

# **Sondiergesuch NSG-Q 18-04**

**Gesuch um Erteilung einer  
Bewilligung für erdwissen-  
schaftliche Untersuchungen**

**Quartärbohrung  
Andelfingen-Niederfeld**

April 2018

**Nationale Genossenschaft  
für die Lagerung  
radioaktiver Abfälle**

Hardstrasse 73  
Postfach 280  
5430 Wettingen  
Telefon 056-437 11 11  
[www.nagra.ch](http://www.nagra.ch)



# Sondiergesuch NSG-Q 18-04

**Gesuch um Erteilung einer  
Bewilligung für erdwissen-  
schaftliche Untersuchungen**

**Quartärbohrung  
Andelfingen-Niederfeld**

April 2018

**STICHWÖRTER**

Quartäruntersuchungen, Quartärbohrungen, QAU, QBO,  
Andelfingen-Niederfeld, Zürich Nordost, ZNO

**Nationale Genossenschaft  
für die Lagerung  
radioaktiver Abfälle**

Hardstrasse 73  
Postfach 280  
5430 Wettingen  
Telefon 056-437 11 11  
[www.nagra.ch](http://www.nagra.ch)



## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Tabellenverzeichnis.....	II
Figurenverzeichnis.....	II
<b>1 Einleitung und Zielsetzung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Geologischer Bericht .....</b>	<b>3</b>
2.1 Lage der Bohrstelle.....	4
2.2 Eignung des Bohrstandorts.....	6
<b>3 Untersuchungsprogramm .....</b>	<b>9</b>
3.1 Ziel der Untersuchungen.....	9
3.2 Generelles Vorgehen .....	9
3.2.1 Bohrverfahren und Bohrgerät .....	9
3.2.2 Installation der Bohrstelle.....	9
3.2.3 Bohrstellen-Dispositiv und Platzbedarf.....	10
3.2.4 Versorgung der Bohrstelle.....	11
3.2.5 Verfüllung der Bohrung.....	11
3.3 Untersuchungsprogramm.....	11
3.4 Beginn, Dauer und Programmanpassungen.....	11
3.5 Erschliessung der Bohrstelle und Transporte .....	12
3.6 Wiederherstellen der Bohrstelle .....	12
<b>4 Umweltaspekte .....</b>	<b>13</b>
4.1 Relevanzmatrix.....	13
4.2 Emissionen.....	14
4.2.1 Luftreinhalteung .....	14
4.2.2 Lärm.....	14
4.2.3 Lichtimmissionen .....	14
4.3 Erschütterungen.....	15
4.4 Grundwasser .....	15
4.5 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme .....	15
4.6 Entwässerung der Bohrstelle .....	16
4.7 Naturgefahren .....	16
4.8 Boden und Fruchtfolgeflächen .....	16
4.9 Altlasten.....	16
4.10 Abfälle und umweltgefährdende Stoffe.....	17
4.11 Umweltgefährdende Organismen .....	17
4.12 Wald.....	17
4.13 Flora, Fauna und Lebensräume.....	17
4.14 Landschaft und Ortsbild .....	18

4.15	Kulturdenkmäler und archäologische Stätten.....	18
4.16	Störfallvorsorge und Katastrophenschutz.....	18
<b>5</b>	<b>Risiko- und Gefahrenabschätzung.....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Rechtliche Voraussetzungen für die Bewilligung .....</b>	<b>21</b>
6.1	Zusammenfassung der Anforderungen an ein Gesuch für QBO .....	21
6.2	Rechtsverhältnisse an der Bohrstelle .....	21
6.3	Anträge .....	21
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>23</b>

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Relevanzmatrix der Umweltbereiche für die Bohrstelle QBO Andelfingen-Niederfeld. ....	13
Tab. 2:	Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen.....	21

## Figurenverzeichnis

Fig. 1:	Illustration des Verlaufs der Andelfingen-Rinne anhand des Nord-schweizer Modells der Basis Quartär (Pietsch & Jordan 2014) mit der geplanten Bohrstelle. ....	3
Fig. 2:	Übersichtskarte der Bohrstelle QBO Andelfingen-Niederfeld mit Verlauf der Seismiklinie 16-QAU-05 sowie der bestehenden Aufzeitbohrung AZ-661. ....	4
Fig. 3:	Situationsplan der QBO Andelfingen-Niederfeld mit der ungefähren Fläche der Bohrstelle.....	5
Fig. 4:	Orthophoto der Bohrstelle QBO Andelfingen-Niederfeld.....	6
Fig. 5:	Die Bohrstelle QBO Andelfingen-Niederfeld, Blickrichtung WNW zum Rütihof. ....	10

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Quartäruntersuchungen sind Teil des Nagra Untersuchungskonzepts für vertiefte erdwissenschaftliche Untersuchungen in Etappe 3 des Sachplans Geologische Tiefenlager (SGT). Sie dienen der Gewinnung von Felddaten für die Abklärung von Fragestellungen zur geologischen Langzeitentwicklung (vgl. Nagra 2014a, Nagra 2016).

Im Rahmen der Quartäruntersuchungen ist die Abteufung von Quartärbohrungen (QBO) vorgesehen. Im Gegensatz zu Tiefbohrungen dienen QBOs nicht zwingend der Charakterisierung von geologischen Standortgebieten, sondern der übergeordneten quartärgeologischen Erkundung der Nordschweiz. QBOs liegen deshalb nicht zwingend innerhalb der zu untersuchenden Standortgebiete, sondern abhängig von den lokalen quartärgeologischen Verhältnissen auch ausserhalb davon. QBOs werden stets nur bis einige Meter unter die Felsoberkante abgeteuft. Der einschlusswirksame Gebirgsbereich ist von diesen Bohrungen daher nicht betroffen.

Gemäss Art. 35 des Kernenergiegesetzes<sup>1</sup> (KEG) ist für die Durchführung von QBOs eine Bewilligung des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) erforderlich. Ziel des vorliegenden Gesuchs ist es, die Bewilligung für die Durchführung einer QBO in der Gemeinde Andelfingen (Kanton Zürich) zu erlangen.

Mit dem vorliegenden **Gesuch für die QBO Andelfingen-Niederfeld** wird eine Bohrlokation parzellengenau festgelegt. Der geplante Bohrstandort liegt nordwestlich der Ortschaft Andelfingen südlich des Standortgebiets Zürich Nordost (ZNO).

Für die Erteilung der Bewilligung gemäss Art. 58 der Kernenergieverordnung<sup>2</sup> (KEV) muss das Gesuch folgende Anforderungen erfüllen:

- Geologischer Bericht
- Übersichtskarte
- Untersuchungsprogramm
- Angabe zur gewünschten Dauer der Bewilligung
- Bericht über mögliche Auswirkungen der Untersuchungen auf Geologie und Umwelt

---

<sup>1</sup> Kernenergiegesetz (KEG, SR 732.1) vom 21. März 2003 (Stand 1. Januar 2018).

<sup>2</sup> Kernenergieverordnung (KEV, SR 732.11) vom 10. Dezember 2004 (Stand 1. Januar 2018).



## 2 Geologischer Bericht

Die QBO Andelfingen-Niederfeld zielt auf die Charakterisierung der glazial übertieften Andelfingen-Rinne (Fig. 1) ab. In der Region vom untersten Thurtal bis südlich des Cholfirns können im Wesentlichen drei glazial übertiefte Rinnen unterschieden werden: die Andelfingen-, die Marthalen- und die Rudolfingen-Rinne. Die Andelfingen-Rinne ist die südlichste und tiefste dieser Rinnen und verläuft nördlich von Andelfingen gegen Südwesten (vgl. Fig. 1). Sie ist nachweislich über 250 m in den Felsuntergrund aus Molassesedimenten eingeschnitten und stellt eine der bedeutendsten glazialen Übertiefungen der Nordschweiz dar (Pietsch & Jordan 2014, Nagra 2014b).

