nagra.

Sondiergesuch NSG 17-01

Gesuch um Erteilung einer Bewilligung für erdwissenschaftliche Untersuchungen im Standortgebiet Nördlich Lägern (NL)

Sondierbohrungen Weiach 3

August 2017

Auflage-Exemplar

Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle

Hardstrasse 73
Postfach 280
5430 Wettingen
Telefon 056-437 11 11

www.nagra.ch

nagra.

Sondiergesuch NSG 17-01

Gesuch um Erteilung einer Bewilligung für erdwissenschaftliche Untersuchungen im Standortgebiet Nördlich Lägern (NL)

Sondierbohrungen Weiach 3

August 2017

Auflage-Exemplar

Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle

Hardstrasse 73
Postfach 280
5430 Wettingen
Telefon 056-437 11 11

www.nagra.ch

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis I

Tabellenverzeichnis IV

Figurenverzeichnis IV

Beilagenverzeichnis VI

Abkürzungen VII

Gesetze und Verordnungen XI

1 Einleitung und Zielsetzung 1

2 Geologischer Bericht (nach Art. 60 KEV) 3
2.1 Überblick zur Datenlage 3
2.2 Referenzberichte 3
2.3 Geologische Schichtfolge und potenziell einschlusswirksamer Gebirgsbereich im Standortgebiet 5
2.4 Tektonik des Standortgebiets 9
2.5 Hydrogeologie und Hydrochemie 10

3 Untersuchungsprogramm (nach Art. 59 KEV) 13
3.1 Zielsetzung der Standortuntersuchungen (nach Art. 59a KEV) 13
3.2 Generelles Untersuchungs- und Bohrkonzept 14
3.3 Vorgesehene Untersuchungen (nach Art. 59b KEV) 15
3.3.1 Geologie 16
3.3.2 Bohrlochgeophysik 17
3.3.3 Untersuchungen Hydrogeologie und Hydrochemie 19
3.3.4 Geotechnik 20
3.4 Beginn, Dauer und Programmanpassungen (nach Art. 59c KEV) 21

4 Rechtliche Voraussetzungen für die Bewilligung des Bohrplatzes 23
4.1 Rechtslage und Prüfungsumfang 23
4.2 Befristung 23
4.3 Rechtsverhältnisse am Bohrplatz 24

5 Technische Gesuchsunterlagen (nach Art. 58 KEV) 25
5.1 Örtliche Gegebenheiten 26
5.2 Platzerstellung und -ausrüstung 26
5.3 Bohrkeller 28
5.4 Nebenanlagen 32
5.4.1 Container 32
5.4.2 Parkplatz 32

5.4.3 Umzäunung ... 32
5.5 Erschliessung und Verkehr ... 33
5.5.1 Verkehrserschliessung ... 33
5.5.2 Verkehrsaufkommen ... 34
5.6 Wasserversorgung ... 34
5.7 Entsorgung ... 36
5.7.1 Häusliches Abwasser ... 37
5.7.2 Meteorwasser ... 37
5.7.3 Bohrspülung ... 38
5.7.4 Abfälle und Materialbewirtschaftung ... 38
5.8 Stromversorgung ... 39
5.9 Aggregate und Fahrzeuge ... 40
5.10 Telekommunikation ... 41
5.11 Ausleuchtung ... 41
5.12 Rekultivierung ... 42

6 Aspekte des Umwelt-, Natur- und Heimatschutzes und der Raumplanung ... 43
6.1 Interessenabwägung für erdwissenschaftliche Untersuchungen ... 43
6.2 Methodik der Auswahl des Bohrplatzes ... 43
6.2.1 Geologische Verhältnisse und geeignete Gebiete im Untergrund ... 45
6.2.2 Zielsetzungen der Sondierbohrungen Weiach 3 ... 45
6.2.3 Raum- und umweltplanerische Kriterien an der Oberfläche ... 46
6.3 Eingrenzung und Auswahl des Bohrplatzes ... 51
6.3.1 Schritt 1 – Bauzonen ... 52
6.3.2 Schritt 2 – Raum- und umweltplanerische Kriterien ... 53
6.3.3 Schritt 3 – Überprüfung kantonaler Vorgaben ... 54
6.3.4 Schritt 4 – Bautechnische Vorgaben ... 55
6.3.5 Schritt 5 – Betriebliche Vorgaben ... 56
6.3.6 Schritt 6 – Evaluation von Sonderflächen ... 58
6.3.7 Schritt 7 – Qualitative Beurteilung der Restflächen ... 59
6.4 Relevanzmatrix des Bohrplatzes der Sondierbohrungen Weiach 3 ... 61
6.5 Raum- und umweltplanerische Charakterisierung des Bohrplatzes der Sondierbohrungen Weiach 3 ... 63
6.5.1 Luftreinhaltung ... 63
6.5.2 Lärm ... 63
6.5.3 Lichtimmissionen ... 64
6.5.4 Erschütterungen ... 64
6.5.5 Grundwasser ... 64
6.5.6 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme ... 67
6.5.7 Entwässerung des Bohrplatzes ... 68
6.5.8 Naturgefahren ... 68
6.5.9 Boden / Fruchtfolgeflächen ... 70

6.5.10 Altlasten ... 71
6.5.11 Abfälle, umweltgefährdende Stoffe ... 72
6.5.12 Umweltgefährdende Organismen ... 73
6.5.13 Wald ... 73
6.5.14 Flora, Fauna, Lebensräume ... 73
6.5.15 Landschaft und Ortsbild ... 75
6.5.16 Kulturdenkmäler und archäologische Stätten ... 76
6.5.17 Störfallvorsorge / Katastrophenschutz ... 77
6.5.18 Raum- und Nutzungsplanung ... 77

7 Mögliche Auswirkungen der Untersuchungen auf die Geologie und Umwelt (nach Art. 58 KEV) ... 79
7.1 Einschlusswirksamer Gebirgsbereich ... 79
7.2 Grundwasser und Aquifere ... 82
7.3 Langzeitbeobachtung ... 82
7.4 Verfüllung / Versiegelung von Sondierbohrungen ... 83
7.5 Induzierte Seismizität ... 84
7.6 Auftreten von Gas ... 84

8 Antrag ... 87
8.1 Bewilligungsvoraussetzungen (nach Art. 35 KEG) ... 87
8.1.1 Eignung (gemäss Art. 35 Abs. 2 lit. a KEG) ... 87
8.1.2 Entgegenstehende Interessen (Abwägung nach Art. 3 RPV) ... 87
8.2 Befristungen (nach Art. 36 Abs. 2 KEG) ... 88
8.3 Anträge ... 88

9 Literaturverzeichnis ... 91

Anhang A: Liste der verwendeten GIS-Daten Weiach 3 ... A-1

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Überblick über die wichtigsten Nagra-Referenzberichte zur Geologie des Standortgebiets Nördlich Lägern. 4

Tab. 5.1: Abmessungen Bohrkeller (Innenmasse). 28

Tab. 5.2: Mess- und Prognosewerte kantonales Gesamtverkehrsmodell. 34

Tab. 5.3: Entsorgungswege für Feststoffe und Fluide. 38

Tab. 6.1: Qualitative Standortbeurteilung im Betrachtungsraum der Sondierbohrungen Weiach 3. 61

Tab. 6.2: Relevanzmatrix der Umweltbereiche für die Bau-, Betriebs- und Beobachtungsphase des Bohrplatzes der Sondierbohrungen Weiach 3. 62

Tab. 7.1: Maximale Dosis innerhalb des jeweiligen Betrachtungszeitraums für vollständige Lagerkonfigurationen mit mehreren tiefen Bohrungen sowie für verschiedene Abstände zwischen Tiefenlager und tiefen Bohrungen in [mSv/a]. 80

Figurenverzeichnis

Fig. 2.1: Schematisches stratigraphisch-hydrogeologisches Sammelprofil für das Standortgebiet Nördlich Lägern (nach Nagra 2014b, Dossier II). 8

Fig. 5.1: Lage und Grösse des Standorts des Bohrplatzes Weiach 3. 25

Fig. 5.2: Geologische Karte im Bereich des Standorts der Sondierbohrungen Weiach 3. 27

Fig. 5.3: Grundriss des Bohrkellers für fünf Bohrrichtungen. 29

Fig. 5.4: Längsschnitt (B-B) des Bohrkellers mit den Bohrrichtungen NNW und SSE und den entsprechenden Bohransatzpunkten (Lage des Schnitts vgl. Beilage 8). 30

Fig. 5.5: Querschnitt des Bohrkellers (A-A) mit den Bohrrichtungen WSW und ENE und den entsprechenden Bohransatzpunkten (Lage des Schnitts vgl. Beilage 8). 31

Fig. 5.6: Karte zur Erschliessung des Standorts der Sondierbohrungen Weiach 3. 33

Fig. 5.7: Karte zur Erschliessung des Standorts der Sondierbohrungen Weiach 3 mit Wasser, Abwasser und Strom. 35

Fig. 5.8: Beispielhafte Ausleuchtung des Arbeitsbereichs für den Bohrplatz (Leuchte mit Wirkungsbereich). 41

Fig. 6.1: Tektonische Situation und Lagerperimeter im Standortgebiet Nördlich Lägern mit dem Bohrplatz Weiach 3 und dem Betrachtungsraum für die Interessenabwägung. 44

