

# standortgebiete für geologische tiefenlager

Aktualisierung Standort-  
gebiet Nördlich Lägern  
(Stand August 2017)

sondierbohrungen  
für etappe 3

nagra ● aus verantwortung



## Zum Weiterlesen

**Technischer Bericht NTB 14-01**

«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», Dezember 2014

**Technischer Bericht NTB 14-02**

«SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlage; Geologische Grundlagen – Dossier II: Sedimentologische und tektonische Verhältnisse», Dezember 2014

**Arbeitsbericht NAB 14-83**

«Konzepte der Standortuntersuchungen für SGT Etappe 3», Dezember 2014

**Arbeitsbericht NAB 16-28**

«Konzepte der Standortuntersuchungen für SGT Etappe 3 – Nördlich Lägern», April 2016

**Arbeitsbericht NAB 16-41**

«ENSI-Nachforderung zum Indikator Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit in SGT Etappe 2: Zusammenfassende Darstellung der Zusatzdokumentation (Hauptbericht)», Juli 2016

**Arbeitsbericht NAB 17-01**

«Sachplan geologische Tiefenlager, Etappe 2: Fragen des ENSI und seiner Experten und zugehörige Antworten der Nagra», April 2017

Alle Berichte können unter [www.nagra.ch](http://www.nagra.ch) heruntergeladen werden.

### **Standortgebiete für geologische Tiefenlager – Sondierbohrungen für Etappe 3**

August 2017

2. überarbeitete Auflage

#### **Herausgeber**

Nagra

Nationale Genossenschaft für die Lagerung  
radioaktiver Abfälle

Hardstrasse 73, Postfach 280, CH-5430 Wettingen

Telefon 056 437 11 11

Telefax 056 437 12 07

E-Mail [info@nagra.ch](mailto:info@nagra.ch)

Internet [www.nagra.ch](http://www.nagra.ch)

[www.nagra-blog.ch](http://www.nagra-blog.ch)

# Standortgebiete für geologische Tiefenlager – Sondierbohrungen für Etappe 3

<b>1 Erdwissenschaftliche Untersuchungen – Sondierbohrungen</b>	<b>4</b>
Ziel der Untersuchungen	
Warum braucht es Sondierbohrungen?	<b>5</b>
Was sind Sondierbohrungen?	
Sondiergesuche erforderlich	
Wie wird ein Bohrplatz gewählt?	<b>6</b>
Dauer der Arbeiten und zu erwartende Transporte	
Lärm- und Lichtimmissionen minimieren	
Fläche wird rekultiviert	<b>7</b>
<b>2 Untersuchungsmethoden</b>	<b>8</b>
Geologie	
Bohrlochgeophysik	
Hydrologie und Hydrochemie	<b>9</b>
Geotechnik	
<b>3 Sachplan geologische Tiefenlager – Wie geht es weiter?</b>	<b>10</b>

# Erdwissenschaftliche Untersuchungen –

**Für Etappe 3 des Sachplans geologische Tiefenlager werden die Standortgebiete mittels 3D-Seismik und Sondierbohrungen vertieft erdwissenschaftlich untersucht. Die Nagra gewinnt damit zusätzliche Kenntnisse über den Untergrund und kann so die Gesteinsschichten und -strukturen besser beurteilen.**

Basierend auf den Ergebnissen eines sicherheitstechnischen Vergleichs schlug die Nagra im Januar 2015 die Standortgebiete Zürich Nordost und Jura Ost für die weiteren Untersuchungen in Etappe 3 vor (vgl. Abb. unten). In beiden Gebieten wurden 2015/2016 bereits zusätzliche 3D-seismische Messungen durchgeführt.

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) hat die Unterlagen zum sicherheitstechnischen Vergleich geprüft. Es stimmte zu, dass die Standortgebiete Zürich Nordost und Jura Ost vertieft in Etappe 3 untersucht werden. Allerdings soll auch das Standortgebiet Nördlich Lägern weiter untersucht werden. Um allfällige Verzögerungen zu vermeiden, hat die Nagra auch für Nördlich Lägern

