:

		Wahrscheinlichkeit des Eintretens		
		gering	mittel	hoch
Auswirkungen	klein	1	2	3
	mittel	2	4	6
	gross	3	6	9

Für eine Abschätzung der Wahrscheinlichkeit des Eintretens sind die folgenden Kriterien herangezogen worden:

- frühere ähnliche Ereignisse (beispielsweise für Flugzeugabstürze)
- statistische Daten (beispielsweise für seismische oder meteorologische Ereignisse).

Für die Abschätzung der Auswirkungen sind die folgenden weiteren Kriterien herangezogen worden:

- allfällige Vorwarnzeiten, die es ermöglichen, die Auswirkung eines Störfalles zu begrenzen
- die Menge der Störenergie
- die Geschwindigkeit der Freisetzung der Störenergie
- das Potential der Störung zur Freisetzung von Radionukliden.

Die Gewichtung eines Störfalles in Prozent ergibt sich als

$(100 \times \text{Gewichtung des Störfalles}) / (\text{Summe der Gewichtung aller Störfälle}).$



### 5.1.2 Effektive Gewichtung der betrachteten Störfälle

Mit dem Verfahren gemäss obigem Punkt 5.1.1 sind die betrachteten Störfälle wie folgt gewichtet worden:

Punktzahl: 0	Absturz Flugzeug	Extremer Niederschlag	Felssturz	Freisetzung Radionuklide	Explosion in Anlage / Freisetzung Gefahrstoffe	Absturz grosser Meteorit	Absturz Weltraumschrott	Leck Gasleitung	Ereignis Gefahrguttransport	Waldbrand
Wahrscheinlichkeit des Eintretens	hoch	mittel	mittel	klein	klein	klein	klein	klein	mittel	klein
Umfang der Auswirkungen	gross	gross	mittel	gross	gross	gross	mittel	mittel	klein	klein
<b>Gewichtung (gemäss Punkt 5.1.1)</b>	9	6	4	3	3	3	2	2	2	1
<b>Gewichtung (%)</b>	26	17	11	9	8	8	6	6	6	3

Die Gewichtungsprozente sind gerundet. Damit die Summe aller prozentualen Gewichtungen total 100% beträgt, sind die Gewichtungen für eine Explosion in der Anlage, für die Freisetzung von Gefahrstoffen und für den Absturz grosser Meteoriten von 8.57% auf 8% abgerundet worden.

### 5.1.3 Skala zur Gewichtung des Einflusses eines Störfalles auf ein Teilsystem

Für diese Gewichtung wird eine einfache vierstufige Skala verwendet:

Einfluss	Faktor
gross	0
mittel	1
gering	2
keiner	3

Die Faktoren sind so gewählt, dass die zu bevorzugende Variante die höchste Punktzahl erhält.

### 5.1.4 Die Matrix

Mit den betrachteten Störfällen und Teilsystemen ergibt sich die folgende Matrix für die Bewertung der Varianten:

<b>Punktzahl: 0</b>	Absturz Flugzeug	Extremer Niederschlag	Felssturz	Freisetzung Radionuklide	Explosion in Anlage / Freisetzung Gefahrstoffe	Absturz grosser Meteorit	Absturz Weltraumschrott	Leck Gasleitung	Ereignis Gefahrguttransport	Waldbrand
<b>Gewichtung (%)</b>	26	17	11	9	8	8	6	6	6	3
<b>Verpackungsanlage</b>										
Gebäude "Heisse Zelle"										
Systeme zur Sicherung der "heissen Zelle"										
Mechanische Vorrichtungen										
Energieversorgung										
Steuerung										
Personal										
<b>Transportsysteme für den Bereich über Tag</b>										
Bahn										
Strasse										
Verbindungstunnel										
<b>Infrastruktur für den Bereich unter Tag</b>										
Förderanlagen										
Energieversorgung										
Kommunikation										
Klima unter Tag (Lüftung)										
Personal										
<b>Gewichtete Summe der Einflüsse</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 5.1.5 Beispiel für die Auswertung

Dieses Beispiel soll das Verfahren zur Berechnung der Punktzahl einer Variante erläutern. Die Prozente für die Gewichtungen entsprechen den realen Werten gemäss obigem Punkt 5.1.2, für die Bewertung der Schnittpunkte Störfall/Teilsystem werden willkürliche Zahlen gemäss der Skala im obigen Punkt 5.1.3 verwendet, die sich auf keine der Varianten 1 bis 9 beziehen:

Punktzahl: 26	Absturz Flugzeug	Extremer Niederschlag	Felssturz	Freisetzung Radionuklide	Explosion in Anlage / Freisetzung Gefahrstoffe	Absturz grosser Meteorit	Absturz Weltraumschrott	Leck Gasleitung	Ereignis Gefahrguttransport	Waldbrand
	<b>Gewichtung (%)</b>	26	17	11	9	8	8	6	6	6
<b>Verpackungsanlage</b>										
Gebäude "Heisse Zelle"	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Systeme zur Sicherung der "heissen Zelle"	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Mechanische Vorrichtungen	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Energieversorgung	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Steuerung	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Personal	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
<b>Transportsysteme für den Bereich über Tag</b>										
Bahn	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Strasse	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Verbindungstunnel	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
<b>Infrastruktur für den Bereich unter Tag</b>										
Förderanlagen	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Energieversorgung	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Kommunikation	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Klima unter Tag (Lüftung)	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Personal	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Gewichtete Summe der Einflüsse	4	5	5	1	2	3	1	2	3	0

Als erstes werden die Einflüsse jedes Störfalles auf die Teilsysteme zusammengezählt und mit der **Gewichtung** des Störfalles multipliziert. Beispiel Störfall Felssturz: Summe der Bewertungen 42 x Gewichtung 0.11 = 4.62, aufgerundet 5.

Danach werden die gewichteten Summen aller Störfälle zur **Punktzahl der Variante** zusammengezählt.

## 6 Bewertung

### 6.1 Variante 1

Verladebahnhof: NL-2 Verpackungsanlage: NL-2 Hauptzugang: NL-HB1 Betriebsschacht: NL-HB1 Lüftungsschacht: NL-L1  <b>Punktzahl: 19</b>	Absturz Flugzeug	Extremer Niederschlag	Felssturz	Freisetzung Radionuklide	Explosion in Anlage / Freisetzung Gefahrstoffe	Absturz grosser Meteorit	Absturz Weltraumschrott	Leck Gasleitung	Ereignis Gefahrguttransport	Waldbrand
<b>Gewichtung (%)</b>	26	17	11	9	8	8	6	6	6	3
<b>Verpackungsanlage</b>										
Gebäude "Heisse Zelle"	1	2	2	2	0	0	2	3	2	3
Systeme zur Sicherung der "heissen Zelle"	0	1	1	0	0	0	2	3	2	3
Mechanische Vorrichtungen	0	2	2	1	1	0	2	3	2	3
Energieversorgung	0	1	1	1	1	0	2	3	2	3
Steuerung	0	1	1	0	1	0	2	3	2	3
Personal	0	2	1	0	0	0	2	3	2	3
<b>Transportsysteme für den Bereich über Tag</b>										
Bahn	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Strasse	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Verbindungstunnel	1	3	2	2	2	0	3	3	2	2
<b>Infrastruktur für den Bereich unter Tag</b>										
Förderanlagen	0	1	3	2	1	0	2	3	3	2
Energieversorgung	0	2	3	2	1	0	2	3	3	2
Kommunikation	0	2	3	2	1	0	2	3	3	3
Klima unter Tag (Lüftung)	0	2	3	0	0	0	2	0	3	1
Personal	0	3	3	0	0	0	2	0	3	2
<b>Gewichtete Summe der Einflüsse</b>	1	5	3	2	1	0	2	2	2	1

Die Verpackungsanlage ist in einem Sammelbecken für Flüssigkeiten und Gase angeordnet.

Kein Strassentransport für nukleares Material.

## 6.2 Variante 2

Verladebahnhof: NL-2 Verpackungsanlage: NL-2 Hauptzugang: NL-HB1 Betriebsschacht: NL-HB1 Lüftungsschacht: NL-L2  <b>Punktzahl: 20</b>	Absturz Flugzeug	Extremer Niederschlag	Felssturz	Freisetzung Radionuklide	Explosion in Anlage / Freisetzung Gefahrstoffe	Absturz grosser Meteorit	Absturz Weltraumschrott	Leck Gasleitung	Ereignis Gefahrguttransport	Waldbrand
<b>Gewichtung (%)</b>	26	17	11	9	8	8	6	6	6	3
<b>Verpackungsanlage</b>										
Gebäude "Heisse Zelle"	1	2	2	2	0	0	2	3	2	3
Systeme zur Sicherung der "heissen Zelle"	0	1	1	0	0	0	2	3	2	3
Mechanische Vorrichtungen	0	2	2	1	1	0	2	3	2	3
Energieversorgung	0	1	1	1	1	0	2	3	2	3
Steuerung	0	1	1	0	1	0	2	3	2	3
Personal	0	2	1	0	0	0	2	3	2	3
<b>Transportsysteme für den Bereich über Tag</b>										
Bahn	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Strasse	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Verbindungstunnel	1	3	2	2	2	0	3	3	2	2
<b>Infrastruktur für den Bereich unter Tag</b>										
Förderanlagen	0	1	3	2	1	0	2	3	3	2
Energieversorgung	0	2	3	2	1	0	2	3	3	2
Kommunikation	0	2	3	2	1	0	2	3	3	3
Klima unter Tag (Lüftung)	2	2	3	0	0	0	2	0	3	1
Personal	0	3	3	0	0	0	2	0	3	2
Gewichtete Summe der Einflüsse	2	5	3	2	1	0	2	2	2	1

Die Verpackungsanlage ist in einem Sammelbecken für Flüssigkeiten und Gase angeordnet.