Fig. 6.2: Darstellung von Bauzonen. 52

Fig. 6.3: Darstellung der raumplanerischen und umweltrechtlichen Kriterien. 54

Fig. 6.4: Darstellung der kantonalen Schutzgebiete. ... 55
Fig. 6.5: Darstellung der bautechnischen Vorgaben. ... 56
Fig. 6.6: Darstellung der betrieblichenVorgaben. ... 57
Fig. 6.7: Darstellung der Sonderflächen. ... 59
Fig. 6.8: Darstellung einzelner qualitativer Kriterien der Standortbeurteilung. ... 60
Fig. 6.9: Auszug aus der Gewässerschutzkarte des Kantons Zürich beim Standort der Sondierbohrungen Weiach 3. ... 65
Fig. 6.10: Grundwasserverhältnisse (Mittelwasser) beim Standort der Sondierbohrungen Weiach 3. ... 66
Fig. 6.11: Oberflächengewässer im Bereich des Standorts der Sondierbohrungen Weiach 3. ... 68
Fig. 6.12: Auszug aus der Gefahrenkarte und der Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zürich beim Standort der Sondierbohrungen Weiach 3. ... 69
Fig. 6.13: Landnutzung im Bereich des Standorts der Sondierbohrungen Weiach 3. ... 70
Fig. 6.14: Auszug aus dem Kataster der belasteten Standorte (KbS) und dem Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV) des Kantons Zürich beim Standort der Sondierbohrungen Weiach 3. ... 72
Fig. 6.15: Naturschutzobjekte beim Standort der Sondierbohrungen Weiach 3. ... 74
Fig. 6.16: Landschaftsschutzflächen beim Standort für die Sondierbohrungen Weiach 3. ... 75
Fig. 6.17: Archäologisch relevante Flächen und Kulturgüter beim Standort der Sondierbohrungen Weiach 3. ... 76
Fig. 7.1: Lage und Ausdehnung der möglichen Bohrpfade der Sondierbohrungen Weiach 3 in Bezug auf die SMA- und HAA-Lagerperimeter mit Sicherheitsabstand von r = 50 m um die potenziellen Bohrpfade. ... 81

Beilagenverzeichnis

Beilage 1: Geologische Profile durch das Standortgebiet Nördlich Lägern
(nach Nagra 2014b, Dossier II)

Beilage 2: Geologisches Profil entlang der Seismiklinie 11-NS-20, 1:50'000
(nach Jordan et al. 2015)

Beilage 3: Schematisches geologisches Prognoseprofil für die Sondierbohrungen Weiach 3

Beilage 4: Übersicht Standort und Hauptabmessungen Bohrplatz der Sondierbohrungen Weiach 3, 1:1'000

Beilage 5: Situation der Sondierbohrungen Weiach 3, 1:500

Beilage 6: Längsschnitt A-A der Sondierbohrungen Weiach 3, 1:100

Beilage 7: Querschnitte 1-1 bis 4-4 der Sondierbohrungen Weiach 3, 1:100

Beilage 8: Detailplan Bohrkeller Mehrfachbohrungen der Sondierbohrungen Weiach 3, 1:50

Beilage 9: Situation Rekultivierungsmassnahmen (Langzeitbeobachtung)
der Sondierbohrungen Weiach 3, 1:500

(Anmerkung: In der digitalen Version dieses Berichts (PDF) sind die Beilagen im Register "ANLAGEN" (Symbol Büroklammer) abgelegt.)

Abkürzungen

A	Auslaufkote
ABI	Acoustical Borehole Imager
Abs.	Absatz
AlgV	Amphibienlaichgebiete-Verordnung
AltlV	Altlastenverordnung
Anh'gr.	Anhydritgruppe
ARA	Abwasserreinigungs-anlage
Art.	Artikel
ASTRA	Bundesamt für Strassen
A_u	Gewässerschutzbereich mit nutzbaren Grund-wasservorkommen
AV	Amtliche Vermessung
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BBB	Bodenkundliche Baubegleitung
BbergG	Bundesberggesetz (Deutschland)
BFE	Bundesamt für Energie
BG	Bundesgericht
BHTV	Borehole-TV
BLN	Bundesinventar der Land-schaften und Naturdenk-mäler von nationaler Bedeutung
BLR	Baulärm-Richtlinie
BMJV	Bundesministerium der Justiz und für Verbrau-cherschutz (Deutschland)
BOP	Blow Out Preventer
BU	Beton, unbekannt
BV	Bundesverfassung der schweizerischen Eidgenossenschaft
BVOT	Deutsche Bergverordnung für Tiefbohrungen (auch BVT genannt)
BZO	Bau- und Zonenordnung
Ca	Calcium
Cl	Chlorid
CO_2	Kohlenstoffdioxid
CH_4	Methan
D	Deckelkote
dB(A)	Dezibel
DIL	Dual Induction Log
DLL	Dual Lateral Log
DN	Nennweite von Rohren
DTV	Durchschnittlicher Tagesverkehr
E, E1, E2	Einlaufkote
EBG	Eisenbahngesetz
EDV	Elektronische Daten-verarbeitung
EG	Einschlusswirksamer Gebirgsbereich
EKZ	Elektrizitätswerke des Kantons Zürich
ENSI	Eidgenössisches Nuklear-sicherheitsinspektorat (ehemals HSK)
ES	Einlaufschacht für Abwasserentsorgung
ESTI	Eidgenössisches Starkstrominspektorat
ET	Einlauftiefe
EW	Elektrizitätswerk
EWS	Erdwärmesonden
FEL	Fokussierte Elektrische Widerstandsmessung
FFF	Fruchtfolgefläche
Fm.	Formation
Fr.	Frühe
FWS	Full-Waveform Sonic
GD	Guss, duktil

geolog.	geologisch
GEP	Genereller Entwässerungsplan
GIS	Geoinformationssysteme
GIS-ZH	Geographisches Informationssystem des Kantons Zürich
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit GmbH (Deutschland)
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GSchV	Gewässerschutzverordnung
GU	Gusseisen
GVM-ZH	Kantonales Gesamtverkehrsmodell (ZH)
h	Höhe
H_2S	Schwefelwasserstoff
HAA	Hochaktive Abfälle
HDPE	Polyethylen hoher Dichte
Hum.ool.-Fm.	Humphriesioolith-Formation
Humphr'oo.	Humphriesioolith
HWSchV ZH	Hochwasserschutzverordnung des Kantons Zürich
Ifenth.-F.	Ifenthal-Formation
IGW	Immissionsgrenzwerte
IL	Induction Log
ISD	Inertstoffdeponie
ISOS	Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung
IVS	Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz
JO	Geologisches Standortgebiet Jura Ost
JSG	Jagdgesetz
KWaV ZH	Kantonale Waldverordnung des Kantons Zürich
K	Kabelschutzrohr
kant.	kantonal
KARCH	Koordinationsstelle Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz
Kat.-Nr.	Katasternummer
KbS	Kataster der belasteten Standorte
KEG	Kernenergiegesetz
KEV	Kernenergieverordnung
KS	Kontrollschacht
Kt.	Kanton
KU	Kunststoff, unbekannt
kV	Kilovolt
LDPE	Polyethylen niedriger Dichte
LED	Licht-emittierende Diode
Let.kohle	Lettenkohle
lit.	Lat. littera, Buchstabe
LKW	Lastkraftwagen
LMA	Langlebige mittelaktive Abfälle
Lr	Lärmbeurteilungspegel
LDPE	Polyethylen geringer Dichte
LRV	Luftreinhalte-Verordnung
LSV	Lärmschutz-Verordnung
LV	Landesvermessung
LZB	Langzeitbeobachtung
Mb.	Member
Mittl.	Mittlere
MS	Mittelspannung
mSv/a	Millisievert pro Jahr
m ü.M.	Meter über Meer
m u.T.	Meter unter Terrain
Murch.-O.-Fm.	Murchisonae-Oolith-Formation
Murchison.-Oo.	Murchisonae-Oolith
MW	Mischabwasser
µT	Mikrotesla
Na	Natrium
NAB	Nagra Arbeitsbericht

Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
NB	Normalbeton
NHG	Natur- und Heimatschutzgesetz
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung
NL	Geologisches Standortgebiet Nördlich Lägern
NS	Niederspannung
NSG 16-XX	Nagra Sondiergesuch
NSG	Nationalstrassengesetz
NTB	Nagra Technischer Bericht
Ob.	Obere/Oberer
OBI	Optical Borehole Imager
OKT	Oberkante Terrain
OMM	Obere Meeresmolasse
OSM	Obere Süsswassermolasse
Oo.	Oolith
PäV	Pärkeverordnung (nationale Bedeutung)
Paläog.	Paläogen
Park.-Württ.-S.	Parkinsoni-Württembergica-Schichten
PBG ZH	Planungs- und Baugesetz des Kantons Zürich
PBV	Prüfperimeter für Bodenverschiebungen
PE	Polyethylen
PEH	Polyethylen, hart
PP	Polypropylen
ppm	parts per million
PVC	Polyvinylchlorid
PW	Planungswerte
Qu.	Quartär
R	Radius
RBG	Rahmenbewilligungsgesuch
reg.	regional
RLSV	Verordnung über Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen
RLV	Rohrleitungsverordnung
RQD	Rock Quality Designation Index
RPG	Raumplanungsgesetz
RPV	Raumplanungsverordnung
RW	Regenabwasser/Drainage
S	Schwefel
S	Sohlenkote
S.	Schicht
SBB	Schweizerische Bundesbahnen SBB
SBR	Spezialbetonrohr
SB-Experiment	Selfsealing Barriers of Clay/Sand Mixtures in a Clay Repository
Sch.	Schicht
Schilfsandst.	Schilfsandstein
SED	Schweizerischer Erdbebendienst
seism.	seismisch
SG	gebrannte Steine
SGT-E1 – E3	Sachplan geologische Tiefenlager – Etappen 1 bis 3
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SLA-1	Geothermiebohrung Schlattingen SLA-1
SMA	Schwach- und mittelaktive Abfälle
SN	Schweizer Norm
SO_4	Sulfat
ST	Stahl
StFV	Störfallverordnung
Stratigr.	Stratigraphie
STZ	Steinzeug
Sulfats.	Sulfatschichten