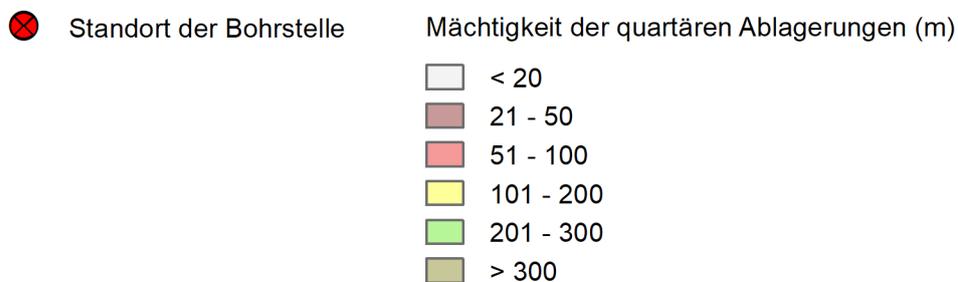
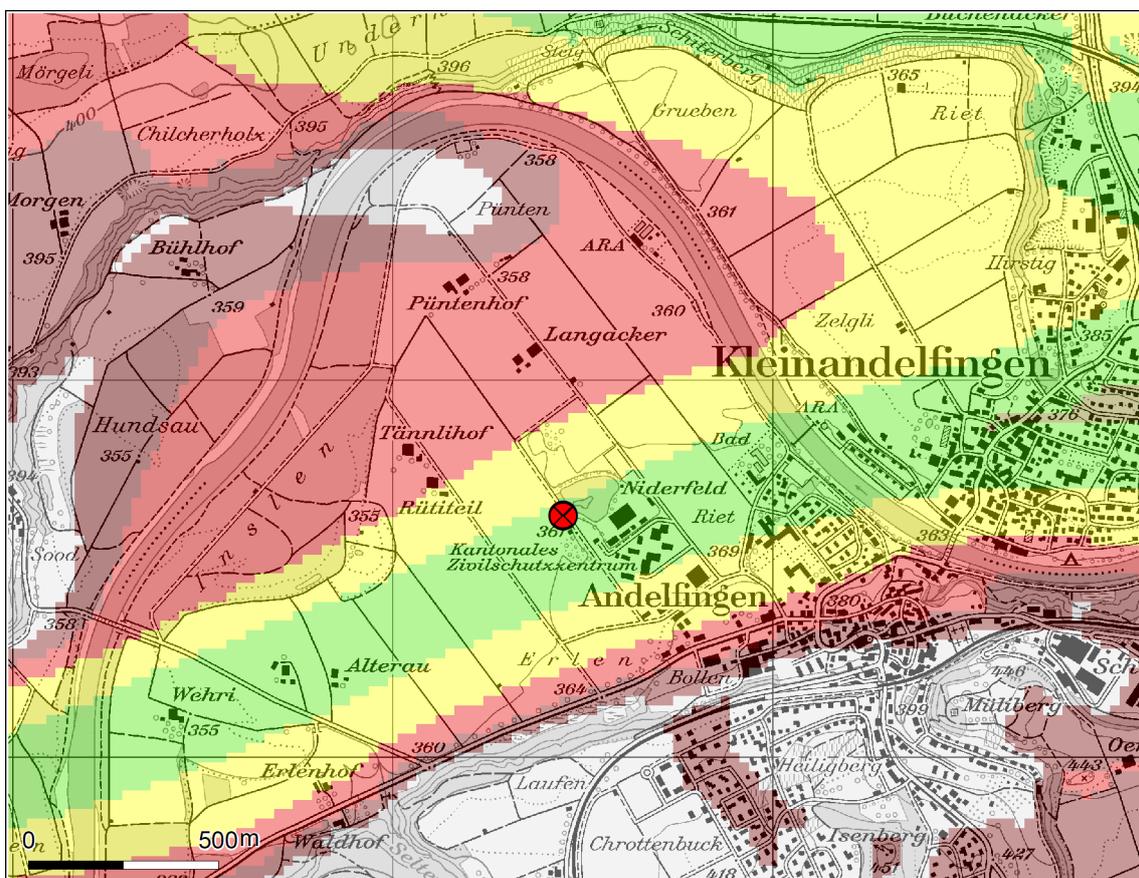


Fig. 1: Illustration des verifizierten Verlaufs der Andelfingen-Rinne nördlich von Andelfingen anhand des Nordschweizer Modells der Basis Quartär (Pietsch & Jordan 2014) mit der geplanten Bohrstelle.

Die Andelfingen-Rinne liegt innerhalb der letzteiszeitlichen Eisausdehnung (Bini et al. 2009, Hofmann 1967). Ihre Anlage könnte im mittleren Pleistozän erfolgt sein, ihr genaues Entstehungsalter ist jedoch nicht bekannt (Graf 2009, Schnellmann et al. 2014, Nagra 2014b). Der Kenntnisstand betreffend Verlauf und Tiefgang der Rinne beruht auf Informationen aus bestehenden Bohrungen und Hinweisen aus regionalen 2D-Seismikprofilen (vgl. Pietsch & Jordan 2014) sowie den jüngsten Erkenntnissen aus einer ersten Auswertung der neuen, quartärspezifischen Nagra 2D-Seismik QAU16 (vgl. Kap. 2.2; ENSI 2017).

Die geplante QBO Andelfingen-Niederfeld dient der besseren Abklärung des Rinnentiefgangs sowie der Charakterisierung und Beprobung der zentralen Rinnenfüllung, deren geochronologische Datierung Hinweise auf das Mindestentstehungsalter der Rinne liefern soll.

## 2.1 Lage der Bohrstelle

Der geplante Standort der QBO Andelfingen-Niederfeld liegt im zentralen Bereich der Andelfingen-Rinne, nordwestlich der gleichnamigen Ortschaft (Fig. 2). Die Bohrstellensituation der QBO zeigen Fig. 3 und 4.