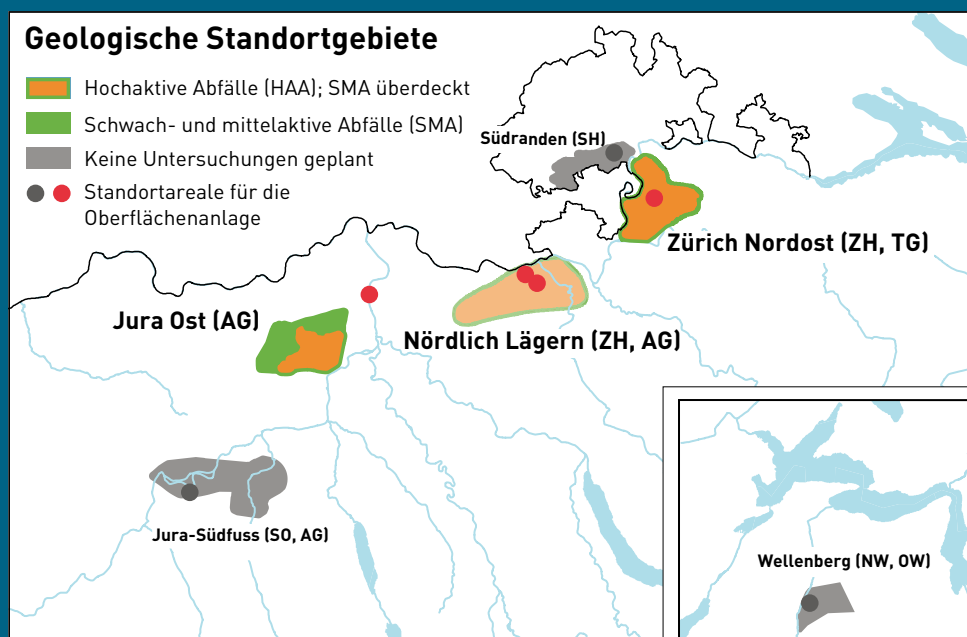
erdwissenschaftliche Untersuchungen geplant und 2016/2017 eine 3D-Seismik-Kampagne durchgeführt. Dies, falls der Bundesrat entscheidet, auch Nördlich Lägern in die Etappe 3 aufzunehmen. In allen drei Standortgebieten sind auch Sondierbohrungen geplant.

Die Nagra benötigt vertiefte Informationen über die Gesteinsschichten im Bereich der möglichen Lagerperimeter, um die geologische Situation im Hinblick auf alle im jeweiligen Standortgebiet möglichen Lagertypen (SMA-, HAA-Lager und Kombilager) zu charakterisieren. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse fliessen in den sicherheitstechnischen Vergleich für die Standortwahl in Etappe 3 ein.

## Ziel der Untersuchungen

Die Standortuntersuchungen für Etappe 3 sollen belastbare Daten für folgende Aufgaben liefern:

Die verbleibenden Standortgebiete sind für die **Standortwahl** sicherheitstechnisch zu vergleichen.



Die Nagra hat bereits seismische Messungen in Zürich Nordost, Nördlich Lägern und Jura Ost durchgeführt. Für alle drei Standortgebiete wurden Gesuche für Sondierbohrungen eingereicht.

# Sondierbohrungen

Die entsprechende Berichterstattung ist ein Bestandteil der Unterlagen für die Rahmenbewilligungsgesuche.

Die **Eignung der gewählten Standortgebiete** ist für die Rahmenbewilligungsgesuche gemäss den Kriterien der Langzeitsicherheit sowie der technischen Machbarkeit und Betriebssicherheit zu überprüfen.

Weitere Aufgaben sind die **Abgrenzung der Lagerbereiche** Untertag sowie die **Anordnung und Auslegung der Anlage in ihren Grundzügen**. Darunter fällt die Planung einer möglichen Streckenführung für die Zugangsbauwerke (Schacht, Zugangstunnel oder Kombination von beiden) nach Untertag.

## Warum braucht es Sondierbohrungen?

Zweck der Sondierbohrungen ist vor allem die geologisch-hydrologische Erkundung des Untergrunds im Bereich potenzieller geologischer Tiefenlager. Die Bohrungen dienen auch zur Eichung der vorangegangenen seismischen Messungen.

## Was sind Sondierbohrungen?

Bohrungen erlauben einen direkten Einblick in den geologischen Untergrund und dessen Aufbau. Es gibt zwei verbreitete Bohrverfahren: Bei **Meisselbohrungen** wird das Gestein unten im Bohrloch zerkleinert. Man pumpt eine Bohrspülung durch das Bohrgestänge nach unten zum Bohrkopf, die die Gesteinsstücke (Bohrklein) an die Erdoberfläche spült. Die Bohrspülung zirkuliert in einem geschlossenen Kreislauf. Bei den aufwändigeren **Kernbohrungen** zermahlen Bohrkronen nur das Gestein am Rande des Bohrlochs. In der Mitte der Bohrkronen bleibt ein Bohrkern stehen. Der Bohrkern wird mit einer Fangvorrichtung an die Erdoberfläche hochgezogen, wo der Bohrkern untersucht werden kann und für anschliessende Laboruntersuchungen zur Verfügung steht.