SUVA	Schweizerische Unfallversicherungs-anstalt
SW	Schmutzabwasser
S1	Grundwasserschutzzone S1, Fassungsbereich
S2	Grundwasserschutzzone S2, engere Schutzzone
S3	Grundwasserschutzzone S3, weitere Schutzzone
TDS	Tragdeckschicht
Tri.-D.	Trigonodus-Dolomit
Trigonodus-D.	Trigonodus-Dolomit
TS	temporäre Trafostation
TVA	Technische Verordnung über Abfälle (aufgehoben)
TWW	Bundesinventar der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung
undiff.	undifferenziert
unpubl.	nicht publiziert
Unt.	Untere/Unterer
USG	Umweltschutzgesetz
USM	Untere Süsswassermolasse
UVEK	Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
UVP	Umweltverträglich-keitsprüfung
Variansm.-Fm.	Variansmergel-Formation
VBBo	Verordnung über Belastungen des Bodens
VeVA	Verordnung über den Verkehr mit Abfällen
VK	Verteilkabine
VÖV	Verband Öffentlicher Verkehr
VSP	Vertical Seismic Profiling
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und Entsor-gung von Abfällen (ehe-mals Technische Verord-nung über Abfälle TVA)
WaG	Waldgesetz
WLAN	Wireless Local Area Network
Württemb.-S.	Württembergica-Schichten
ZNO	Geologisches Standort-gebiet Zürich Nordost
2D	zweidimensional
3D	dreidimensional

Gesetze und Verordnungen

Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz, JSG, SR 922.0) vom 20. Juni 1986 (Stand 1. Januar 2014)

Bundesgesetz über die Nationalstrassen (Nationalstrassengesetz, NSG, SR 725.11) vom 8. März 1960 (Stand 1. Januar 2016)

Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG, SR 700) vom 22. Juni 1979 (Stand 1. Januar 2014)

Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (Natur- und Heimatschutzgesetz, NHG, SR 451) vom 1. Juli 1966 (Stand 12. Oktober 2014)

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG, SR 814.20) vom 24. Januar 1991 (Stand 1. Januar 2016)

Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG, SR 814.01) vom 7. Oktober 1983 (Stand 1. April 2015)

Bundesgesetz über den Wald (Waldgesetz, WaG, SR 921.0) vom 4. Oktober 1991 (Stand 1. Juli 2013)

Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (BV, SR 101) vom 18. April 1999 (Stand 1. Januar 2016)

Eisenbahngesetz (EBG, SR 742.101) vom 20. Dezember 1957 (Stand 1. Januar 2016)

Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201) vom 28. Oktober 1998 (Stand 2. Februar 2016)

Kantonale Waldverordnung des Kantons Zürich (KWaV, SR 921.111) vom 29. Oktober 1997 (Stand 1. Januar 2014)

Kernenergiegesetz (KEG, SR 732.1) vom 21. März 2003 (Stand 1. Juli 2016)

Kernenergieverordnung (KEV, SR 732.11) vom 10. Dezember 2004 (Stand 1. Mai 2012)

Lärmschutz-Verordnung (LSV, SR 814.41) vom 15. Dezember 1986 (Stand 1. Januar 2016)

Luftreinhalte-Verordnung (LRV, SR 814.318.142.1) vom 16. Dezember 1985 (Stand 1. Januar 2016)

Planungs- und Baugesetz des Kantons Zürich (PBG SR 700.1) vom 7. September 1975 (Stand 1. Juli 2015)

Raumplanungsverordnung (RPV, SR 700.1) vom 28. Juni 2000 (Stand 1. Januar 2016)

Rohrleitungsverordnung (RLV, SR 746.11) vom 2. Februar 2000 (Stand 1. Januar 2016)

Verordnung über den Hochwasserschutz und die Wasserbaupolizei des Kantons Zürich (HWSchV, SR 724.112) vom 14. Oktober 1992 (Stand 1. August 2013)

Verordnung über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebiete-Verordnung, AlgV, SR 451.34) vom 15. Juni 2001 (Stand 1. Januar 2014)

Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV, SR 814.710) vom 23. Dezember 1999 (Stand 1. Juli 2012)

Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV, SR 814.012) vom 27. Februar 1991 (Stand 1. Juni 2015)

Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA, SR 814.610) vom 22. Juni 2005 (Stand 1. Januar 2016)

Verordnung über die Belastungen des Bodens (VBBo, SR 814.12) von 1. Juli 1998 (Stand 1. Januar 2016)

Verordnung über die Pärke von nationaler Bedeutung (Pärkeverordnung, PäV, SR 451.36) vom 7. November 2007 (Stand 1. September 2014)

Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlastenverordnung, AltlV, SR 814.680) vom 26. August 1998 (Stand 1. Mai 2017)

Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA, SR 814.600, vormals Technische Verordnung über Abfälle TVA) vom 4. Dezember 2015 (Stand 19. Juli 2016)

Verordnung über Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen (RLSV, SR 746.12) vom 4. April 2007 (Stand 1. Juli 2008)

1 Einleitung und Zielsetzung

In der Etappe 3 des Sachplans geologische Tiefenlager (SGT-E3) ist vorgesehen, die verbleibenden Standortgebiete mit geowissenschaftlichen Methoden detaillierter zu untersuchen. Ziel dieser Untersuchungen ist die Erhebung einer hinreichenden Datenbasis für den Vorschlag jeweils eines Standortgebiets pro Lagertyp (schwach- und mittelaktive Abfälle SMA und hochaktive Abfälle HAA) für ein Rahmenbewilligungsgesuch (die Option Kombilager[1] wird beibehalten). Diese Daten müssen eine verlässliche Basis für die Standortwahl sowie für die Beurteilung der Sicherheit und technischen Machbarkeit eines Tiefenlagers im Rahmenbewilligungsgesuch (RBG) bilden.

In SGT-E1 wurden sechs geologische Standortgebiete für das SMA-Lager und drei geologische Standortgebiete für das HAA-Lager vorgeschlagen. Die drei HAA-Standortgebiete sind gleichzeitig auch SMA-Standortgebiete. Diese Auswahl wurde durch den Bundesrat im November 2011 bestätigt. In SGT-E2 sind diese Gebiete weiter untersucht worden.

Für SGT-E3 wurden die Standortgebiete Jura Ost (JO) und Zürich Nordost (ZNO) von der Nagra zur vertieften Untersuchung vorgeschlagen (Nagra 2014a). Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) empfiehlt, neben den Standortgebieten JO, und ZNO auch das Standortgebiet Nördlich Lägern (NL) in SGT-E3 weiterzuführen (ENSI 2017). Für die drei Standortgebiete wurden Konzepte für die Standortuntersuchungen in SGT-E3 erarbeitet, welche gewährleisten, dass eine ausreichende Datengrundlage für die Standortwahl und für die Rahmenbewilligungsgesuche für die Tiefenlager SMA und HAA zur Verfügung steht (JO und ZNO: Nagra 2014c, NL: Nagra 2016a).

Die Explorationskonzepte beschreiben in Grundzügen die geplanten Standortuntersuchungen in SGT-E3, unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsdaten. Die Hinweise für die Standortuntersuchungen aus dem "Sicherheitstechnischen Vergleich" in SGT-E2 (Nagra 2014a) wurden dabei berücksichtigt.

In Nagra (2016a) wurden Bohrlokationen durch ausgewiesene Bohrperimeter nur grob bezeichnet. Mit dem vorliegenden **Gesuch für die Sondierbohrungen Weiach 3** wird eine Bohrlokation im Standortgebiet NL parzellengenau festgelegt. Für diese parzellengenaue Festlegung wurden sowohl die Bedingungen an der Oberfläche als auch die Aspekte des Umweltschutzes, des Natur- und Heimatschutzes sowie der Raumplanung berücksichtigt.

Das Sondiergesuch enthält zudem ein umhüllendes Untersuchungsprogramm und beschreibt die zu erwartenden Auswirkungen der Untersuchungen auf die Umwelt am Bohrstandort. Die genauen Bohrungen und die in den einzelnen Abschnitten der Bohrungen vorzunehmenden Untersuchungen werden im Verlauf von SGT-E3 in separaten Arbeitsprogrammen für jeden Bohrstandort einzeln definiert, um flexibel auf die im Verlauf der Untersuchung der Standorte neu gewonnenen Erkenntnisse reagieren zu können. So können die Erkenntnisse der 3D-Seismik und – soweit vorhanden – bereits die Ergebnisse vorangegangener Bohrungen bei der Festlegung der Arbeitsprogramme der Bohrungen genutzt werden. Die einzelnen Arbeitsprogramme werden dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) rechtzeitig vor der Ausführung zur Freigabe vorgelegt.

[1] Mit dem Begriff Kombilager wird das Konzept beschrieben, bei dem das HAA- und das SMA-Lager beide am gleichen Standort, die Lagerkammern und die Lagerfelder zwar räumlich getrennt, aber in der gleichen Wirtgesteinsschicht angeordnet werden.

Zweck der erdwissenschaftlichen Untersuchungen am Standort der Sondierbohrungen Weiach 3 ist die Erkundung des Untergrunds im Standortgebiet NL im Hinblick auf ein mögliches Tiefenlager für radioaktive Abfälle. Das Untersuchungsprogramm in Kapitel 3, welches Bestandteil des Sondiergesuchs ist, richtet sich nach dieser Zielsetzung. Vom gleichen Bohrplatz können unter Umständen mehrere Tiefbohrungen[2] in unterschiedliche Tiefen und in unterschiedliche Richtungen abgeteuft werden (vgl. Fig. 7.1).

Die in diesem Gesuch beantragten Untersuchungen dienen sowohl der Eichung der seismischen Messungen als auch der geologisch-hydrogeologischen Erkundung des Opalinustons und der angrenzenden Gesteinsschichten hinsichtlich einer vertieften sicherheits- und bautechnischen Beurteilung eines allfälligen Tiefenlagers.

In Kapitel 2 wird der geologische Rahmen des Standortgebiets beschrieben.

Im nachfolgenden Kapitel 3 wird ein umhüllendes Untersuchungsprogramm vorgestellt, um die Zielsetzungen, die sich aus dem Konzept der Standortuntersuchungen für SGT-E3 (Nagra 2016a) ergeben, zu erreichen.