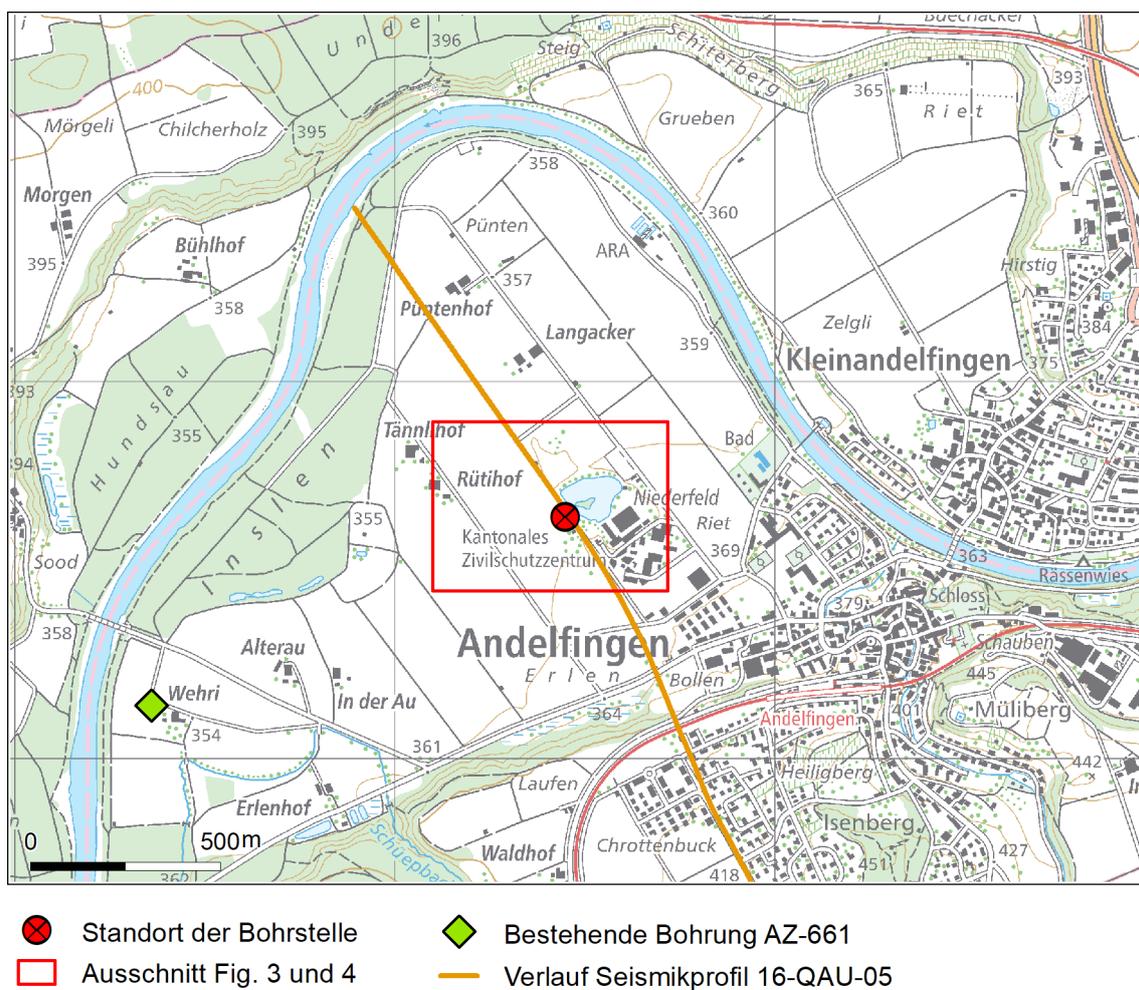
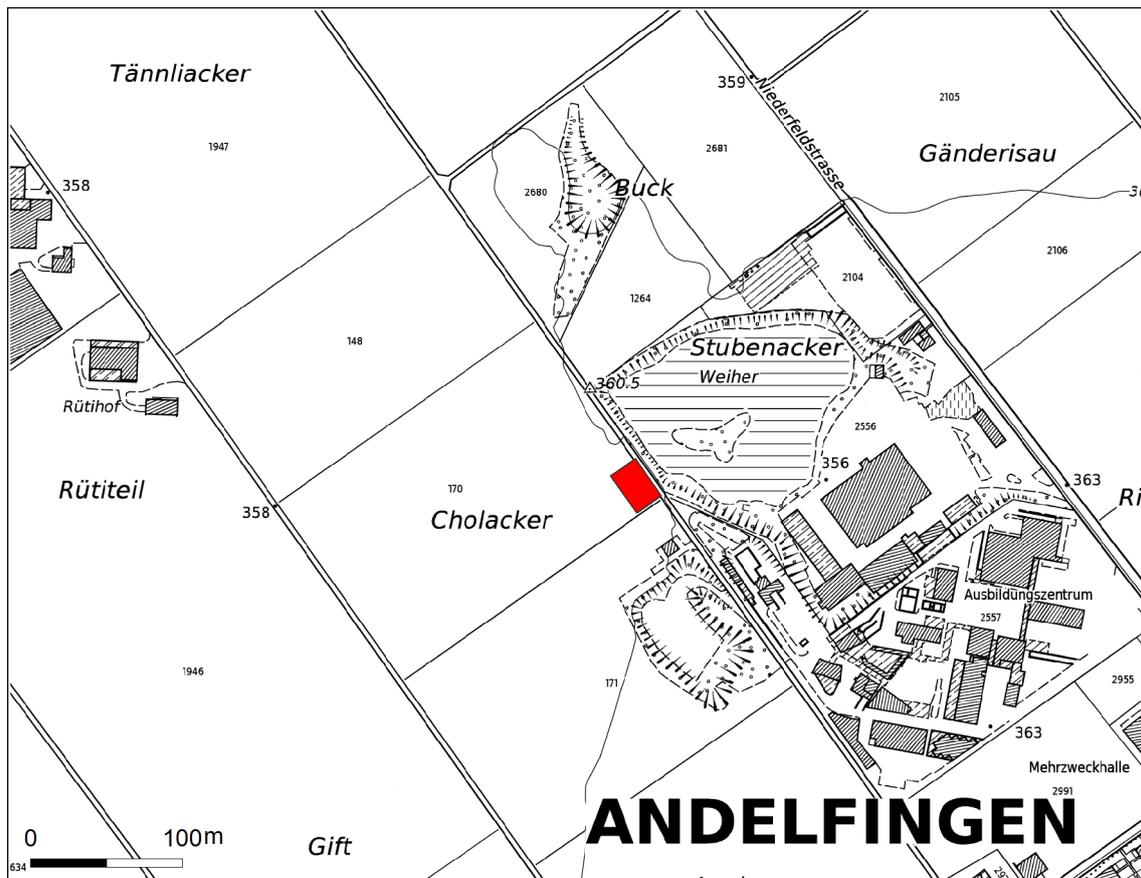


Fig. 2: Übersichtskarte der Bohrstelle QBO Andelfingen-Niederfeld mit Verlauf der 2D-Seismiklinie 16-QAU-05 sowie Lokation der bestehenden Aufzeitbohrung AZ-661.

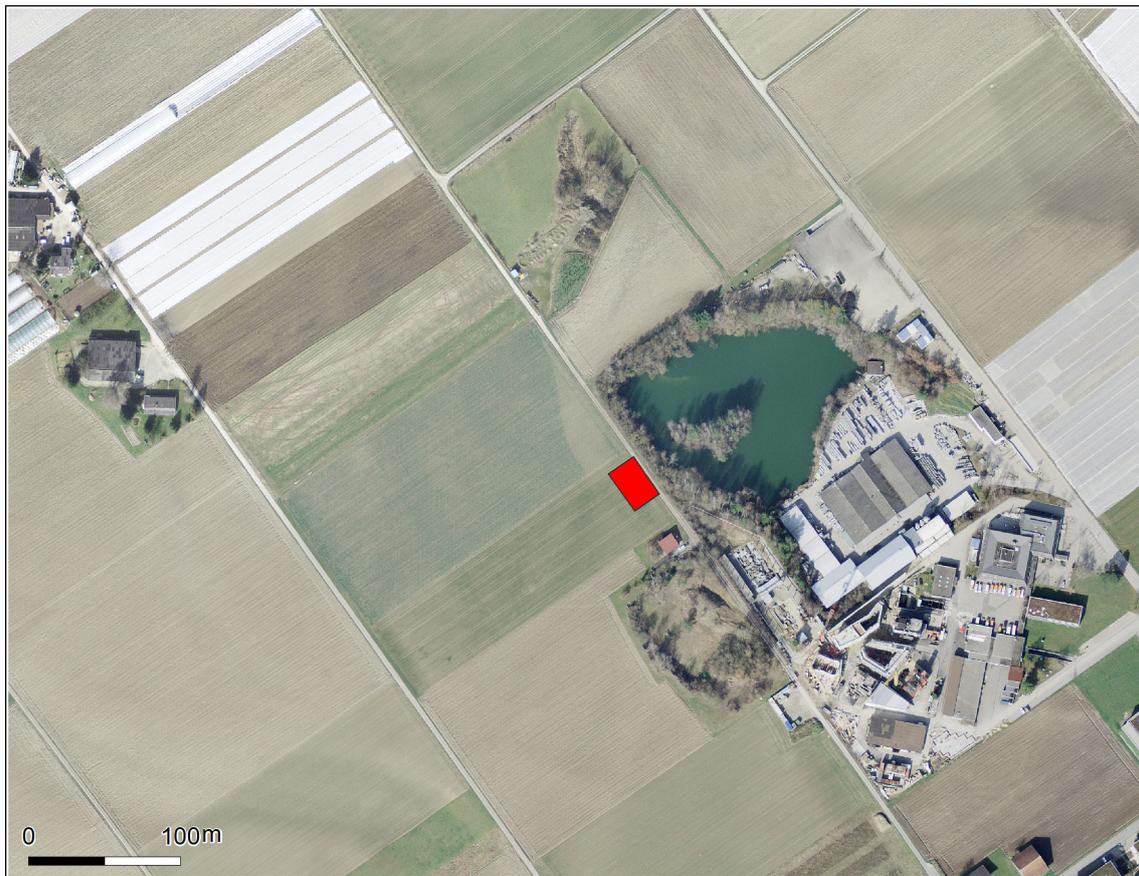
Der Bohrstandort der QBO Andelfingen-Niederfeld weist folgende Kennwerte auf:

- Parzelle: Kat.-Nr. 170
- Flurname: Cholacker
- Nutzung: Landwirtschaftszone
- ca. Koordinaten: 2'692'447 / 1'272'642
- Höhe: 359.4 m ü.M.