Der Lüftungsschacht L2 ist abgesetzt.

Kein Strassentransport für nukleares Material.

### 6.3 Variante 3

Verladebahnhof: NL-2 Verpackungsanlage: keine Hauptzugang: NL-HB2 Betriebsschacht: NL-HB2 Lüftungsschacht: NL-L1  <b>Punktzahl: 29</b>	Absturz Flugzeug	Extremer Niederschlag	Felssturz	Freisetzung Radionuklide	Explosion in Anlage / Freisetzung Gefahrstoffe	Absturz grosser Meteorit	Absturz Weltraumschrott	Leck Gasleitung	Ereignis Gefahrguttransport	Waldbrand
<b>Gewichtung (%)</b>	26	17	11	9	8	8	6	6	6	3
<b>Verpackungsanlage</b>										
Gebäude "Heisse Zelle"	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Systeme zur Sicherung der "heissen Zelle"	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mechanische Vorrichtungen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Energieversorgung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Steuerung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Personal	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Transportsysteme für den Bereich über Tag</b>										
Bahn	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Strasse	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Verbindungstunnel	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Infrastruktur für den Bereich unter Tag</b>										
Förderanlagen	0	1	3	2	1	0	2	3	3	2
Energieversorgung	0	2	3	2	1	0	2	3	3	2
Kommunikation	0	2	3	2	1	0	2	3	3	3
Klima unter Tag (Lüftung)	0	2	3	0	0	0	2	0	3	1
Personal	0	3	3	0	0	0	2	0	3	2
<b>Gewichtete Summe der Einflüsse</b>	5	6	4	3	2	2	2	2	2	1

## 6.4 Variante 4

Verladebahnhof: NL-2 Verpackungsanlage: keine Hauptzugang: NL-HB2 Betriebsschacht: NL-HB2 Lüftungsschacht: NL-L2  <b>Punktzahl: 30</b>	Absturz Flugzeug	Extremer Niederschlag	Felssturz	Freisetzung Radionuklide	Explosion in Anlage / Freisetzung Gefahrstoffe	Absturz grosser Meteorit	Absturz Weltraumschrott	Leck Gasleitung	Ereignis Gefahrguttransport	Waldbrand
<b>Gewichtung (%)</b>	26	17	11	9	8	8	6	6	6	3
<b>Verpackungsanlage</b>										
Gebäude "Heisse Zelle"	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Systeme zur Sicherung der "heissen Zelle"	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mechanische Vorrichtungen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Energieversorgung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Steuerung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Personal	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Transportsysteme für den Bereich über Tag</b>										
Bahn	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Strasse	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Verbindungstunnel	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Infrastruktur für den Bereich unter Tag</b>										
Förderanlagen	0	1	3	2	1	0	2	3	3	2
Energieversorgung	0	2	3	2	1	0	2	3	3	2
Kommunikation	0	2	3	2	1	0	2	3	3	3
Klima unter Tag (Lüftung)	2	2	3	0	0	0	2	0	3	1
Personal	0	3	3	0	0	0	2	0	3	2
<b>Gewichtete Summe der Einflüsse</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Der Lüftungsschacht L2 ist abgesetzt.

## 6.5 Variante 5

Verladebahnhof: NL-2 Verpackungsanlage: NL-6 Hauptzugang: NL-6 Betriebsschacht: NL-BL1 Lüftungsschacht: NL-BL1  <b>Punktzahl: 19</b>	Absturz Flugzeug	Extremer Niederschlag	Felssturz	Freisetzung Radionuklide	Explosion in Anlage / Freisetzung Gefahrstoffe	Absturz grosser Meteorit	Absturz Weltraumschrott	Leck Gasleitung	Ereignis Gefahrguttransport	Waldbrand
<b>Gewichtung (%)</b>	26	17	11	9	8	8	6	6	6	3
<b>Verpackungsanlage</b>										
Gebäude "Heisse Zelle"	1	2	3	2	0	0	2	3	3	2
Systeme zur Sicherung der "heissen Zelle"	0	1	3	0	0	0	2	3	3	2
Mechanische Vorrichtungen	0	2	3	1	1	0	2	3	3	2
Energieversorgung	0	1	3	1	1	0	2	3	3	2
Steuerung	0	1	3	0	1	0	2	3	3	2
Personal	0	2	3	0	0	0	2	1	3	2
<b>Transportsysteme für den Bereich über Tag</b>										
Bahn	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Strasse	0	2	2	2	2	1	2	2	0	3
Verbindungstunnel	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Infrastruktur für den Bereich unter Tag</b>										
Förderanlagen	0	1	3	2	1	0	2	3	3	2
Energieversorgung	0	2	3	2	1	0	2	3	3	2
Kommunikation	0	2	3	2	1	0	2	3	3	3
Klima unter Tag (Lüftung)	0	2	3	0	0	0	2	0	3	1
Personal	0	3	3	0	0	0	2	0	3	2
<b>Gewichtete Summe der Einflüsse</b>	1	4	4	2	1	0	2	2	2	1