Kapitel 4 erläutert die rechtlichen Voraussetzungen für die Bewilligung des Bohrplatzes sowie der entsprechenden Sondierbohrungen.

In Kapitel 5 sind die technischen Gesuchsunterlagen für die Errichtung und den Betrieb des Bohrplatzes zusammengestellt. Darin werden die folgenden Voraussetzungen erläutert:

a) Erstellen und Betreiben eines Bohrplatzes und -kellers sowie eines Installationsplatzes mit Parkplätzen inklusive der dazugehörigen Erschliessung
b) Aufstellen und Betreiben des ca. 15 bis 30 m hohen Bohrgeräts mit Nebenanlagen sowie von Büro- und Arbeitscontainern
c) Abteufen einer oder mehrerer Bohrungen von diesem Bohrplatz aus
d) Rückbau des Bohrplatzes und Rekultivierung sowie gegebenenfalls die Installation von Langzeitbeobachtungssystemen (LZB) in den Bohrungen mit den dafür nötigen Messgeräten und der langfristige Betrieb der Messeinrichtungen im Bohrkeller

In Kapitel 6 wird ausgeführt, welche Kriterien zur Auswahl des Bohrplatzes führen. Dazu werden in erster Linie geologische Kriterien hinzugezogen, wobei auch eine Interessenabwägung auf Basis der Umwelt- und Raumplanungsgesetzgebung für die Wahl des Bohrplatzes durchgeführt wurde. Die Interessenabwägung erfolgt mit Hilfe von räumlichen Ausschlusskriterien und einer qualitativen Beurteilung der Restflächen, welche mit Hilfe eines Geoinformationssystems (GIS) visualisiert werden. Die durch die Erstellung und den Betrieb des Bohrplatzes erwarteten Auswirkungen auf die Umwelt mit allfälligen Massnahmen zur Minimierung werden ebenfalls in diesem Kapitel beschrieben.

Kapitel 7 beschreibt die Auswirkungen der Sondierbohrungen auf den tieferen Untergrund gemäss Art. 58 lit. c Kernenergieverordnung (KEV) im Hinblick auf das später zu errichtende geologische Tiefenlager.

Kapitel 8 enthält die eigentlichen Gesuchsanträge unter Erwähnung der Bewilligungsvoraussetzungen sowie die notwendige Beurteilung der Eignung und der Interessenabwägung gemäss Art. 35 Abs. 2 lit. b Kernenergiegesetz (KEG).

---

[2] Tiefbohrungen sind Sondierbohrungen im Sinne von Art. 35 Abs. 2 lit. a Kernenergiegesetz (KEG), welche für erdwissenschaftliche Untersuchungen im geologischen Standortgebiet abgeteuft werden. In diesem Gesuch werden die Begriffe synonym verwendet.

2 Geologischer Bericht (nach Art. 60 KEV)

2.1 Überblick zur Datenlage

Das geologische Standortgebiet Nördlich Lägern (NL) mit dem Wirtgestein Opalinuston weist eine Fläche von ca. 65 km^2 (SMA- und HAA-Lager; Nagra 2008) auf. Die lokale geologische Situation wurde durch ein dichtes Netz an 2D-Seismiklinien im Fallen und Streichen (Abstand in der Regel < 2 km) gut untersucht. Mit der Sondierbohrung Weiach 1 liegt eine detailliert ausgewertete Bohrung im nördlichen Teil des Gebiets vor (vgl. Beilage 1 und 2; Matter et al. 1988 und Nagra 1989). Ca. 300 m nordwestlich von Weiach 1 wurde im Jahr 2000 die 2010 m tiefe Bohrung Weiach 2 (Joint Venture von Forest Oil / Ascent Resources / SEAG) abgeteuft (z.B. Leu 2012 und 2014). Die Untersuchungen fokussierten auf das Gaspotenzial im Permokarbon in dichten Sandsteinen.

2D-Seismikdaten wurden im Bereich des Standortgebiets NL für die Suche nach Kohlenwasserstoffen bereits in den 80er Jahren aufgenommen. Die Nagra führte 1991/92 eine 2D-Seismikkampagne durch. Die damals erhobenen Daten wurden in SGT-E2 einer umfangreichen Reprozessierung unterzogen (Rybarczyk 2012), durch welche die Interpretierbarkeit der Daten lokal weiter verbessert wurde (Madritsch et al. 2013, Meier et al. 2014, Rybarczyk 2013 und 2014).

Die Sondierbohrung Weiach 1 wurde im Rahmen der Tiefbohrkampagne der Nagra in den 80er Jahren abgeteuft (Matter et al. 1988). Das Wirtgestein Opalinuston sowie der potenziell einschlusswirksame Gebirgsbereich wurden vollständig gekernt. Unterhalb der mesozoischen Schichtfolge wurden ausserdem Ablagerungen des Permokarbons und schliesslich das kristalline Grundgebirge erbohrt. Die geologischen Erkenntnisse aus der Sondierbohrung sind in Matter et al. (1988) und Nagra (1989) dokumentiert. Ungefähr 13 km nordöstlich des Standortgebiets NL liegt eine weitere, sehr gut dokumentierte Tiefbohrung (Sondierbohrung Benken; Nagra 2001). Rund 12 km weiter westlich befindet sich die in den Jahren 1983 bis 1984 abgeteufte Sondierbohrung Riniken 1 (Matter et al. 1987), in welcher Bohrkerne des Wirtgesteins Opalinuston sowie von Teilen des potenziell einschlusswirksamen Gebirgsbereichs gewonnen wurden. Nördlich und nordwestlich des Standortgebiets gibt es weitere Informationen zur Schichtfolge aus untiefen Bohrungen (z.B. EWS-Bohrungen Osterfingen, Tegerfelden-1 und -2; vgl. Albert et al. 2012, Bläsi et al. 2014, Naef & Deplazes 2016).

Für den westlichsten Teil des Standortgebiets NL liegen detaillierte geologische Karten vor (Matousek et al. 2000, Graf et al. 2006). Für den restlichen Teil des Standortgebiets kann auf den GeoCover-Datensatz der swisstopo (vgl. GIS-Datenliste in Anhang A) zurückgegriffen werden. Mesozoische Sedimente sind nur unmittelbar nördlich des Standortgebiets, nicht aber im Gebiet selbst aufgeschlossen. Gegen Süden sind mesozoische Sedimente erst wieder am Nordhang der Lägern aufgeschlossen. Innerhalb und in der Umgebung des Standortgebiets NL wurden detaillierte strukturgeologische Aufschlussbearbeitungen durch Madritsch & Hammer (2012) durchgeführt.

2.2 Referenzberichte

Die wichtigsten Referenzberichte sind in Tab. 2.1 zusammengestellt. Für weiterführende Referenzen wird ausserdem auf den jüngsten geologischen Synthesebericht der Nagra (2014b) verwiesen.

Tab. 2.1: Überblick über die wichtigsten Nagra-Referenzberichte zur Geologie des Standortgebiets Nördlich Lägern.

Thema / Inhalt	**Zitat**	**Titel**
Genereller Überblick zum Standortgebiet (Stand SGT-E1 und -E2)	Nagra 2008	Nagra (2008): Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager – Geologische Grundlagen. Nagra Tech. Ber. NTB 08-04.
	Nagra 2014b	Nagra (2014b): SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlage – Geologische Grundlagen. Dossiers I bis VII. Nagra Tech. Ber. NTB 14-02.
Ergebnisse Sondierbohrung Weiach 1	Matter et al. 1988	Matter, A., Peters, T., Bläsi, H.-R., Meyer, J., Ischi, H. & Meyer, C. (1988): Sondierbohrung Weiach – Geologie. Nagra Tech. Ber. NTB 86-01.
	Nagra 1989	Nagra (1989): Sondierbohrung Weiach – Untersuchungsbericht. Nagra Tech. Ber. NTB 88-08.
2D-Seismik-interpretation	Madritsch et al. 2013	Madritsch, H., Meier, B., Kuhn, P., Roth, P., Zingg, O., Heuberger, S., Naef, H. & Birkhäuser, P. (2013): Regionale strukturgeologische Zeitinterpretation der Nagra 2D-Seismik 2011/12. Nagra Arbeitsber. NAB 13-10.
Oberflächen-geologie	Matousek et al. 2000	Matousek, F., Wanner, M., Baumann, A., Graf, H.R., Nüesch, R. & Bitterli, T. (2000). Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt 1050 Zurzach mit Erläuterungen. Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern (Bern).
	Graf et al. 2006	Graf, H.R., Bitterli-Dreher, P., Burger, H., Bitterli, T., Diebold, P. & Naef, H. (2006): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt 1070 Baden, mit Erläuterungen. Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern (Bern).
Stratigraphie, Referenzprofile	Naef & Deplazes 2016	Naef, H. & Deplazes, G. (2016): Stratigraphische Korrelation der Standortgebiete in der Nordschweiz: Grundlagen zu den Profildarstellungen im NTB 14-02, Dossier II. Nagra Arbeitsber. NAB 15-44.
Strukturgeologie, Trennflächensysteme in Oberflächenaufschlüssen	Madritsch & Hammer 2012	Madritsch, H. & Hammer, P. (2012): Characterisation of Cenozoic brittle deformation of potential geological siting regions for radioactive waste repositories in Northern Switzerland based on structural geological analysis of field outcrops. Nagra Arbeitsber. NAB 12-41.
Geologische Profilschnitte	Jordan et al. 2015	Jordan, P., Malz, A., Heuberger, S., Pietsch, J., Kley. J. & Madritsch, H. (2015): Regionale geologische Profilschnitte durch die Nordschweiz und 2D-Bilanzierung der Fernschubdeformation im östlichen Faltenjura: Arbeitsbericht zu SGT-Etappe 2. Nagra Arbeitsber. NAB 14-105.