■ Fläche der Bohrstelle

Fig. 3: Situationsplan der QBO Andelfingen-Niederfeld mit der ungefähren Fläche der Bohrstelle.



■ Fläche der Bohrstelle

Fig. 4: Orthophoto der Bohrstelle QBO Andelfingen-Niederfeld.

## 2.2 Eignung des Bohrstandorts

Basierend auf der provisorischen Auswertung der neuen, quartärspezifischen 2D-Seismik QAU16 der Nagra (ENSI 2017) liegt die geplante QBO Andelfingen-Niederfeld im zentralen Bereich der Andelfingen-Rinne. Die provisorische Interpretation der 2D-Seismiklinie 16-QAU-05 impliziert an dieser Stelle eine Rinnentiefe von ca. 280 m u.T. Die geplante QBO befindet sich ausserdem ca. 1.2 km nordöstlich einer bereits bestehenden destruktiven Aufzeitbohrung bei Wehri (AZ-661, vgl. Fig. 2; Haldimann et al. 1992) und nahe der Bohrung B1/17 (im Zentrum der Zivilschutzanlage; Dr. von Moos AG 2017). Die Aufzeitbohrung AZ-661 erreichte die Basis der Rinne bzw. den anstehenden Fels bis 255 m u.T. nicht; die Bohrung B1/17 wurde lediglich bis 7.2 m u.T. abgeteuft. Zwischen ca. 8 m u.T. und 220 m u.T. resp. zwischen ca. Kote 347 m ü.M. und 135 m ü.M. wurden in der Aufzeitbohrung sandige Seeablagerungen erbohrt, welche potenziell für die Anwendung geochronologischer Datierungsmethoden geeignet sind. In der Bohrung B1/17 wurden die Seeablagerungen bereits in 6 m u.T. resp. auf ca. Kote 357 m ü.M. aufgeschlossen.

Der geplante Standort für die QBO Andelfingen-Niederfeld ist aus zwei Gründen geeignet, vorhandene Informationen zum Tiefgang und zur sedimentären Füllung der Andelfingen-Rinne in einem diesbezüglich bis dato schlecht charakterisierten Bereich zu verbessern: Erstens befindet sich die geplante Bohrung gemäss jüngsten Erkenntnissen aus der neuen, quartärspezifischen

Nagra 2D-Seismik QAU16 im zentralen und tiefsten Bereich der Rinne (ENSI 2017). Zweitens ist es aufgrund der oben genannten Aufzeitbohrung (vgl. Haldimann et al. 1992) wahrscheinlich, dass an dieser Stelle potenziell datierbare Seesedimente angetroffen werden.

Die zu erwartenden hydrogeologischen Verhältnisse in der QBO Andelfingen-Niederfeld lassen sich aufgrund des Bohrprofils der nahe gelegenen Bohrung B1/17 (Dr. von Moos AG 2017) abschätzen. Die Schottermächtigkeit beträgt dort ca. 2 m, wobei oberflächennah künstliche Auffüllungen vorhanden sind, welche im Zuge eines Bauprojekts innerhalb des kantonalen Zivilschutzentrums eingebracht wurden. Die spätglazialen Schotterablagerungen sind grundwasserführend. In der Bohrung B1/17 wurde der Grundwasserspiegel in ca. 6.6 m u.T. resp. auf ca. Kote 356.1 m ü.M. angetroffen (Dr. von Moos AG 2017). Einen weiteren Hinweis auf den lokalen Grundwasserspiegel liefert zudem der nahe gelegene Stubenacker-Weiher mit einem Wasserspiegel auf ca. Kote 355 m ü.M. resp. rund 5 m u.T. Die Grundwasserkarte des Kantons Zürich (GIS-ZH 2018) weist aufgrund fehlender Messreihen keine Angaben zum Mittelwasserspiegel aus.

Um das Erkundungsrisiko zu minimieren und für eine optimale Kalibration der 2D-Seismik QAU16, ist die QBO Andelfingen-Niederfeld auf den geplanten Standort nahe der Seismiklinie 16-QAU-05 angewiesen. Die Bohrstelle weist somit im raumplanerischen Sinne eine positive Standortgebundenheit auf.



## 3 Untersuchungsprogramm

### 3.1 Ziel der Untersuchungen

Das Ziel der QBO Andelfingen-Niederfeld ist die quartärgeologische Charakterisierung der glazial übertieften Andelfingen-Rinne, insbesondere die genauere Abklärung ihres Tiefgangs im zentralen Rinnenbereich sowie die Gewinnung von Kernproben und deren anschliessende geochronologische Datierung (vgl. Kap. 2). Zur Abklärung der Rinnentiefe im Bereich der Bohrstelle soll die Bohrung bis ca. 10 m unterhalb der Felsoberkante abgeteuft werden. Gemäss den Erkenntnissen aus der quartärspezifischen Nagra 2D-Seismik QAU16 (ENSI 2017) wird von einer voraussichtlichen Endteufe von ca. 290 m u.T. ausgegangen. Durch die geplanten Untersuchungen soll die Rekonstruktion pleistozäner Erosionsprozesse um das Standortgebiet ZNO für die Weiterentwicklung von Erosionsszenarien präzisiert werden.

### 3.2 Generelles Vorgehen

#### 3.2.1 Bohrverfahren und Bohrgerät

Die QBO Andelfingen-Niederfeld wird in Absprache mit der noch zu verpflichtenden Bohrfirma gemäss dem Stand der Technik abgeteuft, um über die für die Zielsetzung relevante Bohrstrecke einen lückenlosen Sedimentkern von bestmöglicher Qualität zu gewinnen.

Für die Durchführung der QBO Andelfingen-Niederfeld wird, je nach Bohrfirma und Verfügbarkeit von verschiedenen Bohranlagen, vorzugsweise ein Raupenbohrgerät oder ein mobiles Bohrgerät zum Einsatz kommen, welches auf einem 3- bis 4-achsigen LKW montiert ist und situationsabhängig während der Bohrarbeiten den Einsatz verschiedener Kernbohrverfahren erlaubt. Aufgrund des noch nicht definierten Bohrgeräts variieren die Abmessungen und Kennwerte der typischerweise verwendeten Bohrgeräte:

- Länge inkl. Mast ca. 8 – 13 m
- Breite ca. 2 – 3 m
- Höhe Mast ca. 6 – 14 m
- Maximale Hakenlast ca. 300 – 500 kN (ca. 30 – 50 t)
- Gewicht (inkl. LKW) ca. 40 t

#### 3.2.2 Installation der Bohrstelle

Das mobile Bohrgerät wird auf der landwirtschaftlich genutzten Parzelle Kat.-Nr. 170 angeordnet (vgl. Fig. 3). Die landwirtschaftliche Bewirtschaftung der betroffenen Parzelle wird während des Bohrbetriebs, abgesehen von der Bohrstellenfläche, weiterhin möglich sein. Der Transport des Bohrgeräts sowie die restlichen Transporte zur Bohrstelle erfolgen in Absprache mit der Gemeinde sowie der Flurgenossenschaft Andelfingen ab der Hauptstrasse (RVS 542, Flaacherstrasse) von Südwesten her über die Tännlihof- und die Schwellstrasse sowie einen befestigten Landwirtschaftsweg (Parzelle Kat.-Nr. 176). Die Fahrten zur Bohrstelle werden auf ein notwendiges Minimum reduziert.

### 3.2.3 Bohrstellen-Dispositiv und Platzbedarf

Für die Bohrstelle und die temporären Installationen ist ein Platzbedarf von total rund 600 m<sup>2</sup> erforderlich (vgl. Fig. 3 und 4).

Die für die Installation und den Betrieb des Bohrgeräts notwendigen Geräte und das Zubehör (Gestängelager, Materiallager, Servicefahrzeug, Pumpen, Mannschaftsbaracken sowie Treibstofftank und Öllager, Spültankanlagen etc.) werden in unmittelbarer Nähe zum Bohrgerät auf dem südöstlichen Teil der Landwirtschaftsparzelle Kat.-Nr. 170 installiert. Um den Niveauunterschied zwischen der Wegschulter und der Ackerfläche auszugleichen (vgl. Fig. 5) und gleichzeitig den unterliegenden Boden zu schonen, wird ein Geotextil ausgelegt und darauf ein Kieskoffer bis auf das Niveau des Landwirtschaftswegs aufgeschüttet. Die Nutzung der Fläche erfolgt so, dass keine bleibenden Beeinträchtigungen für den Boden entstehen (vgl. Kap. 4.8).