## 6.6 Variante 6

Verladebahnhof: NL-2 Verpackungsanlage: keine Hauptzugang: NL-6-o Betriebsschacht: NL-B1 Lüftungsschacht: NL-L1  <b>Punktzahl: 29</b>	Absturz Flugzeug	Extremer Niederschlag	Felssturz	Freisetzung Radionuklide	Explosion in Anlage / Freisetzung Gefahrstoffe	Absturz grosser Meteorit	Absturz Weltraumschrott	Leck Gasleitung	Ereignis Gefahrguttransport	Waldbrand
<b>Gewichtung (%)</b>	26	17	11	9	8	8	6	6	6	3
<b>Verpackungsanlage</b>										
Gebäude "Heisse Zelle"	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Systeme zur Sicherung der "heissen Zelle"	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mechanische Vorrichtungen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Energieversorgung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Steuerung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Personal	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Transportsysteme für den Bereich über Tag</b>										
Bahn	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Strasse	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Verbindungstunnel	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Infrastruktur für den Bereich unter Tag</b>										
Förderanlagen	0	1	3	2	1	0	2	3	3	2
Energieversorgung	0	2	3	2	1	0	2	3	3	2
Kommunikation	0	2	3	2	1	0	2	3	3	3
Klima unter Tag (Lüftung)	0	2	3	0	0	0	2	0	3	1
Personal	0	3	3	0	0	0	2	0	3	2
Gewichtete Summe der Einflüsse	5	6	4	3	2	2	2	2	2	1

## 6.7 Variante 7

Verladebahnhof: NL-2 Verpackungsanlage: keine Hauptzugang: NL-6-o Betriebsschacht: NL-B1 Lüftungsschacht: NL-L2  <b>Punktzahl: 30</b>	Absturz Flugzeug	Extremer Niederschlag	Felssturz	Freisetzung Radionuklide	Explosion in Anlage / Freisetzung Gefahrstoffe	Absturz grosser Meteorit	Absturz Weltraumschrott	Leck Gasleitung	Ereignis Gefahrguttransport	Waldbrand
<b>Gewichtung (%)</b>	26	17	11	9	8	8	6	6	6	3
<b>Verpackungsanlage</b>										
Gebäude "Heisse Zelle"	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Systeme zur Sicherung der "heissen Zelle"	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mechanische Vorrichtungen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Energieversorgung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Steuerung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Personal	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Transportsysteme für den Bereich über Tag</b>										
Bahn	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Strasse	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Verbindungstunnel	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Infrastruktur für den Bereich unter Tag</b>										
Förderanlagen	0	1	3	2	1	0	2	3	3	2
Energieversorgung	0	2	3	2	1	0	2	3	3	2
Kommunikation	0	2	3	2	1	0	2	3	3	3
Klima unter Tag (Lüftung)	2	2	3	0	0	0	2	0	3	1
Personal	0	3	3	0	0	0	2	0	3	2
Gewichtete Summe der Einflüsse	6	6	4	3	2	2	2	2	2	1

Der Lüftungsschacht L2 ist abgesetzt.

## 6.8 Variante 8

Verladebahnhof: keiner Verpackungsanlage: NL-6 Hauptzugang: NL-6 Betriebsschacht: NL-BL1 Lüftungsschacht: NL-BL1  <b>Punktzahl: 21</b>	Absturz Flugzeug	Extremer Niederschlag	Felssturz	Freisetzung Radionuklide	Explosion in Anlage / Freisetzung Gefahrstoffe	Absturz grosser Meteorit	Absturz Weltraumschrott	Leck Gasleitung	Ereignis Gefahrguttransport	Waldbrand
<b>Gewichtung (%)</b>	26	17	11	9	8	8	6	6	6	3
<b>Verpackungsanlage</b>										
Gebäude "Heisse Zelle"	1	2	3	2	0	0	2	3	3	2
Systeme zur Sicherung der "heissen Zelle"	0	1	3	0	0	0	2	3	3	2
Mechanische Vorrichtungen	0	2	3	1	1	0	2	3	3	2
Energieversorgung	0	1	3	1	1	0	2	3	3	2
Steuerung	0	1	3	0	1	0	2	3	3	2
Personal	0	2	3	0	0	0	2	1	3	2
<b>Transportsysteme für den Bereich über Tag</b>										
Bahn	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Strasse	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Verbindungstunnel	1	3	2	2	2	2	3	3	2	2
<b>Infrastruktur für den Bereich unter Tag</b>										
Förderanlagen	0	1	3	2	1	0	2	3	3	2
Energieversorgung	0	2	3	2	1	0	2	3	3	2
Kommunikation	0	2	3	2	1	0	2	3	3	3
Klima unter Tag (Lüftung)	0	2	3	0	0	0	2	0	3	1
Personal	0	3	3	0	0	0	2	0	3	2
<b>Gewichtete Summe der Einflüsse</b>	1	5	4	2	1	1	2	2	2	1

Es gibt keinen Strassentransport.