2.3 Geologische Schichtfolge und potenziell einschlusswirksamer Gebirgsbereich im Standortgebiet

Die wichtigsten geologisch-stratigraphischen und hydrogeologischen Merkmale der Gesteinsabfolge im Standortgebiet NL sind in Fig. 2.1 zusammenfassend dargestellt (nach Nagra 2014b, Dossier II und Naef & Deplazes 2016). Das Wirtgestein für das HAA- und das SMA-Lager im Standortgebiet bildet der Opalinuston (vgl. Nagra 2008, Nagra 2014a). Die günstigen hydrogeologischen Eigenschaften dieser Formation sind unter anderem durch Untersuchungen in der Sondierbohrung Weiach 1 (Matter et al. 1988, Nagra 1989) sowie in der etwas weiter entfernten Sondierbohrung Benken (Nagra 2001, Jäggi & Frieg 2010) belegt. Der potenziell einschlusswirksame Gebirgsbereich für das Wirtgestein Opalinuston erstreckt sich im Standortgebiet NL vom Top der Lettenkohle[3] (Asp-Member) bzw. von der Basis des Gipskeupers (Bänkerjoch-Formation) bis zum Top des Effingen-Members resp. der Basis der Villigen-Formation (Nagra 2014b, Dossier II und Naef & Deplazes 2016). Die Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger' (Bläsi et al. 2013, Meier & Deplazes 2014), welche in SGT-E1 als potenzielles Wirtgestein für schwach- und mittelaktive Abfälle vorgeschlagen wurde, bildet einen Teil der oberen Rahmengesteine.

Innerhalb des Standortgebiets NL werden die klastischen Sedimente des Nordschweizer Permokarbontrogs (vgl. Kap. 2.4) diskordant vom mesozoischen Sedimentstapel überlagert, der auch das Wirtgestein Opalinuston mit einschliesst. Die mesozoischen Sedimente werden im Hangenden wiederum diskordant von neogenen Molassesedimenten (Untere Süsswassermolasse USM, Obere Meeresmolasse OMM sowie Obere Süsswassermolasse OSM) überlagert. Molassesedimente sind innerhalb des Standortgebiets an verschiedenen Lokalitäten grossflächig an der Oberfläche anstehend. Der grösste Anteil des Standortgebiets ist jedoch von verschiedenen quartären Sedimenten bedeckt. Auf Höhenzügen stehen u.a. frühpleistozäne Deckenschotter an, während in den Tälern mittel- bis spätpleistozäne und holozäne Ablagerungen auftreten (Graf 1993, Graf 2009, Nagra 2014b, Dossier III). Die Mächtigkeit der quartären Sedimente variiert lokal stark (Pietsch & Jordan 2014). Glazial übertiefte Täler sind im südöstlichen Teil des Standortgebiets, im Bereich des Glatttals (Bülach-Rinne) und unter dem Strassberg (Strassberg-Rinne) entwickelt (Nagra 2014b, Dossier III und Buechi 2016).

Die Sondierbohrung Weiach 1 (Matter et al. 1988, Nagra 1989) stellt das wichtigste stratigraphische Referenzprofil für das Standortgebiet NL dar (Nagra 2014b, Dossier II und Naef & Deplazes 2016). Sie liegt im nördlichen Teil des Standortgebiets und durchteuft den gesamten potenziell einschlusswirksamen Gebirgsbereich. Erbohrt wurde das Quartär mit 37 m Mächtigkeit, gefolgt von Sedimenten der Unteren Süsswassermolasse bis zu einer Teufe von 177 m. An der Basis des Tertiärs wurde die 9 m mächtige Bohnerz-Formation bzw. Siderolithikum angetroffen, welche die Sedimente des Mesozoikums diskordant überlagert. Letztere wurden in weiterer Folge bis in eine Teufe von 991 m erbohrt. Darunter folgen Permokarbonsedimente bis in eine Teufe von 2020 m und im Liegenden das kristalline Grundgebirge.

Das Wirtgestein Opalinuston in der Sondierbohrung Weiach 1 ist 111 m mächtig. In den weiter westlich liegenden, nicht gekernten Bohrungen Tegerfelden T1 und Klingnau K36 wurde für den Opalinuston eine Mächtigkeit von 116 m bzw. 109 m bestimmt (vgl. Beilage A2-3 in Nagra 2014b, Dossier II). In der weiter entfernten Sondierbohrung Benken (Nagra 2001, Bläsi et al. 2013) ist der Opalinuston 112 m mächtig. Die tiefengewandelten Seismikdaten implizieren lokal grössere Opalinuston-Mächtigkeiten (vgl. Nagra 2014b, Dossier II). Aufgrund der paläogeographischen Lage sind höhere Opalinuston-Mächtigkeiten, insbesondere südlich von Weiach

[3] Die Lettenkohle bzw. das Asp-Member befinden sich im Top Muschelkalk bzw. Schinznach-Formation (vgl. Beilage 3).

über dem zentralen Bereich des Nordschweizer Permokarbontrogs (synsedimentäre Subsidenz) plausibel. Allgemein sind in Zusammenhang mit tektonischen und/oder sedimentologischen Phänomenen lokale Mächtigkeitsschwankungen möglich.

Die unteren Rahmengesteine des Opalinustons bestehen aus Sedimenten des Gipskeupers bzw. der Bänkerjoch-Formation, des Oberen Mittelkeupers bzw. der Klettgau-Formation sowie des Lias bzw. der Staffelegg-Formation und sind in der Sondierbohrung Weiach 1 148 m mächtig (Matter et al. 1988). "Harte Bänke" können v.a. durch Sedimente des Gansinger Dolomits bzw. des Gansingen-Members und des Arietenkalks bzw. des Beggingen-Members gebildet werden (vgl. Beilage A2-3 in Nagra 2014b, Dossier II). Von der Sondierbohrung Weiach 1 in Richtung Nordosten zur Sondierbohrung Benken ändern die Gesteine der Klettgau-Formation teilweise ihre Lithofazies, während diese gegen Westen eher gleich bleibt (vgl. Albert & Bläsi 2001). So besteht das Gansingen-Member in Weiach aus einem Dolomit, während es in Benken einen hohen Anhydritgehalt aufweist. In der Sondierbohrung Weiach 1 tritt die Stubensandstein-Formation bzw. das Seebi-Member nur als geringmächtiger Mergel auf, während sie in Benken ein über 10 m mächtiges Schichtpaket aus Dolomit und Sandsteinen bildet. Der Arietenkalk bzw. das Beggingen-Member hingegen lässt sich zwischen den einzelnen Profilen gut korrelieren (vgl. Beilage A2-3 in Nagra 2014b, Dossier II).

Die oberen Rahmengesteine des Opalinustons bilden die Sedimente der sogenannten Tongesteinsabfolge 'Brauner Dogger' sowie das Effingen-Member der Wildegg-Formation (vgl. Nagra 2014b, Dossier II und Nagra 2008). Der 'Braune Dogger' ist in der Sondierbohrung Weiach 1 76 m mächtig (Matter et al. 1988, Bläsi et al. 2013). Im unteren und obersten Teil des 'Braunen Doggers' der Sondierbohrung Weiach 1 treten zwischen tonmineralreicheren Ablagerungen mikritische, (quarz)sandige oder biodetritische Kalksteine und Eisenoolithe auf (Bläsi et al. 2013). Die Mächtigkeiten der einzelnen Formationen des 'Braunen Doggers' sind in den Sondierbohrungen Weiach 1 und Benken teilweise ähnlich (z.B. Wutach-Formation), teilweise aber auch sehr unterschiedlich (Murchisonae-Oolith-Formation; vgl. Beilage A2-3 in Nagra 2014b, Dossier II). In der Sondierbohrung Weiach 1 bilden die Parkinsoni-Württembergica-Schichten und die Variansmergel-Formation ein tonig-mergeliges Schichtpaket mit einer Mächtigkeit von 37 m (Bläsi et al. 2013). Es gibt Hinweise, dass die in der Sondierbohrung Weiach 1 beobachtete Gesteinsabfolge des 'Braunen Doggers' nicht repräsentativ für das ganze Standortgebiet NL sein könnte. Einerseits zeigen reflexionsseismische Analysen des 'Braunen Doggers' im östlicheren Teil des Standortgebiets NL eine etwa N-S streichende "Schwellenzone", welche bisher nicht erbohrt wurde und welche möglicherweise mächtigere quarzsandige oder kalkarenitische Barrenkörper beinhalten könnte (Meier & Deplazes 2014). Andererseits kommt es westlich der Sondierbohrung Weiach 1 zu einem Faziesübergang vom 'Braunen Dogger' zu seinen westlichen Äquivalenten (Bläsi et al. 2013, Meier & Deplazes 2014). Dabei ist momentan nicht auszuschliessen, dass sich die bis über 5 m mächtige Sandkalkabfolge des Sissach-Members der Passwang-Formation, wie sie in der EWS-Bohrung Tegerfelden-2 oder in Aufschlüssen im Bereich der West-Lägern beobachtet wurde (Bläsi et al. 2013 und 2014), bis in das Standortgebiet ausdehnt (vgl. Beilage A2-3 in Nagra 2014b, Dossier II). Der Spatkalk der Hauptrogenstein-Formation könnte ebenfalls von Westen her bis in den westlicheren Teil des Standortgebiets auftreten.

Das Effingen-Member (inklusive Birmenstorf-Member) ist in der Sondierbohrung Weiach 1 88 m mächtig (Matter et al. 1988). Es besteht v.a. aus Kalkmergeln und einer mächtigeren Kalkbankabfolge, welche sich möglicherweise mit den Gerstenhübel-Schichten korrelieren lässt (Deplazes et al. 2013). Die Mächtigkeit des Effingen-Members nimmt innerhalb des Standortgebiets von Westen nach Osten deutlich ab (vgl. Beilage A2-3 in Nagra 2014b, Dossier II).