Fig. 5: Die Bohrstelle QBO Andelfingen-Niederfeld, Blickrichtung WNW zum Rütihof.

### **3.2.4 Versorgung der Bohrstelle**

#### **Energie**

Der Antrieb des Bohrgeräts erfolgt direkt über den Dieselmotor des Bohrgeräts bzw. des LKWs. Die Energieversorgung der übrigen elektrisch betriebenen Geräte und Maschinen auf der Bohrstelle kann mit einem Stromanschluss ab dem östlich gelegenen kantonalen Zivilschutzzentrum technisch realisiert werden. Allenfalls kommt ein mobiles Stromaggregat zum Einsatz, welches ebenfalls mit Diesel betrieben wird. Der dafür notwendige Baustellentank verfügt über ein Fassungsvermögen von ca. 450 l.

#### **Wasser**

Der Wasserbedarf für die Bohrarbeiten und den Betrieb der Bohrstelle wird ab dem nächstgelegenen Hydranten Nr. 17681 beim Zivilschutzzentrum in ca. 110 m Entfernung sichergestellt. Der Wasserverbrauch auf der Bohrstelle wird mittels installierter Wasseruhr registriert.

### **3.2.5 Verfüllung der Bohrung**

Die Bohrung wird nach Abschluss der Bohrarbeiten fachgerecht analog zu Erdwärmesonden gemäss Schweizer Norm SN 546 384/6 (SIA 2010) verfüllt. Um ein oberflächliches Eindringen von Sickerwasser in das Bohrloch zu verhindern, werden quellfähige Bentonit-Pellets zur Versiegelung der Bohrung eingesetzt.

### **3.3 Untersuchungsprogramm**

Die Gewinnung eines lückenlosen Bohrkerns bestmöglicher Qualität über die relevante Bohrstrecke der quartären Ablagerungen ist das Hauptziel der Bohrarbeiten. Die gewonnenen Kerne der quartären Ablagerungen werden geologisch aufgenommen und im Labor untersucht. Zur Kalibration der 2D-Seismikline 16-QAU-05 ist vorgesehen, nach Erreichung der Endteufe geophysikalische Bohrlochmessungen vorzunehmen, sofern dies die Bohrlochstabilität zulässt. Das derzeit absehbare Messprogramm kann in der Regel im Laufe eines Arbeitstags absolviert werden und wird in Form eines Arbeitsprogramms vor Bohrbeginn genauer spezifiziert. Sofern in der Bohrung tiefere Aquifere angetroffen werden, ist bei entsprechender Bohrlochstabilität ausserdem eine Wasserprobenahme mit einfachen Methoden vorgesehen.

### **3.4 Beginn, Dauer und Programmanpassungen**

Die QBO Andelfingen-Niederfeld soll unmittelbar nach Rechtskraft der Bewilligung durch das UVEK beginnen, wobei eine Geltungsdauer der Bewilligung von 2 Jahren ab Rechtskraft beantragt wird.

Die Bohrung ist Bestandteil der Dokumentation des Rahmenbewilligungsgesuchs (RBG). Der Zeitbedarf für das Abteufen einer Kernbohrung am Standort bis ca. 10 m unter die Felsoberkante (voraussichtliche Endteufe 290 m u.T.) wird bei Ausführung der Bohrung im 24 h-Betrieb auf rund fünf bis sechs Arbeitswochen geschätzt. In der angegebenen Zeit ist ein Puffer für allfällige technische Schwierigkeiten enthalten sowie etwa fünf Arbeitstage für die Vorbereitung der Bohrstelle (Ausbringen des Geotextils sowie Aufschütten des Kieskoffers), die Installation sowie den Abbau des Bohrgeräts und die Wiederherstellung der Bohrstelle in den Ausgangszustand (vgl. auch Kap. 3.6).

Während der Bohrphase ist aus betrieblichen Gründen (Verkürzung der Bohrdauer) an Werktagen (Montag ab 6:00 Uhr bis Samstag 18:00 Uhr) ein 24-h-Bohrbetrieb vorgesehen. An Sonn- und allgemeinen Feiertagen werden keine Arbeiten durchgeführt. Bautransporte finden während des Bohrbetriebs tagüber zwischen 6:00 und 20:00 Uhr statt. In Notfällen müssen Bautransporte auch ausserhalb dieser Zeiten durchgeführt werden. Die kommunale Behörde wird über solche Ausnahmetransporte vorgängig informiert.

Bei technischen Problemen können in Absprache mit den Behörden auch Arbeiten ausserhalb der beschriebenen Arbeitszeiten getätigt werden.

Um auf die Brut- und Setzzeit der Wildtiere sowie auf die Amphibienwanderung im Frühling Rücksicht zu nehmen, wird die Bohrtätigkeit in Absprache mit den kantonalen Fachstellen in einem Zeitfenster zwischen August und Februar durchgeführt (vgl. Kap. 4.13).

### **3.5 Erschliessung der Bohrstelle und Transporte**

Rund 1.6 km östlich der Bohrstelle befindet sich die Nationalstrasse A4 Winterthur – Schaffhausen. Die nächste Autobahnausfahrt – Nr. 11 Adlikon – liegt in südöstlicher Richtung rund 3.5 km von der Bohrstelle entfernt. Die Erschliessung der Bohrstelle erfolgt ab der Ausfahrt Nr. 11 nach Nordwesten über die RVS 15 (Unterdorfstrasse) sowie die Landstrasse nach Andelfingen. Im Ort führt die RVS 542 (Flaacherstrasse) schliesslich gegen Westen, bevor die Zufahrt von Südwesten her via Tännlihof, Schwellistrasse und einen befestigten Landwirtschaftsweg (Parzelle Kat.-Nr. 176) zur Bohrstelle führt.

Während der Installationsphase der Bohrstelle und des Bohrgeräts sowie deren Deinstallation sind je ca. sechs Hin- und Rückfahrten über ca. fünf Tage zu erwarten. Während der Bohrarbeiten sind nur einzelne Materialtransporte notwendig, etwa für das Abtransportieren der Bohrkörner, das Zuführen des Verfüllungsmaterials sowie für Mannschaftstransporte. Mit im Mittel ca. drei Fahrten pro Tag entsteht somit kein nennenswerter Verkehr.

### **3.6 Wiederherstellen der Bohrstelle**

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wird das Bohrloch vollständig verfüllt (vgl. Kap. 3.2.5). Nach dem Abtransport der temporären Installationen werden der Kieskoffer abgetragen und abtransportiert und das Geotextil (Trennvlies) entfernt. Die beanspruchte Fläche wird wieder so hergerichtet, dass die ursprüngliche Nutzung fortgeführt werden kann.

## 4 Umweltaspekte

### 4.1 Relevanzmatrix

Die Relevanzmatrix in Tab. 1 zeigt, welche konkreten, standortspezifischen öffentlichen Interessen des Umwelt-, Natur- und Heimatschutzes sowie der Raumplanung auf der Bohrstelle der QBO Andelfingen-Niederfeld berührt werden.

Tab. 1: Relevanzmatrix der Umweltbereiche für die Bohrstelle QBO Andelfingen-Niederfeld.

Umweltbereiche	Installations- und Bohrphase
Luftreinhaltung	○
Lärm	●
Lichtimmissionen	●
Erschütterungen	○
Grundwasser	●
Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	○
Entwässerung der Bohrstelle	○
Naturgefahren	○
Boden / Fruchtfolgeflächen	●
Altlasten	○
Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	●
Umweltgefährdende Organismen	○
Wald	○
Flora, Fauna, Lebensräume	○
Landschaft und Ortsbild	○
Kulturdenkmäler, archäologische Stätten	●
Störfallvorsorge / Katastrophenschutz	○

Legende:

- Irrelevant, keine Auswirkungen
- Auswirkungen relevant, Umweltaspekt beschrieben

Die Installationsphase der QBO Andelfingen-Niederfeld umfasst die Einrichtung der Bohrstelle. Während der Bohrphase wird die QBO gemäss Untersuchungsprogramm (vgl. Kap. 3) abgeteuft.