## 6.9 Variante 9

Verladebahnhof: keiner Verpackungsanlage: keine Hauptzugang: NL-6-o Betriebsschacht: NL-B1 Lüftungsschacht: NL-L2  <b>Punktzahl: 30</b>	Absturz Flugzeug	Extremer Niederschlag	Felssturz	Freisetzung Radionuklide	Explosion in Anlage / Freisetzung Gefahrstoffe	Absturz grosser Meteorit	Absturz Weltraumschrott	Leck Gasleitung	Ereignis Gefahrguttransport	Waldbrand
<b>Gewichtung (%)</b>	26	17	11	9	8	8	6	6	6	3
<b>Verpackungsanlage</b>										
Gebäude "Heisse Zelle"	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Systeme zur Sicherung der "heissen Zelle"	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mechanische Vorrichtungen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Energieversorgung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Steuerung	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Personal	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Transportsysteme für den Bereich über Tag</b>										
Bahn	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3
Strasse	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Verbindungstunnel	1	3	2	2	2	0	3	3	2	2
<b>Infrastruktur für den Bereich unter Tag</b>										
Förderanlagen	0	1	3	2	1	0	2	3	3	2
Energieversorgung	0	2	3	2	1	0	2	3	3	2
Kommunikation	0	2	3	2	1	0	2	3	3	3
Klima unter Tag (Lüftung)	2	2	3	0	0	0	2	0	3	1
Personal	0	3	3	0	0	0	2	0	3	2
<b>Gewichtete Summe der Einflüsse</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Der Lüftungsschacht L2 ist abgesetzt.

Es gibt keinen Strassentransport.

## 7 Diskussion

### 7.1 Rangliste

Aufgrund der Beurteilungen ergibt sich die folgende Rangliste der Varianten für eine OFI in der Standortregion NL:

Variante	Punkte	Bemerkungen
9	30	ohne Verpackungsanlage, Lüftungsschacht L2, mit Bahntunnel
7	30	ohne Verpackungsanlage, Lüftungsschacht L2
4	30	ohne Verpackungsanlage, Lüftungsschacht L2
6	29	ohne Verpackungsanlage, Lüftungsschacht L1
3	29	ohne Verpackungsanlage, Lüftungsschacht L1
8	21	mit Verpackungsanlage, mit Bahntunnel
2	20	mit Verpackungsanlage, Lüftungsschacht L2, mit Transporttunnel
5	19	mit Verpackungsanlage
1	19	mit Verpackungsanlage, Lüftungsschacht L1, mit Transporttunnel

Gestützt auf die obige Rangliste wird der nachfolgende Hauptantrag gestellt:

Aufgrund der sicherheitstechnischen Abklärungen wird beantragt, für die Realisierung der OFI in der Standortregion NL die Variante 9 zu bevorzugen. Sollte die Verpackungsanlage in der Standortregion NL angeordnet werden, so ist die Variante 8 zu bevorzugen.

### 7.2 Verpackungsanlage

Für die Standortregion NL ist jede Variante ohne Verpackungsanlage aus sicherheitstechnischer Sicht vorteilhafter. Es ist aber festzuhalten, dass im Gesamtkontext des Entsorgungssystems daraus kein Vorteil erwächst.

Da eine Verpackungsanlage an den Standorten NL-2 oder NL-6 ein grosses Gefährdungspotential beinhaltet, sind die Varianten ohne Verpackungsanlage sicherer und kostengünstiger.

Sollte die Verpackungsanlage Teil der OFI sein, so wird der Standort Haberstal bevorzugt, da die Verpackungsanlage im Haberstal das geringste Risiko für die Grundwasserströme darstellt und weil damit die Bearbeitung und allenfalls der Umlad von Nuklear-Material in der Umgebung einer Bahnlinie und einer Strasse vermieden werden kann.

### 7.3 Bahntransporte

Ein Transport von Abfällen mit der Bahn macht nur dann Sinn, wenn direkt bis zur Verpackungsanlage transportiert werden kann. Das ist nur bei den Varianten 1, 2, 8 und 9 der Fall. In Anbetracht der kurzen Distanz vom Zwiilag zur Standortregion NL und der begrenzten Materialmengen kann durchaus ein Transport der Castor- oder Transportbehälter auf der Strasse in Betracht gezogen werden. Die Beibehaltung des Verladebahnhofes am Standort NL-2 für die Varianten ohne direkten Bahnanschluss kann eigentlich nur durch emotionale Argumente begründet werden (Bahn ist gut, Strasse ist schlecht).

## **7.4 Nachbarschaft**

Unabhängig von den sicherheitstechnischen Überlegungen werden mit den Varianten ohne Verpackungsanlage am Standort NL-2 die Wünsche der Deutschen Nachbarn bezüglich der Einsehbarkeit berücksichtigt.