Über dem potenziell einschlusswirksamen Gebirgsbereich im Standortgebiet NL folgt zunächst die Villigen-Formation, die mehrheitlich aus Kalksteinen aufgebaut wird. Letztere werden von darüber folgenden jüngeren Malmkalken nur durch die ca. 20 m mächtigen Mergel der Schwarzbach-Formation unterbrochen. Diese obersten Anteile der mesozoischen Schichtabfolge sind nur nördlich des Standortgebiets an der Oberfläche aufgeschlossen. Sie werden von den tertiären, klastischen Sedimenten des Molassebeckens (insbesondere der Unteren Süsswassermolasse) überlagert. Die klastischen Sedimente des Molassebeckens nehmen generell nach Süden an Mächtigkeit zu. Die quartären Sedimente variieren wie bereits erwähnt lokal stark hinsichtlich Alter und Mächtigkeit. Glazial übertiefte Täler sind im südöstlichen Teil des Standortgebiets, im Bereich des Glatttals (Bülach-Rinne) und unter dem Strassberg (Strassberg-Rinne) entwickelt (Nagra 2014b, Dossier III und Buechi 2016). Diese Rinnen sind nachweislich über 180 m (Bülach-Rinne) bzw. über 200 m (Strassberg-Rinne) in die Molassesedimente eingeschnitten (vgl. Pietsch & Jordan 2014 und Nagra 2014b, Dossier III).

In Beilage 3 ist aufgrund der zuvor beschriebenen Datenlage ein Prognoseprofil für die Sondierbohrungen Weiach 3 beigefügt.

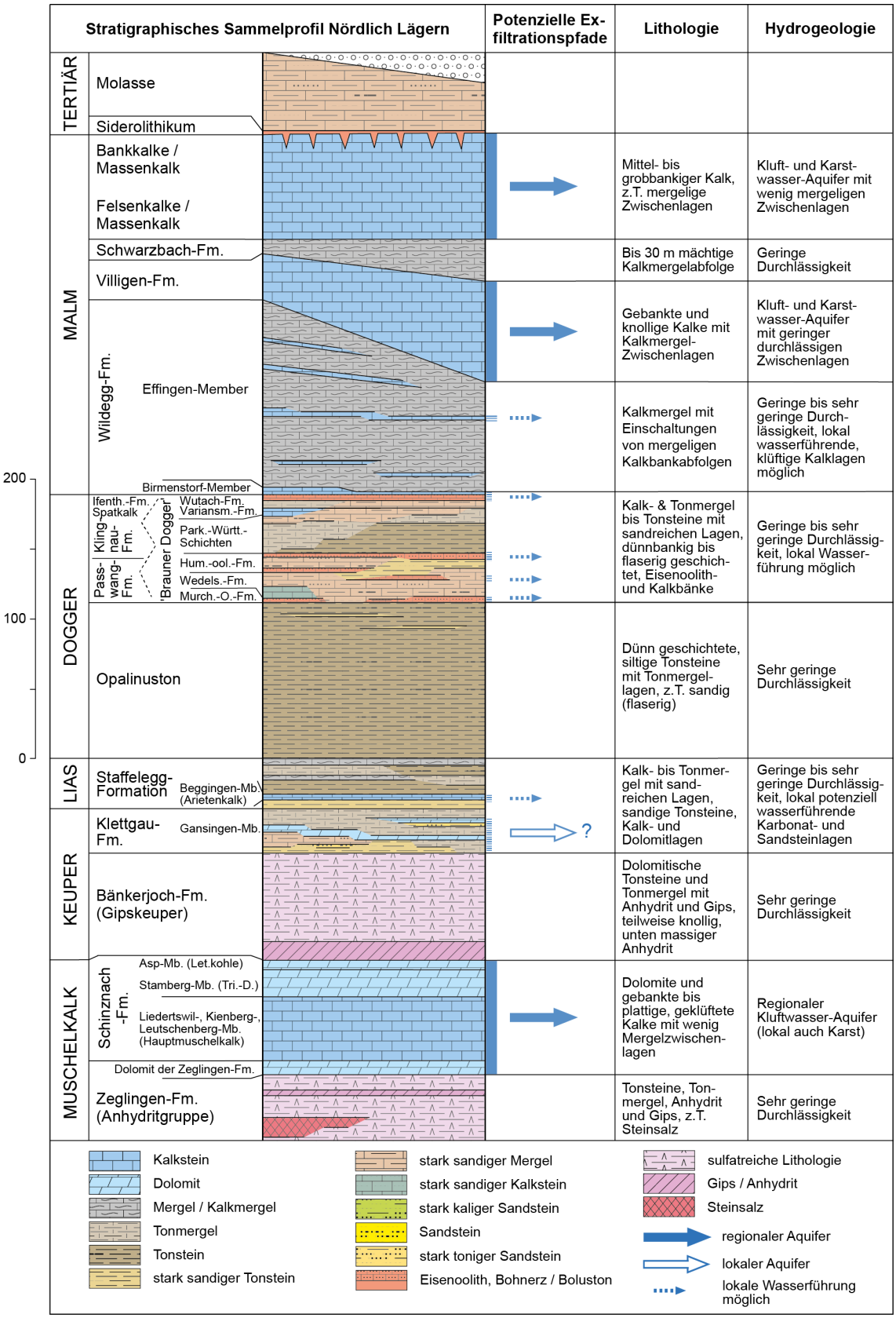


Fig. 2.1: Schematisches stratigraphisch-hydrogeologisches Sammelprofil für das Standortgebiet Nördlich Lägern (nach Nagra 2014b, Dossier II).

2.4 Tektonik des Standortgebiets

Die tektonische Situation im Standortgebiet NL kann anhand von 2D-Seismikdaten charakterisiert werden, deren Dichte im Laufe der letzten 35 Jahre sukzessive erhöht wurde (vgl. Kap. 2.1). Demnach liegt das geologische Standortgebiet innerhalb des östlichen Teils der Vorfaltenzone und somit im Einflussbereich der Fernschubtektonik (Nagra 2014b, Dossier II). Die Transportweite des Sedimentstapels im Bereich des Standortgebiets kann aus der Konstruktion von bilanzierten Profilschnitten mit ca. 200 m angegeben werden, wobei sich von Westen nach Osten ein abnehmender Trend abzeichnet. Wie durch die Sondierbohrung Weiach 1 nachgewiesen ist, liegt das Standortgebiet ausserdem im Hangenden des Nordschweizer Permokarbontrogs, genauer gesagt in seinem nördlichen Randbereich (vgl. Naef & Madritsch 2014).

Die für SGT-E2 durchgeführte integrative Auswertung der 2011/12 aufgenommenen 2D-Seismikdaten sowie älteren, aber vollständig reprozessierten 2D-Seismikdaten zeigt, dass im Standortgebiet nur abschnittsweise eine wenig gestörte Schichtlagerung nachgewiesen werden kann. Am ungestörtesten gelagert ist der zentrale, über dem tiefen Permokarbontrog gelegene Teil des Standortgebiets. Der Einfluss regionaler Störungszonen auf das Standortgebiet ist vor allem im westlichen Bereich wesentlich deutlicher erkennbar als bisher. Dort wirkt sich der im Vergleich zu SGT Etappe 1 leicht revidierte Verlauf der Siglistorf-Antiklinale (vgl. Beilage 4-1 und Figur 4.4-1 in Nagra 2014b, Dossier II) negativ auf die Einstufung der tektonischen Verhältnisse im Standortgebiet aus. Südvergente Rücküberschiebungen, die nahezu auf allen Profilen mit dieser regionalen Störungszone assoziiert sind, reichen hier in das Standortgebiet hinein.

Die überarbeitete Interpretation der komplex aufgebauten Eglisau-Störung (Madritsch et al. 2013) beeinflusst den nordöstlichen Randbereich des Standortgebiets (vgl. Beilage 4-1 in Nagra 2014b, Dossier II). Der Südrand des geologischen Standortgebiets wird z.T. noch von der Stadel-Irchel-Antiklinale beeinflusst (Madritsch et al. 2013), die in SGT-E2 neu als Überschiebungskeil ("Fischschwanz"-Struktur im Sinne von Drozdzewski 1979, Sans et al. 1996) interpretiert wird (vgl. Beilage A2-5 in Nagra 2014b, Dossier II sowie Madritsch et al. 2013 und Malz et al. 2016). Dieser Interpretationsansatz erwies sich im Zuge der kinematischen Bilanzierung von geologischen Profilschnitten aus geometrisch-kinematischer Sicht als tragfähig (Jordan et al. 2015). Geomorphologische Studien ergaben im Bereich dieser Struktur vage Anzeichen auf neotektonische Aktivität (vgl. Kapitel 3 und Beilage 3.4-2 in Nagra 2014b, Dossier III).

Aufgrund seiner Lage über dem Nordrand des Nordschweizer Permokarbontrogs ist dessen Struktur für die tektonische Charakterisierung des Standortgebiets NL von besonderer Bedeutung. Der Norden des Standortgebiets wird gemäss aktueller integrativer Interpretation aller Daten, dem Analogschluss aus den Befunden der 3D-Seismik-Exploration des Zürcher Weinlands und unter Berücksichtigung von Modellvorstellungen zur Geodynamik (vgl. Kapitel 4.4.2 in Nagra 2014b, Dossier II und auch Dossier III) als zu meidende tektonische Zone bewertet.

Die seismische Interpretation des Grundgebirges (Madritsch et al. 2013) in Kombination mit einer Analyse der regionalen Schwerekarten von Green et al. (2013) impliziert, dass dieser Bereich des Standortgebiets im Einflussbereich einer post-paläozoisch reaktivierten Randzone des Nordschweizer Permokarbontrogs steht (Naef & Madritsch 2014). Dies deutet sich durch Abschiebungen an der Basis Mesozoikum, die vereinzelt auch mesozoische Horizonte betreffen, und insbesondere durch eine ausgedehnte sanfte Flexur (Monokline) des mesozoischen und känozoischen Reflexionspakets an. Diese Flexur kann anhand der Isohypsenkarten der seismischen Markerhorizonte über den gesamten nordöstlichen Abschnitt des Standortgebiets nachvollzogen werden (vgl. Figur 4.4-5 in Nagra 2014b, Dossier II). Sie hebt sich insbesondere in der Strukturkarte der Basis Mesozoikum deutlich von den nördlich und südlich angrenzenden Bereichen ab, in denen die Basis Mesozoikum nur ein sehr flaches Einfallen aufweist.