Nachfolgend werden die berührten Umweltbereiche behandelt und allfällige Massnahmen erläutert.

## 4.2 Emissionen

### 4.2.1 Luftreinhalte

Sämtliche Geräte müssen die neusten EU-Abgasnormen für schwere und leichte Nutzfahrzeuge erfüllen. Somit genügen sie den Anforderungen an Baumaschinen gemäss Anhang 4 lit. 31 Luftreinhalte-Verordnung<sup>3</sup> (LRV).

### 4.2.2 Lärm

Während der Bohrphase ist aus betrieblichen Gründen (Verkürzung der Bohrdauer) an Werktagen (Montag 6:00 Uhr bis Samstag 18:00 Uhr) ein 24-h-Bohrbetrieb vorgesehen. An Sonn- und allgemeinen Feiertagen werden keine Arbeiten durchgeführt. Die von den Bohrarbeiten ausgehenden Lärmemissionen sind vergleichbar mit normalem Baustellenlärm. Die Bohrstelle ist gemäss Lärmschutz-Verordnung<sup>4</sup> (LSV) der Lärmempfindlichkeitsstufe III (ES III) zugeordnet. Die nächstgelegenen bewohnten und somit lärmempfindlichen Wohngebäude befinden sich in einer Entfernung von rund 320 m resp. 410 m nordwestlich (Rütihof und Tännlihof) sowie 410 m nördlich (Hof Niederfeld) von der Bohrstelle entfernt (vgl. Fig. 2 und 3). Diese Wohnhäuser liegen in der Landwirtschaftszone, welche der ES III zugeordnet ist. Die Wohnhäuser in den Wohnzonen (ES II) im Südosten und Osten werden durch das dazwischen liegende, grossflächige kantonale Zivilschutzzentrum (Zone für öffentliche Bauten, ES III) abgeschirmt und sind deshalb nicht vom Baulärm betroffen.

Während der Nacht gelten gemäss der Baulärm-Richtlinie (BAFU 2011) für Arbeiten zwischen 19:00 und 7:00 Uhr verschärfte Massnahmen.

**Massnahmen:** Bei der Ausführung der nicht lärmintensiven Bohrarbeiten wird darauf geachtet, tagsüber bei Bedarf entsprechende Massnahmen gemäss Massnahmenstufe A der Baulärm-Richtlinie (BAFU 2011) umzusetzen. Während der nächtlichen Bohrarbeiten (Zeiten mit erhöhtem Ruheanspruch) werden gemäss Baulärm-Richtlinie Massnahmen der nächst höheren Massnahmenstufe B angewandt.

### 4.2.3 Lichtimmissionen

Aufgrund der vorgesehenen Nacharbeit ist eine Ausleuchtung der Bohrstelle sowie des Installationsplatzes notwendig. Für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen im Freien gilt grundsätzlich die Norm SN EN 122464-2 (SNV 2014), wonach Baustellen nachts im Hinblick auf eine Minimierung der Unfallgefahr ausgeleuchtet werden müssen.

---

<sup>3</sup> Luftreinhalte-Verordnung (LRV, SR 814.318.142.1) vom 16. Dezember 1985 (Stand 1. August 2016).

<sup>4</sup> Lärmschutz-Verordnung (LSV, SR 814.41) vom 15. Dezember 1986 (Stand 1. Januar 2016).

**Massnahmen:** Gemäss dem Entwurf der "Vollzugshilfe Lichtemissionen" (BAFU 2017) sollen dabei folgende Grundsätze beachtet und umgesetzt werden:

- Nur diejenigen Flächen beleuchten, auf welchen tatsächlich gearbeitet wird,
- Einsatz geeigneter Leuchten,
- Verringerung der Fernwirkung, präzise Lichtlenkung (Abstrahlung vermeiden).

#### 4.3 Erschütterungen

Während der Installation der Bohrstelle sowie während des Bohrbetriebs wird nicht mit Erschütterungen gerechnet. Somit sind keine vorsorglichen Massnahmen bezüglich Einwirkungen auf Menschen und Gebäude nötig.

#### 4.4 Grundwasser

Die Bohrstelle liegt gemäss GIS-ZH (2018) innerhalb des Gewässerschutzbereichs A<sub>u</sub> sowie innerhalb des Grundwasservorkommens "Thurgrundwasserstrom" (Nr. k 16). Gemäss der Grundwasserkarte ist von einer mittleren Grundwassermächtigkeit (2 – 10 m) auszugehen. Konkrete Grundwasserstände sind gemäss der Grundwasserkarte mangels Messreihen im Gebiet nicht bekannt. Aufgrund des geologischen Profils der Aufzeitbohrung AZ-661 (Haldimann et al. 1992) resp. des Profils der Bohrung B1/17 (Dr. von Moos AG 2017) zirkuliert das vorhandene Grundwasser innerhalb der kiesigen, spätglazialen Schotter. Über den Schotterablagerungen befindet sich gemäss der Aufzeitbohrung AZ-661 eine ca. 3 m mächtige Deckschicht, bestehend aus tonigem Silt mit wenig Kies (Haldimann et al. 1992). Der Grundwasserspiegel in der Bohrung B1/17 befindet sich ca. 6.6 m u.T. resp. auf ca. Kote 356.1 m ü.M. (Dr. von Moos AG 2017).

Im Bereich der Kiesgrube Niederfeld befinden sich gemäss der Gewässerschutzkarte (GIS-ZH 2018) zudem drei oberflächennahe Fassungen (k 16-5 mit Fassungen 1 und 2 sowie k 16-19; Kt. Zürich 1991), welche noch in Betrieb sind und der Gemeinde Andelfingen entweder als Notwasserversorgung (k 16-19) dienen oder zur Brauchwassernutzung (k 16-5) verwendet werden. Die dritte Fassung (k 16-13) bezeichnet einen ungenutzten Grundwasserweiher. Zwei weitere Grundwasserweiher, welche zur Bewässerung dienen, befinden sich rund 550 m resp. 620 m westlich der Bohrstelle (Konzessionswassermengen 250 l/min resp. 500 l/min).

**Massnahmen:** Die Bohrung wird entsprechend dem aktuellen Stand der Technik durchgeführt. Zur Gewährleistung des Grundwasserschutzes wird sie in den grundwasserführenden Schottern mit einer Verrohrung durchgeführt. Allfällige weitere Massnahmen zum Schutz des Grundwassers werden in Absprache mit den zuständigen kantonalen Fachstellen definiert.

#### 4.5 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme

Der Stubenacker-Weiher befindet sich rund 20 m östlich des Bohransatzpunkts resp. rund 15 m von der Bohrstelle entfernt (GIS-ZH 2018). Die Bohrstelle liegt somit ausserhalb des gesetzlich festgelegten Gewässerraums von 15 m, welcher um stehende Gewässer mit einer Fläche von > 0.5 ha ausgeschieden wird (Art. 41b Abs. 1 GSchV<sup>5</sup>).

---

<sup>5</sup> Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201) vom 28. Oktober 1998 (Stand 2. Februar 2016).

Der Stubenacker-Weiher entstand um ca. 1966 im Zuge des Kiesabbaus der spätglazialen Schotter im Niederfeld, der im gesamten Gebiet zwischen ca. 1890 und 1970 stattfand (swisstopo 2013). Der Wasserspiegel des Weihers befindet sich etwa auf Niveau 355 m ü.M., d.h. rund 5 m unterhalb des Strassenniveaus (GIS-ZH 2018). Aufgrund des stabil eingestellten Wasserspiegels kann angenommen werden, dass der Kiesabbau bis auf die unterliegenden, schlecht durchlässigen Seeablagerungen in rund 6 m Tiefe unter Strassenniveau resp. bis auf ca. Kote 354 m ü.M. erfolgte und diese die Sohle des Weihers bilden. Der Weiher wird wahrscheinlich von zuströmendem Grundwasser aus den wasserführenden Schottervorkommen (vgl. Kap. 4.4) sowie untergeordnet von Regenwasser gespeist. Der bestehende Bewässerungskanal, welcher nordöstlich des Weihers bestand, ist nicht mehr in Betrieb (GIS-ZH 2018). Bei Einhaltung der Grundwasserschutzmassnahmen (vgl. Kap. 4.4) sind für den Weiher keine negativen Einflüsse durch die Bohrarbeiten zu erwarten. Es sind keine Massnahmen notwendig.