Der Standort NL-6 ist von Norden und von Nordwesten nicht einsehbar.

## **8 Weitere Anforderungen**

Aus der Sicht der FG Si sind für die OFI in den Bereichen NL-2 / NL-6 die folgenden weiteren Anforderungen einzuhalten:

### **8.1 Abstand von Bahnlinien**

Eine allfällige Verpackungsanlage muss von Bahnlinien, auf denen Gefahrgut transportiert wird, einen Mindestabstand von beispielsweise 300 Metern einhalten.

### **8.2 Flugzeugabsturz auf Verpackungsanlage**

Eine allfällige Verpackungsanlage muss gegen einen Volltreffer durch einen Absturz eines Grossraumflugzeuges derart geschützt sein, dass für die Bevölkerung in der Umgebung keine zusätzliche Strahlenbelastung entsteht und dass der Betrieb einer "heissen Zelle" problemlos weiter geführt werden kann.

### **8.3 Flugzeugabsturz auf Zugänge unter Tag**

Der Zugang unter Tag für Personen, Material, Energieversorgung, Kommunikation und Lüftung muss redundant ausgeführt sein. Dabei ist ein Mindestabstand der Redundanzelemente von beispielsweise 500 Metern einzuhalten, damit im Falle eines Flugzeugabsturzes unter Tag nahtlos weiter gearbeitet werden kann.

## 9 Fragen an die Nagra

Anlässlich der Sitzung vom 14.10.2019 wurden die nachfolgenden Fragen mit zwei Vertretern der Nagra diskutiert.

Die Antworten der Nagra auf diese Fragen sind *kursiv* gesetzt.

### 9.1 Bezeichnungen

Wie sind die Bezeichnungen HL, HB, L etc. für die Schachtkopfanlagen zu verstehen?

*Beschreibungen dazu vgl. NAB 19-08 oder NTB 16-08:*

- *NZA-BL: Bau/Betrieb und Lüftung (2 Schächte)*
- *NZA-B: Bau/Betrieb*
- *NZA-L: Lüftung und Intervention/Rettung*
- *HB: Hauptzugang (Einlagerung) und Bau/Betrieb (2 Schächte)*
- *NL-6-o ist Hauptzugang inbegriffen (HB)*
- *OFA mit einem «-o»: ohne Verpackungsanlagen*
- *(Haupt-)Zugangs- und Betriebsschacht sind immer 2 unterschiedliche Schächte*

### 9.2 Sicherstellung der Redundanz

Wie wird die Forderung nach Redundanz (siehe obigen Punkt 3.3) eingehalten?

- *Klärung der Funktionen: Was sind eigentlich die Funktionen des Lüftungsschachtes? Vgl. dazu NAB 19-08, Teil 1, Seite 12: [...] Der zweite Zugang dient der Frischluftzufuhr und als sicherer Flucht- und Interventionsweg, die entsprechende NZA wird deshalb als Nebenzugangsanlage für den Lüftungszugang (NZA-L) bezeichnet. [...] Details finden sich in NTB 16-08.*
- *Die zentrale Anforderung an die Anordnung und technische Ausgestaltung der Zu- und Abluftbauwerke ist das Verhindern, dass über die Frischluftzufuhr Abluft angesaugt wird. Dieser Grundsatz muss ganz generell bei allen Untertagebauwerken eingehalten werden können, nicht nur beim Tiefenlager. Eine solche Rezirkulation kann zusätzlich zu einem genügend grossen Abstand und einer optimalen Platzierung der Schächte auch mit technischen Massnahmen (zum Beispiel der Ausblasrichtung und -geschwindigkeit, Rauchtrennwänden, etc.) verhindert werden.*
- *Für den Fall eines Absturzes eines grossen Flugzeuges hat die Nagra Untersuchungen gemacht, die bei einem Absturz im freien Feld von einer primären Schadensfläche (Trümmerfeld) mit einer maximalen Ausdehnung von 400 m ausgehen. Die Zerstörung ist am Ort des Absturzes am grössten und nimmt mit zunehmender Entfernung von der Absturzstelle ab. Eventuell vorhandene geographische Bodeneigenschaften oder Gebäude, die das Ausmass eines Flugzeugabsturzes, d.h. die Schadensfläche, verringern, wurden bei dieser Untersuchung nicht berücksichtigt. Bei einem Absturz in überbautem Gebiet (geschützter Situation) reduziert sich diese Distanz markant (~ 100 m).*
- *Redundanz über das Vorhandensein von zwei oder drei Zugänge (je nach Phase) ist gegeben für Personen, Material, Energie, Kommunikation und Klima. Auch die Diversität der Systeme wird aufgezeigt werden müssen. Hinweis: Im Sachplanverfahren wird die Planungstiefe auf Stufe Systemkomponenten bei weitem nicht erreicht.*

### 9.3 Kombination Haupt/Betriebsschacht

Wie ist die Redundanz bei den Varianten der Nagra mit HB-x oder BL-x sichergestellt?