Neben den bereits erwähnten Abschiebungen deuten sich anhand der vorhandenen 2D-Seismikdaten im Bereich der Flexurzone, die mit der Trograndzone zusammenfällt, auch des Öfteren lokale Rücküberschiebungen an (vgl. Beilage 4-3 in Nagra 2014b, Dossier II). Besonders entlang der Eglisau-Störung lassen die seismischen Daten z.T. auch eine alternative Interpretation mit partieller Inversion des Permokarbontrogs zu (Madritsch et al. 2013). Der zentrale und südliche Teil des Standortgebiets liegt im Gegensatz zur oben beschriebenen Zone über dem tiefen Permokarbontrog (vgl. Figur 4.3-7 in Nagra 2014b, Dossier II und Naef & Madritsch 2014). Die mesozoische Schichtfolge ist hier abgesehen von einzelnen lokalen Strukturen (s. unten) vergleichsweise wenig gestört. Unmittelbar südlich des Gebiets verläuft aber unterhalb der Stadel-Irchel-Antiklinale mit dem Baden-Irchel-Herdern-Lineament eine weitere bedeutende regionale Grundgebirgsstörung (vgl. auch Malz et al. 2016).

Aus der Interpretation der 2D-Seismik ergaben sich innerhalb des Standortgebiets NL weitere Hinweise auf Strukturen von lokaler, aber potenziell anordnungsbestimmender Bedeutung. Möglicherweise handelt es sich bei diesen Strukturen jedoch um seismische Artefakte (vgl. Diskussion in Madritsch et al. 2013). Die sprödtektonischen Analysen von Geländeaufschlüssen in der Umgebung des Standortgebiets NL (Madritsch & Hammer 2012) bestätigten den allgemeinen Eindruck von vergleichsweise komplexen tektonischen Verhältnissen. So finden sich sowohl Hinweise auf extensive als auch kompressive tektonische Überprägungen, letztere vermutlich verbunden mit der Ausbildung von sehr flach einfallenden Überschiebungen. Im Hinblick auf diese Indikationen sowie aufgrund von konzeptionellen strukturgeologischen Überlegungen (Malz et al. 2016) kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Wirtgestein Opalinuston zumindest lokal als tektonischer Abscherhorizont aktiviert wurde.

2.5 Hydrogeologie und Hydrochemie

Die regionale und lokale Hydrogeologie wurde im Rahmen der Synthesen zu Etappe 2 detailliert dargestellt (Nagra 2014b, Dossiers V und VI). Für das Gebiet Nördlich Lägern zentral sind die Untersuchungen in der am Nordrand gelegenen Sondierbohrung Weiach 1 (Nagra 1989).

Das Rheintal am Nordrand des geologischen Standortgebiets bildet das Vorflutniveau für beispielsweise den regionalen Malm-Aquifer, aber auch für das Glatttal und weitere kleinere Täler. Die Hydrogeologie der oberflächennahen Grundwasservorkommen ist in Jäckli & Kempf (1972), in Kempf et al. (1986), in Interreg II (2001) und auf den kantonalen Grundwasserkarten dargestellt.

Von der Molasse sind USM, OMM und OSM im Standortgebiet aufgeschlossen. Die grobkörnigeren Einschaltungen weisen dabei Aquifercharakter auf. In Eglisau wurde früher während vieler Jahre aus der USM ein Na-Cl-Wasser mit einer Mineralisation im Bereich von 2.3 – 4.3 g/l gefördert (z.B. Kempf et al. 1986, Waber et al. 2014).

Die Karbonate des Oberen Malms bilden einen regionalen Tiefenaquifer. Die Wasserführung ist dabei auf Klüfte und teilweise auch auf Karst zurück zu führen. In der Sondierbohrung Weiach 1 wurde der mit Bolustonen verfüllte Paläokarst bis rund 90 m in den Malm-Aquifer hinein beobachtet (Matter et al. 1988). Tests in zwei Intervallen ergaben Durchlässigkeiten in der Grössenordnung von 10^{-7} m/s und ein sub-hydrostatisches Potenzial von 337 m (Nusch et al. 2013). Das Tiefengrundwasser war vom Na-Cl-Typ mit einer Mineralisation von rund 6.8 g/l (Waber et al. 2014). In der Bohrung Eglisau-II wurden in rund 340 m Tiefe vorübergehende Zutritte von H_2S und CH_4 beobachtet (Cadisch 1959 und Büchi 1959). Die Aufschlüsse im Rheintal im Raum Kaiserstuhl – Hohentengen am Hochrhein (DE) stellen das regionale Exfiltrationsgebiet dar (Gmünder et al. 2014).

Die Wildegg-Formation bildet einen Aquitard, das Effingen-Member wurde in SGT-E2 als mögliches Wirtgestein für ein SMA-Lager betrachtet (Nagra 2014a). Ein Test vom untersten Effingen-Member bis in die Variansmergel-Formation der Sondierbohrung Weiach 1 wies auf sehr geringe hydraulische Durchlässigkeiten hin (Nagra 1989). Mächtigere Kalkbänke könnten lokal wasserführend sein.

Der sogenannte 'Braune Dogger' ist eine grösstenteils tonreiche Einheit mit eingeschalteten sandig-kalkigen Bänken und Eisenoolithen; er wurde in SGT-E2 als mögliches Wirtgestein für ein SMA-Lager betrachtet (Nagra 2014a). Die hydraulischen Durchlässigkeiten sind meist $< 10^{-11}$ m/s (Nagra 2014b, Dossier VI). In der Sondierbohrung Weiach 1 konnte ein Test, welcher 12 m der Murchisonae-Oolith-Formation und 2 m Opalinuston umfasste, nicht genau ausgewertet werden, wahrscheinlich liegt die Durchlässigkeit im Bereich von 10^{-12} bis 10^{-14} m/s (Beauheim 2013).

Der Opalinuston bildet einen Aquitard von regionaler Ausdehnung und das Wirtgestein im Standortgebiet NL. Für Etappe 2 verwendete die Nagra für die horizontale hydraulische Durchlässigkeit in einer Tiefe > 400 m einen Referenzwert von 10^{-13} m/s (Nagra 2014b, Dossier VI).

Im Liegenden des Opalinustons folgen weitere gering durchlässige, meist tonreiche Gesteine. Ein Test über ein 14 m langes Intervall in der Staffelegg-Formation (Lias) der Sondierbohrung Weiach 1 ergab eine hydraulische Durchlässigkeit von 10^{-12} m/s (Klemenz et al. 2000); ähnlich geringe Durchlässigkeiten wurden in den Sondierbohrungen Benken, Riniken 1 und Schafisheim beobachtet (Nagra 2002a).

Regionale Untersuchungen zeigen, dass in der Klettgau-Formation einzelne Member Aquifercharakter aufweisen können (Keuper-Aquifer). Ein Test in der Sondierbohrung Weiach 1 ergab die im regionalen Kontext vergleichsweise tiefe Durchlässigkeit von rund 10^{-10} m/s (Nusch et al. 2013).

Die Bänkerjoch-Formation (Gipskeuper) bildet in relevanter Tiefenlage einen regionalen Aquitard; in der Sondierbohrung Weiach 1 liegt die Mächtigkeit bei rund 70 m (Nagra 1989).

Der Muschelkalk-Aquifer (Schinznach-Formation) ist der regionale Tiefenaquifer unterhalb der Wirt- und Rahmengesteine. In der Sondierbohrung Weiach 1 wurden hydraulische Durchlässigkeiten im Bereich von 10^{-6} bis 10^{-7} m/s gemessen (Nusch et al. 2013). Es konnte ein Grundwasser vom Ca-SO_4-Typ mit kaltzeitlich geprägter Signatur der stabilen Isotope gefördert werden (Waber et al. 2014).

Die Zeglingen- (Anhydritgruppe) und die Kaiseraugst-Formation bilden wiederum einen Aquitard.

Die Dinkelberg-Formation (Buntsandstein) bildet trotz der geringen Mächtigkeit einen bedeutenden Tiefenaquifer. In der Sondierbohrung Weiach 1 wurde eine hydraulische Durchlässigkeit von rund 10^{-6} m/s bestimmt (Klemenz et al. 2000) und es konnte ein Grundwasser vom Na-SO_4-Cl-Typ mit einer Mineralisation von rund 15 g/l gefördert werden.

Im Permokarbon der Sondierbohrung Weiach 1 gibt es wasserführende Zonen mit hydraulischen Durchlässigkeiten im Bereich von 10^{-7} m/s; über weite Strecken sind die Durchlässigkeiten aber deutlich tiefer (Bereich 10^{-10} bis 10^{-12} m/s; Nagra 1989). Im Rahmen eines der durchgeführten Tests konnte ein Tiefengrundwasser vom Na-Cl-Typ mit einer Mineralisation von rund 98 g/l gefördert werden (Cl: 59.5 g/l; Nagra 1989).

In der Sondierbohrung Weiach 1 wurden auch hydraulische Tests im Kristallin unter dem Permokarbontrog durchgeführt (Nagra 1989). Dabei konnten aus zwei Intervallen im Tiefenbereich von 2200 – 2300 m Grundwässer vom Na-Cl-Typ mit einer Mineralisation von rund 7 g/l gefördert werden (Nagra 1989).