#### **4.6 Entwässerung der Bohrstelle**

Während der Bohrphase fallen Abwässer diverser Herkunft an. Je nach Zusammensetzung werden diese gefasst und fachgerecht entsorgt. Meteorwasser im Bereich der Bohrstelle wird, soweit es nicht im Kieskoffer versickert, über die Schulter abgeleitet und randlich versickert. Es sind keine Massnahmen notwendig.

#### **4.7 Naturgefahren**

Die Bohrstelle liegt innerhalb des untersuchten Perimeters der Naturgefahrenkarte (GIS-ZH 2018). Für die Flure "Cholacker" ist jedoch keine Überflutungsgefahr ausgewiesen. Es sind keine Massnahmen notwendig.

#### **4.8 Boden und Fruchtfolgeflächen**

Der Bohransatzpunkt sowie die dazugehörige Installationsfläche werden innerhalb der landwirtschaftlich genutzten Parzelle Kat.-Nr. 170 (vgl. Fig. 3 und 4) angeordnet. Die Parzelle Kat.-Nr. 170 gehört der Landwirtschaftszone an und ist als Fruchtfolgefläche ausgeschieden.

**Massnahmen:** Der unterliegende Boden wird mit einem geschütteten Kieskoffer (Stärke 0.3 – 0.5 m, vor Kopf aufgebracht) vor mechanischen Schäden geschützt. Um den Rückbau zu erleichtern, wird der Kieskoffer mit einem reissfesten Geotextil (Vlies) unterlegt. Die Platzfläche wird auf einer genügend abgetrockneten Bodenunterlage erstellt. Im Zweifelsfall werden die Tragfähigkeit und der Feuchtegehalt des Bodens unter Beizug einer bodenkundlichen Baubegleitung bestimmt.

#### **4.9 Altlasten**

Gemäss dem Kataster der belasteten Standorte (GIS-ZH 2018) sind im Bereich der Bohrstelle keine Altlasten verzeichnet. Es sind keine Massnahmen notwendig.

#### 4.10 Abfälle und umweltgefährdende Stoffe

Für die Installations- und Bohrphase der QBO Andelfingen-Niederfeld müssen keine Anlagen oder Bauten abgebrochen resp. rückgebaut werden. Dadurch entstehen keine Abfälle oder umweltgefährdenden Stoffe. Für das Abteufen der Bohrung wird eine Bohrspülung verwendet. Nach Abschluss der Bohrarbeiten muss die Bohrspülung separat behandelt und entsorgt werden.

**Massnahmen:** Die verwendete Bohrspülung, bestehend aus Wasser, diversen Spülmittelzusätzen und Stützmittel (meist Bentonit), wird über ein Absetzbecken rezirkuliert. Es werden nur Spülmittelzusätze verwendet, welche als nicht umwelt- und gewässergefährdend gelten. Der Bohrschlamm wird nach Abschluss der Bohrarbeiten mittels Saugwagen abtransportiert und entsprechend der verwendeten Spülmittelzusätze einer geeigneten Deponie (Typ B, ehemals Inertstoffdeponie) zugeführt. Allfälliges überschüssiges Bohrgut wird in einer separaten Mulde gesammelt und entsprechend dem Verschmutzungsgrad einer entsprechenden Deponie (Typ A oder B) zugeführt. Somit ist eine fachgerechte Entsorgung der auf der Bohrstelle entstehenden Abfälle gewährleistet.

Für eine Quartärbohrung von rund 300 Bohrmeter ist ein Volumen an Bohrschlamm und überschüssigem Bohrgut von deutlich unter 200 m<sup>3</sup> zu erwarten. Aufgrund des vorgesehenen Bohrdurchmessers kann davon ausgegangen werden, dass pro 100 Bohrmeter rund 15 m<sup>3</sup> Bohrschlamm anfällt sowie ca. 5 m<sup>3</sup> überschüssiges Bohrgut. Somit ist die Bagatellgrenze von 200 m<sup>3</sup> gemäss Art. 16 Abs. 1 Ziff. a der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen<sup>6</sup> deutlich unterschritten. Ein detailliertes Entsorgungskonzept gemäss "Wegleitung Abfall- und Materialbewirtschaftung bei UVP-pflichtigen und nicht UVP-pflichtigen Projekten" (BAFU 2003) ist nicht erforderlich.

Ein dem absehbar geringen Abfallvolumen angepasstes Entsorgungskonzept wird der zuständigen Bundesstelle vor Baubeginn zur Freigabe zugestellt. Darin sind Angaben zu den eingesetzten Spülmittelzusätzen und deren ungefähren Mengen enthalten. Grundsätzlich werden nur Spülmittelzusätze eingesetzt, welche keine Gewässer- oder Umweltgefährdung aufweisen.

#### 4.11 Umweltgefährdende Organismen

Gemäss GIS-ZH (2018) sind im Bereich der Bohrstelle keine umweltgefährdenden Organismen verzeichnet. Es sind keine Massnahmen notwendig.

#### 4.12 Wald

Im näheren Umkreis der Bohrstelle sind keine Waldflächen vorhanden. Die Bäume um den Stubenacker-Weiher gehören einer bestockten Fläche an. Es sind keine Massnahmen notwendig.

#### 4.13 Flora, Fauna und Lebensräume

Im näheren Umkreis der Bohrstelle sind geschützte Bereiche im Sinne des Naturschutzes verzeichnet. Es handelt sich dabei um die "Kiesgruben im Niederfeld" (Naturschutzobjekt-Nr. 2; GIS-ZH 2018), ca. 14 m östlich sowie ca. 55 m südlich des Bohransatzpunkts. Die beiden Naturschutzzonen I von überregionaler Bedeutung dienen der Erhaltung seltener und gefährdeter Tier- und Pflanzenarten und -gemeinschaften. Im Zuge der Installations- und Bohrarbeiten

---

<sup>6</sup> Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA, SR 814.600) vom 4. Dezember 2015 (Stand 19. Juli 2016).

erfolgen keinerlei Eingriffe, welche die beiden Naturschutzgebiete beeinträchtigen. In Absprache mit dem Grundeigentümer sowie der Fachstelle Naturschutz (Amt für Landschaft und Naturschutz ALN) des Kantons Zürich wird die Bohrung voraussichtlich zwischen August und Februar durchgeführt. Somit wird auf die Amphibienwanderung zum Stubenacker-Weiher sowie auf die Brutzeit der Vögel grösstmögliche Rücksicht genommen. Fahrzeuge werden auf zugewiesenen Flächen der Bohrstelle abgestellt. Somit kann ein randliches Tangieren der Naturschutzgebiete durch parkierende Fahrzeuge vermieden werden. Es sind keine Massnahmen notwendig.

#### **4.14 Landschaft und Ortsbild**

Die Bohrstelle liegt ausserhalb geschützter Landschaften (GIS-ZH 2018). Das rund 500 m westlich entfernte BLN-Gebiet Nr. 1403 "Glaziallandschaft zwischen Thur und Rhein" (BAFU 2017) wird durch die Bohrung nicht beeinträchtigt.

Das rund 900 m entfernte und durch das nationale Inventar ISOS (Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung) geschützte Ortsbild der Ortschaft Andelfingen wird von der Bohrstelle nicht tangiert (GIS-ZH 2018). Es sind keine Massnahmen notwendig.

#### **4.15 Kulturdenkmäler und archäologische Stätten**

Die Bohrstelle befindet sich am Ostrand einer archäologischen Zone des Kantons Zürich (GIS-ZH 2018). Die archäologischen Zonen entsprechen archäologischen Verdachtsflächen und sind im Bereich der Bohrstelle grossflächig ausgeschieden.

*Massnahmen:* Aufgrund des geschütteten Installationsplatzes sind keine Bodeneingriffe geplant. Der gewählte Bohrdurchmesser für die QBO liegt im Dezimeterbereich und tangiert deshalb nur einen kleinen, räumlich stark begrenzten Bereich des Untergrunds. Beim Abteufen der Bohrung wird ein spezielles Augenmerk auf mögliche historische oder archäologische Funde gelegt. Die Kantonsarchäologie wird im Falle eines Funds sofort informiert.