## Sondiergesuche erforderlich

Die Nagra hat für alle geplanten Bohrungen in den potenziellen Standortgebieten Zürich Nordost, Nördlich Lägern und Jura Ost Sondiergesuche beim UVEK (vgl. Textbox unten) eingereicht. Um im Verlauf der Untersuchungen flexibel auf neue Erkenntnisse in den Standortgebieten reagieren zu können, werden mehr Sondiergesuche eingereicht, als voraussichtlich nötig sind.

Die Bundesbehörden prüfen die Gesuche in Zusammenarbeit mit den betroffenen Kantonen und Gemeinden. In den Gemeinden werden die Gesuche einen Monat lang öffentlich aufgelegt. Mit den ersten Bohrungen wird nach heutiger Planung 2019 begonnen.

## Bewilligung für Sondierbohrungen durch UVEK notwendig

Sondierbohrungen benötigen gemäss Kernenergiegesetz (Art. 35 Abs. 1 KEG) eine Bewilligung des UVEK (Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation).

Die Erteilung der bundesrechtlichen Bewilligung setzt insbesondere voraus, dass keine von der Bundesgesetzgebung vorgesehenen Gründe entgegenstehen. Dies betrifft den Umwelt-, Natur- und Heimatschutz sowie die Raumplanung (gemäss Art. 35 Abs. 2 lit. b KEG).

«Kantonale Bewilligungen und Pläne sind nicht erforderlich. Das kantonale Recht ist zu berücksichtigen, soweit es das Projekt nicht unverhältnismässig einschränkt» (Art. 49 Abs. 3 KEG).

Die Sondiergesuche enthalten ein Untersuchungsprogramm und beschreiben die zu erwartenden Auswirkungen der Untersuchungen auf Umwelt und Geologie am Bohrstandort.

### Wie wird ein Bohrplatz gewählt?

Die Wahl des Bohrstandortes erfolgt zuerst auf Basis geologischer Kriterien, danach wird eine raumplanerische Interessenabwägung durchgeführt, die in den Sondiergesuchen dokumentiert ist.

### Dauer der Arbeiten und zu erwartende Transporte

Das Erstellen des Bohrplatzes und der Aufbau der Bohranlage werden zirka drei Monate beanspruchen. Der eigentliche Bohrbetrieb bei einer Bohrung mit den entsprechenden Testarbeiten im Bohrloch wird einige Monate bis zu einem Jahr dauern. Die Sondierbohrungen müssen aus technischen Gründen 24 Stunden pro Tag und sieben Tage in der Woche betrieben werden.

Dank der Erfahrungen aus früheren Bohrbetrieben lässt sich abschätzen, dass es zu einem LKW-Aufkommen von zirka 50 Fahrten pro Woche kommen wird (Summe von Hin- und Rückfahrten). Der Anteil der aus betrieblichen Gründen unumgänglichen Fahrten nachts und sonntags beträgt etwa fünf Prozent. Das LKW-Aufkommen variiert je nach Projektphase. Während der Bauphase, das heisst während der Erstellung des Bohrplatzes und der Installation des Bohrgeräts, ist es am höchsten.

### Lärm- und Lichtimmissionen minimieren

Die Arbeiten sind so ausgerichtet, dass die durch Lärm entstehenden Beeinträchtigungen in der unmittelbaren Nachbarschaft möglichst gering gehalten und die gesetzlichen Bestimmungen eingehalten werden. Bei der Ausleuchtung des Bohrplatzes wird darauf geachtet, die Lichtquellen gezielt einzusetzen, nur den Arbeitsbereich auszuleuchten sowie Streulicht zu vermeiden.



Ernst Müller

Bohrplatz am Beispiel einer Geothermiebohrung

## Fläche wird rekultiviert

Nach Abschluss der Bohrphase wird die Bohrplatzfläche mit den Nebenanlagen aufgehoben. Die eingebrachten Baumaterialien auf dem Bohrplatz werden entfernt und die nicht mehr benötigten Werkleitungen rückgebaut. Mit den Rekultivierungsarbeiten wird die beanspruchte Fläche wieder so hergerichtet, dass zum Beispiel die landwirtschaftliche Nutzung fortgesetzt werden kann.