*Siehe 9.1 und 9.2.*

## 9.4 Schutz der Schachtköpfe

Stürzt ein Objekt auf einen der Schachtköpfe, so kann der Bereich unter Tag gestört werden durch Material, Flüssigkeiten oder Gase. Wie wird das Eindringen in den Bereich unter Tag verhindert?

- *Sofern das Gebäude über den Schächten beschädigt wird und flüssige oder gasförmige Medien in den Schacht gelangen, können diese am Schachtfuss mittels Schott am Eintritt gehindert werden (Details noch nicht Teil der momentanen Planungsphase). Gaseintritt kann zudem mittels Sensoren detektiert und mit Hilfe der Lüftungsanlage an Eintritt gehindert werden (Ausblasen).*
- *Grundsätzlich ist ein Flugzeugabsturz ein dimensionierungsrelevantes Szenario für nukleare Anlagen. Gebäude mit nuklearer Nutzung sind so auszulegen, dass ein Flugzeugabsturz direkt auf das Gebäude zu keiner Zeit die Sicherheit von Mensch und Umwelt beeinträchtigen kann. Für alle anderen Anlagen (auch alle Industrie- und Gewerbeanlagen in der An-/Abflugschneise eines Flughafens ausserhalb der OFA) ist dieses Szenario prinzipiell nicht auslegerelevant (konventionelle Sicherheit).*
- *Bei einem Absturz eines grossen Flugzeuges auf die OFA können Teile der Anlage zerstört werden und damit einen oder mehrere Zugänge zu den untertägigen Anlagen verhindern. Eine maximale Sicherheit kann durch die Redundanz der Schächte mit einem minimalen Abstand (vgl. oben), die mit einem Gebäude geschützt werden, gewährleistet werden.*
- *Im unwahrscheinlichen Fall einer kompletten Unzugänglichkeit aller Zugangsschächte können Personen, welche sich untertag befinden und in einem Störfall im Schachtbereich nicht sofort evakuiert werden können, werden z.B. mittels Selbstrettungskammer geschützt (Standard im Untertagebau).*

## 9.5 Heisse Zelle

### 9.5.1 Standort

Welche sicherheitstechnischen Vor- bzw. Nachteile ergeben sich, wenn die «heisse Zelle» in der OFA betrieben bzw. einer bestehenden Nuklearanlage angegliedert wird?

- *Die Bewilligungsfähigkeit der Brennelement-Verpackungsanlage (BEVA) bzw. heissen Zelle ist nur gegeben, wenn die Anlage den geforderten Sicherheitsstandard erreicht. Daraus folgt, dass die Sicherheit der BEVA nicht standortabhängig sein kann. Dementsprechend gibt es keine sicherheitstechnischen Unterschiede (je nach Standort aber verschiedene Massnahmen, die zum Erreichen der Sicherheitsanforderungen nötig sein können).*
- *Die Nagra erarbeitet bis Mitte 2020 einen Bericht, der die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Standorte (beim Tiefenlager, beim Zwiilag, bei einem KKW) aufzeigt. Dies aber z.B. mit Blick auf Logistik, Raumplanung und Umweltaspekte bei der Platzierung der Anlage, bauliche und betriebliche Aspekte, Synergiepotential mit bestehenden Anlagen o.ä. Der Bericht wird keine sicherheitstechnische Differenzierung aufzeigen können. Untergruppe wird deshalb nicht speziell auf diesen Bericht referenzieren können.*

### 9.5.2 Rückholbarkeit

Was bedeutet dies für die evtl. Reversibilität der Einlagerung nuklearer Abfälle?

- *Im Falle einer Rückholung werden die Endlagerbehälter für HAA im Tiefenlager wieder in einen Shuttle-Overpack-Behälter (SOB) gepackt und an die Erdoberfläche zurückgebracht. Dort werden sie je nach Bedarf wieder zwischengelagert, aufbereitet oder verwertet.*
- *Je nach Notwendigkeit und Wiederverwendungszweck der nuklearen Abfälle kann für die allenfalls notwendige Umverpackung der Abfälle die BEVA genutzt werden, geg. mit entsprechender Um- oder Nachrüstung. Da die Abfälle bereits im Untergrund in einen SOB gepackt werden, ist der Standort der BEVA jedoch nicht entscheidend.*



- *Falls die Abfälle deutlich nach der Einlagerungsphase rückgeholt würden, dürfte die BEVA – unabhängig vom Standort – bereits rückgebaut sein und es müsste eine dem Bedarf entsprechende Anlage neu gebaut werden.*

## 9.6 Zugangsstollen NL-2 nach HEB NL-6

### 9.6.1 Vor- / Nachteile Sicherheit

Ist der lange Zugangsstollen von NL-2 Weiach zum HEB NL-6 in Haberstal eher ein sicherheitstechnischer Vorteil oder Nachteil?