#### **4.16 Störfallvorsorge und Katastrophenschutz**

Im Chemie-Risikokataster des Kantons Zürich (GIS-ZH 2018) wird das östlich gelegene kantonale Zivilschutzzentrum als Betrieb ausgewiesen, welcher der Störfallverordnung untersteht. Die Übungsplätze des Ausbildungszentrums sind gegen die Bohrstelle hin mit hohen Drahtzäunen gesichert und nicht zugänglich. Es sind keine Massnahmen notwendig.

## **5 Risiko- und Gefahrenabschätzung**

Die in den voranstehenden Kapiteln aufgeführten Grundlagen zeigen auf, dass die Ausführung der QBO Andelfingen-Niederfeld keine Risiken für die Sicherheit des geologischen Standortgebiets Zürich Nordost, der hydrogeologischen Verhältnisse oder der Umwelt bedeutet. Betreffend die effektive Tiefe und Ansprache der Felsoberkante, welche sich auf die Endteufe der QBO auswirkt, bestehen zwar bestimmte Ungewissheiten. Diese sind im Fall der QBO Andelfingen-Niederfeld aufgrund der diesbezüglichen Anhaltspunkte aus der provisorischen Auswertung der quartärspezifischen 2D-Seismik QAU16 der Nagra (vgl. Kap. 2.2; ENSI 2017) gering. Die Bohrung kann entsprechend dem Stand der Technik am geplanten Standort ohne Gefahren für die Umwelt oder für die Sicherheit des geologischen Standortgebiets abgeteuft werden.



## 6 Rechtliche Voraussetzungen für die Bewilligung

### 6.1 Zusammenfassung der Anforderungen an ein Gesuch für QBO

Die Umsetzung der Anforderungen gemäss KEG/KEV ist in Tab. 2 zusammengefasst.

Tab. 2: Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen.

Relevante KEG/KEV Artikel	Anforderung	Umsetzung für das Gesuch zur QBO Andelfingen-Niederfeld
Art. 35 Abs. 2 lit. a KEG	Die Sicherheit des Standortgebiets darf nicht gefährdet werden	Siehe Ausführungen in Kap. 5
Art. 35 Abs. 2 lit. a KEG	Der vorgeschlagene Bohrstandort muss für die Erreichung der geologischen Erkundungsziele geeignet sein	Siehe Ausführungen in Kap. 2
Art. 58 a KEV	Untersuchungsprogramm	Siehe Ausführungen in Kap. 3
Art. 58 b KEV	Geologischer Bericht	Siehe Ausführungen in Kap. 2
Art. 58 c KEV	Bericht über die möglichen Auswirkungen der Untersuchungen auf Geologie und Umwelt	Siehe Ausführungen in Kap. 4 und 5
Art. 58 d KEV	Übersichtskarten und -pläne	Siehe Fig. 2 – 4
Art. 58 e KEV	Angabe der gewünschten Dauer der Bewilligung	Siehe Ausführungen in Kap. 6

### 6.2 Rechtsverhältnisse an der Bohrstelle

Die Gesuchstellerin hat alle notwendigen Rechte zur Durchführung der Bohrarbeiten auf der Parzelle Kat.-Nr. 170 freihändig erworben. Die Durchführung eines Enteignungsverfahrens im Sinne von Art. 51 KEG ist daher nicht notwendig.

### 6.3 Anträge

Die Gesuchstellerin ersucht um folgende Bewilligungen:

- Der Gesuchstellerin wird die Bewilligung für 2 Jahre ab Rechtskraft (Geltungsdauer Bewilligung) für die Durchführung einer Kernbohrung unter den nachgesuchten Auflagen und Bedingungen erteilt.
- Der Gesuchstellerin wird die Bewilligung erteilt, von der beantragten Bohrstelle aus eine Senkrechtbohrung bis ca. 10 m in den Fels abzuteufen. Die Felsoberkante wird in einer Teufe von rund 280 m u.T. erwartet.



## 7 Literaturverzeichnis

- BAFU (2003): Wegleitung Abfall- und Materialbewirtschaftung bei UVP-pflichtigen und nicht UVP-pflichtigen Projekten. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, BAFU (früher BUWAL), Ittigen (Bern), Stand 20.11.2006.
- BAFU (2011): Baulärm-Richtlinie (BLR), Richtlinie über bauliche und betriebliche Massnahmen zur Begrenzung des Baulärms gemäss Artikel 6 der Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, BAFU, Ittigen (Bern), Stand 2011.
- BAFU (2017): Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (BLN). Bundesamt für Umwelt BAFU, Ittigen (Bern), Datenstand 01.04.2017. [www.map.geo.admin.ch](http://www.map.geo.admin.ch)
- Bini, A., Buoncristiani, J.-F., Couterrand, S., Ellwanger, D., Felber, M., Florineth, D., Graf, H.R., Keller, O., Kelly, M., Schlüchter, C. & Schoeneich, P. (2009): Die Schweiz während des letzteiszeitlichen Maximums (LGM). Karte 1:500'000. Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern (Bern).
- Dr. von Moos AG (2017): Baugrundbericht Ausbildungszentrum Niederfeld, Niederfeldstrasse 3, Andelfingen. Unpubl. Bericht Nr. 10644 der Dr. von Moos AG, Baden vom 04. Oktober 2017.
- ENSI (2017): Protokoll zur Fachsitzung Quartäre 2D-Seismik und zweite Tranche Quartärbohrungen vom 28.11.2017. ENSI 33/616. Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI, Brugg.
- GIS-ZH (2018): Geographisches Informationssystem des Kantons Zürich. <http://maps.zh.ch/>, Stand Januar 2018.
- Graf, H.R. (2009): Stratigraphie von Mittel- und Spätpleistozän in der Nordschweiz – Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz (N.F. 168). Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern (Bern).
- Haldimann, P., Frey, D. & Hennlich, D. (1992): Aufzeitbohrungen zur Reflexionsseismik Opalinuston 1991: Teil 1 und Teil 2. Unpubl. Nagra Int. Ber.
- Hofmann F. (1967): Erläuterungen zum Geologischen Atlas der Schweiz Blatt 1052 (Nr. 52) Andelfingen. Schweiz. Geolog. Kommission.
- Kt. Zürich (1991): Situationsplan Brauchwasserfassungen Stubenacker k 16-5, Andelfingen. Unpubl. Bericht vom 2. Mai 1991.
- Nagra (2014a): Konzepte der Standortuntersuchungen für SGT Etappe 3. Nagra Arbeitsber. [NAB 14-83](#).
- Nagra (2014b): SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlage: Geologische Grundlagen. Dossier III: Geologische Langzeitentwicklung. Nagra Tech. Ber. [NTB 14-02](#).
- Nagra (2016): Konzepte der Standortuntersuchungen für SGT Etappe 3 Nördlich Lägern. Nagra Arbeitsber. [NAB 16-28](#).

Pietsch, J. & Jordan, P. (2014): Digitales Höhenmodell Basis Quartär der Nordschweiz – Version 2014 und ausgewählte Auswertungen. Nagra Arbeitsber. [NAB 14-02](#).

Schnellmann, M., Fischer, U., Heuberger, S. & Kober, F. (2014): Erosion und Landschaftsentwicklung Nordschweiz – Zusammenfassung der Grundlagen im Hinblick auf die Beurteilung der Langzeitstabilität eines geologischen Tiefenlagers (SGT Etappe 2). Nagra Arbeitsber. [NAB 14-25](#).

SIA (2010): SN 546 384/6 Erdwärmesonden. Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich.

SNV (2014): Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien. Schweizer Norm SN EN 12464-2. Schweizerische Normen-Vereinigung SNV, Interdisziplinärer Normenbereich INB, Winterthur.

swisstopo (2013): Zeitreise – Topografische Kartenwerke. Datenstand 2013. Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bern (Wabern). [www.map.geo.admin.ch](http://www.map.geo.admin.ch)

Die publizierten Nagra-Berichte können unter <http://www.nagra.ch/de/downloadcenter.htm> auf der Nagra-Website heruntergeladen werden.