Falls Langzeit-Beobachtungssysteme in der Bohrung installiert werden, bleiben eine Zufahrt und ein ebenerdiger Bohrkeller zurück. Wie lange ein Bohrkeller bestehen bleibt, hängt vom weiteren Verlauf der Standortwahl für ein geologisches Tiefenlager ab. Nach einer rechtsgültigen Bau- und Betriebsbewilligung für das geologische Tiefenlager wird die Langzeitbeobachtung voraussichtlich nur noch an den gewählten Standorten weitergeführt. An den übrigen Standorten werden die Bohrkeller abgebrochen sowie die Bohrungen verfüllt. Und das Gelände wird rekultiviert.

## Bisherige Sondierbohrungen

Die Nagra hat bis anhin acht rund 1000 bis 2500 Meter tiefe Bohrungen in der Nordschweiz abgeteuft:

Böttstein	1501 Meter (1982 bis 1983)
Weiach	2482 Meter (1983)
Riniken	1801 Meter (1983 bis 1984)
Schafisheim	2006 Meter (1983 bis 1984)
Kaisten	1306 Meter (1984)
Leuggern	1689 Meter (1984 bis 1985)
Siblingen	1522 Meter (1988 bis 1989)
Benken	1007 Meter (1998 bis 1999)

Weiter hat sich die Nagra an Bohrungen Dritter wie der Geothermiebohrung Schlattingen beteiligt.

Nagra



Die Bohranlage ist das Herzstück der Bohrung. Sie steht auf einem Fundament.

# Untersuchungsmethoden

**Während der Sondierbohrungen werden verschiedene Untersuchungsmethoden angewendet. Diese lassen sich in vier Teilbereiche gliedern:**

## Geologie

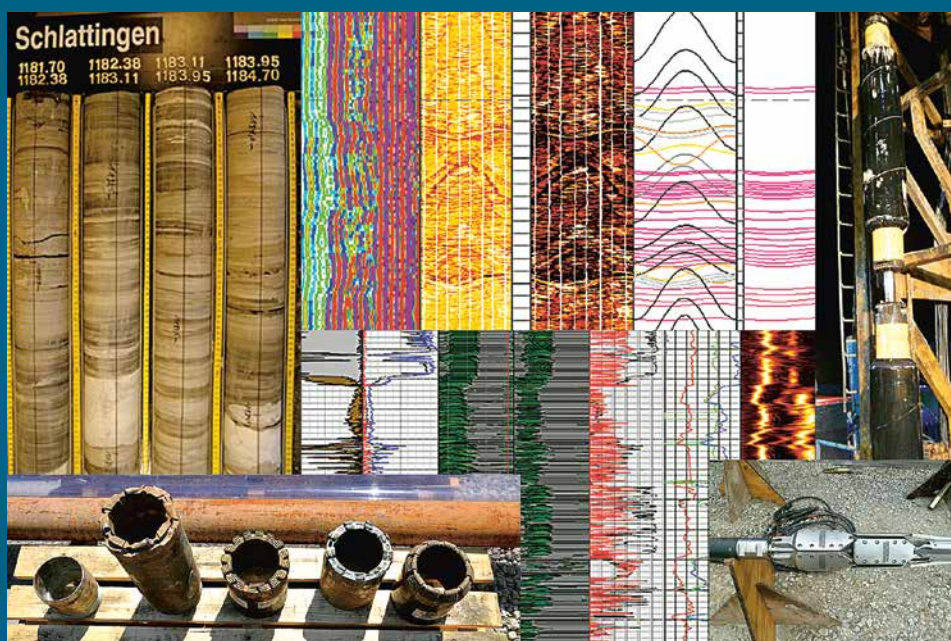
Während der eigentlichen Bohrarbeiten werden kontinuierlich Arbeiten am Bohrklein beziehungsweise Bohrkern durchgeführt. Dazu gehören unter anderem Kernbearbeitung und -vermessung, Dokumentation, Erstellung eines Bohrprofils, Probenahme sowie Bereitstellung von Probenmaterial für Laboranalysen.

Diese Untersuchungen dienen dazu, Aussagen zu den folgenden Punkten zu machen:

- Gesteinsaufbau und Lagerung
- Stratigraphie und Ablagerungsbedingungen
- Struktur-Inventar
- Geochemie

## Bohrlochgeophysik

Gesteine können anhand ihrer physikalischen Eigenschaften beschrieben und unterschieden werden. Diese lassen sich mit verschiedenen Methoden und Messverfahren im Bohrloch selbst bestimmen. Gemessen werden unter anderem die natürliche Gammastrahlung, die Dichte, die Porosität, der elektrische Widerstand, die seismischen Laufzeiten sowie die elastischen Eigenschaften.