- *Klärung: Der Zugangstunnel vom Standorte NL-2 zum NZA-Areal bei NL-6 im Haberstal gemäss Vorschlag 1 wurde vorgeschlagen, weil dann die endlagergerecht verpackten Abfälle nicht über das öffentliche Verkehrsnetz, sondern direkt über den Tunnel zum NZA transportiert werden könnten. Bei Anlieferungen von einer externen BEVA wären die Abfälle bereits in einem SOB.*
- *Die Transporte müssen aus Sicht der nuklearen Bewilligung unabhängig von der Transportroute sicher ausgelegt und ausgeführt werden. Aus dieser Perspektive gibt es keinen sicherheitstechnischen Unterschied.*
- *Nebenbei aufgrund der Diskussion: Der Unterschied der Einschätzung «BEVA untertag im Ämperg» und Zugangstunnel liegt im Querschnitt, der massgebend ist bei der Realisierung. Für die grossen Hohlräume, welche für eine BEVA nötig wären, wurde die Geologie als zu ungünstig eingestuft.*
- *Ebenfalls aus der Diskussion: Der Tunnel von Vorschlag 1 wird ausschliesslich für den Transport der endlagergerecht verpackten Abfälle von der BEVA zum NZA-Areal NL6 verwendet. Es werden keine Bauaktivitäten oder Baulogistik über diesen Tunnel stattfinden. Bei den Vorschlägen NL5 und NL6 (Direktanlieferung der Abfälle via Bahn und Tunnel nach NL6) wäre bei gleichzeitiger Nutzung für die Baulogistik ein deutlich grösserer Tunnelquerschnitt erforderlich. Durch die Anlieferung der Abfälle (mehrere TLBs) ist eine Rangiermöglichkeit erforderlich. Zudem ist ein Tunnelbereich für die erforderlichen Förderbänder/Baulogistik erforderlich.*

### 9.6.2 Unfälle und Störfälle

Welche Unfälle bzw. Störfälle werden im Zugangsstollen betrachtet?

- *Für die Auslegungen werden die denkbaren Unfälle bzw. Störfälle im Tunnel oder auf der Strasse berücksichtigt, z.B. Brand, Abprall, Entgleisung etc.*

## 9.7 Schacht / Rampe

Obwohl aus sicherheitstechnischen Überlegungen am Standort NL einiges für die Variante Schacht statt Rampe spricht, hat sich die Nagra am Ende der Etappe 2 in dieser Frage noch nicht festgelegt. Wie geht die Nagra weiter vor, damit eine ergebnisoffene Faktenprüfung stattfinden kann?

- *Für die Festlegung, ob das Tiefenlager mittels Zugangsschacht oder -rampe erschlossen wird, sind hauptsächlich Startpunkt (die OFA) und Endpunkt (HEB) entscheidend (sofern keine unüberwindbaren geologischen Erschwernisse dazwischen liegen).*
- *Aufgrund der Konstellationen in den Standortregionen ist gemäss NAB 19-08 vorgesehen, die Erschliessung in NL (und ZNO) mittels Zugangsschacht zu bewerkstelligen, während in JO die Konstellation eine Rampe bedingt.*
- *Bei den Konstellationen NL und ZNO bietet sich die Schachterschliessung als direkte und einfachste Lösung an – nicht aufgrund sicherheitstechnischer Unterschiede. Die Wahl der Fördersysteme wird in späteren Projektphasen festgelegt.*
- *Die Untergruppe empfiehlt der Nagra, das Thema Schacht/Rampe regionenspezifisch zumindest den Regionalkonferenzen und geg. mit breiter öffentlich zu thematisieren, da in Etappe 2 ein wichtiges Thema.*

## 9.8 Vor- / Nachteile Sicherheit

Gibt es standortspezifische (NL-2 / NL-6) sicherheitstechnische Vor- bzw. Nachteile?

- *Nein, es gibt für den sicheren Betrieb der OFA zwischen den Standorten NL-2 und NL-6 keine relevanten Unterschiede. Bei der Auslegung sind geg. unterschiedliche Massnahmen dafür zu berücksichtigen.*
- *Dies gilt es auch für den seitens Kantone vorgebrachten Vorbehalt Grundwasserschutz festzuhalten. Hingegen wird eine Verschiebung von NL-2 in den Hangfuss des Ämpergs aufgrund des Steinschlag- und Felssturzsrisikos seitens Nagra ausgeschlossen.*

## 9.9 Löschwasser

Wie geht man bei einem Brand mit dem Löschwasser über Tag und unter Tag um?

- *Übertage/OFA: Löschwasser wird gesammelt, dekontaminiert und entsorgt (z.B. im Rückhaltevolumen der Untergeschosse, vgl. auch ZWILAG).*
- *Untertag: Hier werden Staub- oder Schaumlöscher eingesetzt, weshalb kein Löschwasser anfallen wird.*