Nagra

Durch unterschiedliche Untersuchungsmethoden in einer Sondierbohrung werden wertvolle Daten erhoben (von links oben nach rechts unten: Bohrkern, Bohrlogs, Packer, Bohrkronen und Sonde).



## Hydrologie und Hydrochemie

Das Hauptziel der hydrogeologischen Untersuchungen ist die detaillierte Erkundung der Grundwasserleiter und -stauer. In diesem Zusammenhang werden auch hydrochemische Analysen zur Bestimmung der Inhaltsstoffe sowie des Alters der Grund- und Porenwässer vorgenommen.

Mit Packersystemen lassen sich ausgewählte Abschnitte in einem Bohrloch verschliessen. Eine Verbindung im Packersystem stellt den Zugang zu diesem Bereich sicher, beispielsweise für Messsonden. Im verschlossenen Abschnitt können so Untersuchungen durchgeführt werden, die Daten zu Durchlässigkeit und hydraulischem Potenzial liefern.

## Geotechnik

Ziel der Untersuchungen ist eine möglichst umfassende mechanische Charakterisierung der relevanten Gesteine sowie der eventuell vorkommenden Störungsflächen und -zonen. Die Charakterisierung wird sich nicht nur auf den Bereich des Wirtgesteins (Opalinuston) beschränken, sondern auch die darüber- und darunterliegenden Gesteinschichten umfassen.

Es werden Messungen vor Ort in den Bohrlöchern und Labormessungen an den Bohrkernen vorgenommen. Dadurch lassen sich unter anderem folgende Eigenschaften bestimmen:

- Dichte und Porosität
- Druck- und Zugfestigkeit
- Deformationsverhalten
- Quellverhalten

Ernst Müller



Die entnommenen Bohrkern  
werden vor Ort untersucht und  
dokumentiert.

# Sachplan geologische Tiefenlager – Wie geht es weiter?

Anfang 2015 hat das BFE (Bundesamt für Energie) die Vorschläge der Nagra für Standorte, die in Etappe 3 weiter untersucht werden sollen, veröffentlicht. Es folgte die fachtechnische Prüfung durch die Behörden, bevor alle Unterlagen Ende 2017 in eine breite öffentliche Vernehmlassung gehen. Voraussichtlich Ende 2018 entscheidet der Bundesrat über den Weiterzug der geologischen Standortgebiete Zürich Nordost, Nördlich Lägern und Jura Ost in Etappe 3.

Die Nagra gibt, gestützt auf die erdwissenschaftlichen Untersuchungen, gegen 2022 bekannt, für welche Standortgebiete sie Rahmenbewilligungsgesuche für ein HAA- und SMA-Lager oder aber ein Kombilager ausarbeiten wird.

Voraussichtlich 2024 reicht die Nagra die Rahmenbewilligungsgesuche ein. Für die weitere Konkretisierung ist davor wiederum die Zusammenarbeit mit den Standortkantonen, Regionen und Gemeinden vorgesehen. Den Rahmenbewilligungsgesuchen folgen wieder eine behördliche Prüfung, eine breite öffentliche Anhörung und der Bundesratsentscheid, der zirka 2029 erwartet wird.

Das Parlament muss diesen Entscheid genehmigen. Der Parlamentsentscheid wiederum untersteht dem fakultativen Referendum. Sofern dieses ergriffen wird, entscheidet das Schweizer Stimmvolk etwa 2031 über die Standorte für geologische Tiefenlager.



Nagra

Bundeshaus in Bern

## Faktenblätter – Sondierbohrungen

«Beschreibung Bohrplatz und Ziel der Sondierbohrungen»

Zürich Nordost und Jura Ost (September 2016)

Nördlich Lägern (August 2017)

Alle Faktenblätter können auch unter [www.nagra.ch](http://www.nagra.ch) → Publikationen/Downloads  
→ Broschüren heruntergeladen werden.

Nationale Genossenschaft  
für die Lagerung  
radioaktiver Abfälle

Hardstrasse 73  
Postfach 280  
CH-5430 Wettingen

Tel: 056 437 11 11  
Fax: 056 437 12 07

[info@nagra.ch](mailto:info@nagra.ch)  
[www.nagra.ch](http://www.nagra.ch)  
[www.nagra-blog.ch](http://www.nagra-blog.ch)

Fotos: Ernst Müller;  
Gerry Thönen; Nagra

**nagra** ● **aus verantwortung**

August 2017