3 Untersuchungsprogramm (nach Art. 59 KEV)

3.1 Zielsetzung der Standortuntersuchungen (nach Art. 59a KEV)

Die übergeordnete Zielsetzung für die Standortuntersuchungen in SGT-E3 ist die Beschaffung einer belastbaren Datengrundlage in folgenden Kategorien:

- Auswahl je eines Standortgebiets pro Lagertyp für die Vorbereitung des Rahmenbewilligungsgesuchs (RBG) mit einer entsprechenden Begründung
- Nachweis der Eignung der gewählten Standortgebiete nach den Kriterien der Langzeitsicherheit sowie der technischen Machbarkeit in den Rahmenbewilligungsgesuchen
- Abgrenzung der untertägigen Lagerbereiche[4] für das RBG
- Anordnung und Auslegung der Anlage in ihren Grundzügen, darunter auch weitere Arbeiten in Bezug auf die Vorbereitung des Baus der Zugänge
- Beschreibung des Ist-Zustands vor Baubeginn (hydrogeologische Parameter, natürliche Umweltradioaktivität etc.)

Die hierfür zu erhebenden Daten lassen sich drei Gruppen zuordnen: Geometrie, Eigenschaften und Zustandsparameter.

Die Geometrie des Untergrunds, insbesondere der Verlauf der Grenzen der geologischen Formationen, bildet die Basis für das Schichtmodell der sicherheitstechnischen Rechnungen und der Anlagenplanung im Untergrund. Hierzu gehört auch die Verteilung der tektonischen Störungen im untersuchten Bereich. In Fig. 2.1 wird das schematische geologische Prognoseprofil für das Standortgebiet Nördlich Lägern gezeigt. Es ist eine Kompilation auf der Basis der Nagra-Bohrungsdatenbank. Je nach Ansatzpunkt im Standortgebiet NL fallen gegebenenfalls bereits erodierte Schichten im Hangenden weg. Es ist auch möglich, dass in den Prognoseprofilen an Stelle der oberflächennahen Lockergesteine "künstliche Auffüllungen" enthalten sind und sich somit Abweichungen gegenüber der üblichen Schichtabfolge im Standortgebiet NL ergeben. Aufgrund des intensiven Kiesabbaus im Standortgebiet NL befinden sich einige Bohrplätze auf Flächen von ehemaligen Kiesgruben, welche nach Abbauende in der Regel mit unverschmutztem Aushubmaterial aufgefüllt wurden. In Beilage 3 ist das Prognoseprofil für den Sondierstandort Weiach 3 beigefügt, welches auch eine Grundlage für das später zu erstellende konkrete Arbeitsprogramm ist.

Weiterhin sind die Eigenschaften der geologischen Einheiten zu untersuchen. Hierbei liegt der Fokus auf den Parametern, die für die Langzeitsicherheit und technische Machbarkeit entscheidend sind. Als Beispiel können die Transporteigenschaften für Radionuklide oder die Transmissivität resp. die hydraulische Durchlässigkeit genannt werden (vgl. Kap. 7.1). Schliesslich sind Zustandsparameter wie Spannungsrichtung und -magnitude, Temperatur und Porenwasserdruck zu erheben.

Generell sind die Ausdehnung der zu untersuchenden Bereiche im Wirtgestein sowie den Rahmengesteinen und die zu erwartende Variabilität der geologischen Eigenschaften und Zustandsbedingungen zu berücksichtigen, um anschliessend den belastbaren Nachweis der technischen Machbarkeit und Langzeitsicherheit zu führen.

[4] Die potenziellen untertägigen Lagerbereiche für das SMA- und das HAA-Lager liegen innerhalb der in SGT-E2 definierten Lagerperimeter (vgl. Nagra 2014a und 2016a).

3.2 Generelles Untersuchungs- und Bohrkonzept

Zur Charakterisierung der Eigenschaften der geologischen Barriere und zur Eichung der Seismik werden Tiefbohrungen eingesetzt (Nagra 2016a). Diese Tiefbohrungen erkunden den Untergrund entlang von Bohrpfaden. Die Bohrpfade können vertikal, geneigt resp. schräg oder bei abgelenkten Bohrungen auch nahezu jeden beliebigen Winkel einnehmen. In den Bohrungen werden verschiedenste Messungen zu Eigenschaften und Zustandsbedingungen im Untergrund durchgeführt.

Mit Hilfe der Kernbohrtechnik können intakte Gesteinsproben oder auch allenfalls tektonisch überprägtes Kernmaterial aus der Tiefe gewonnen werden. Das Kernmaterial dient der Bestimmung der Eigenschaften und/oder Störungsgeometrien. Subhorizontale oder mässig steil einfallende Störungen können mit vertikalen Kernbohrungen erfasst und sicher durchteuft werden. Um aber steil einfallende oder vertikale Störungen zu identifizieren und deren Eigenschaften zu untersuchen, sind in der Regel Schrägbohrungen oder abgelenkte Bohrungen erforderlich.

Die Tiefbohrungen mit ihren Bohrpfaden werden so angeordnet, dass sie die standortbezogenen Untersuchungsziele gemäss dem Explorationskonzept erreichen (Nagra 2016a). Die Reihenfolge der einzelnen Sondierbohrungen wird in Abhängigkeit von ihrer Relevanz und der erwarteten Aussagekraft der geplanten Untersuchungen festgelegt. Da normalerweise ein Sicherheitsabstand um die Bohrungen und den Bohrpfad eingehalten werden muss, werden sie von vornherein so platziert, dass sie das Platzangebot in den Lagerperimetern nicht wesentlich einschränken (vgl. Kap. 6.2.1 und Fig. 7.1).

Angepasst an die Geologie des Standorts und in Abhängigkeit von den letztendlich durchzuführenden Untersuchungen in den Sondierbohrungen, die im Arbeitsprogramm definiert werden, wird ein Bohr- und Verrohrungskonzept aufgestellt. Dieses wird sich nicht grundsätzlich von den aus den vertikalen Tiefbohrungen der Nagra in der Nordschweiz bereits bekannten und erfolgreich umgesetzten Konzepten (Nagra 1985, Nagra 1986a – e und Gassler & Macek 1994) unterscheiden, mit denen man das kristalline Grundgebirge bis zu einer Maximalteufe von 2'482.2 m u.T. (z.B. Weiach 1) aufgeschlossen hat. Im Rahmen der Untersuchungen am Wellenberg konnte die Nagra sieben sowohl vertikale als auch geneigte Bohrungen in tektonisch überprägten Sedimentgesteinen erfolgreich bis auf eine maximale Endteufe von 1'670.3 m u.T. (WLB-SB1; Gassler & Karsch 1996) niederbringen. Dass eine Sondierbohrung durch das Wirtgestein Opalinuston bis an die Basis des Mesozoikums mit den entsprechend umfangreichen Testarbeiten erfolgreich abgeteuft werden kann, hat die Sondierbohrung Benken gezeigt (Macek & Gassler 2001). Bei weiteren Bohrungen in Sedimentgesteinen mit mittleren Teufen, z.B. Bohrung Oftringen mit 719 m u.T. (Frieg et al. 2008), wurden ebenfalls alle gesetzten Untersuchungsziele erreicht. In jüngerer Vergangenheit hat sich das bewährte Konzept der Nagra beim Abteufen der Geothermiebohrung Schlattingen SLA-1 nochmals bestätigt (Sperber & Frieg 2015).

Das Bohrlochdesign – d.h. die Planung des Bohr- und Verrohrungsschemas – legt die Anzahl der Verrohrungen fest, die eingebaut werden müssen. Die Festlegung, wo Verrohrungen vorzusehen sind, hängt primär von der Geologie ab und erfolgt unter Berücksichtigung der angetroffenen geologischen Verhältnisse vor Ort. Der abschnittsweise Einbau von Rohren dient allgemein den folgenden Zielen:

- Schutz des Grundwassers
- Sicherung bereits erbohrter Abschnitte (z.B. in instabilen Formationen)
- Trennung von Abschnitten/Formationen mit unterschiedlichem Druck/Druckgradienten und/oder unterschiedlichen Fluiden (z.B. Salinität)

- Abdichtung des Bohrlochs gegen unerwünschte Zuflüsse aus dem Gebirge (Gas, Öl, Wasser)
- Vermeidung unerwünschter Abflüsse (Verluste) der Bohrspülung aus dem Bohrloch in das Gebirge

Die Grösse resp. der Durchmesser der Verrohrungen wird vornehmlich durch technisch-wirtschaftliche Aspekte bestimmt. Bei den geplanten Sondierbohrungen der Nagra ist jedoch entscheidend, ob die geplanten wissenschaftlich-technischen Untersuchungen ausgeführt werden können und geeignetes Probenmaterial in ausreichender Qualität gewonnen werden kann.

Die tieferen Teile der Bohrungen werden nach Abschluss der Untersuchungen im offenen Bohrloch nach dem Stand der Technik so verrohrt und zementiert, dass die unterschiedlichen Grundwasserstockwerke getrennt bleiben. Die Zementationen werden im Rahmen von geophysikalischen Messungen auf ihre Qualität geprüft, um eine dauerhafte Trennung der Aquifere sicherzustellen.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass später nach Abschluss der eigentlichen Bohrarbeiten, gegebenenfalls ein Langzeitbeobachtungssystem zur Beobachtung der hydraulischen Formationsdrücke und Gewinnung von Wasserproben in die Bohrungen sicher eingebaut werden kann. Ausserdem ist zu gewährleisten, dass nach einer Langzeitbeobachtungsphase, die über mehrere Dekaden andauern kann, das Langzeitbeobachtungsmesssystem auch wieder sicher ausgebaut und anschliessend eine Verfüllung bzw. Versiegelung des Bohrlochs vorgenommen werden kann. Wie die Erfahrung gezeigt hat, ist gerade hierfür ein ausreichend grosser Bohrlochdurchmesser, der es ermöglicht, robuste Standard-Bohrwerkzeuge aus dem Öl- und Gasgeschäft einzusetzen, unerlässlich.

Das endgültige Bohrkonzept muss die sich aus dem Arbeitsprogramm inklusive einer Gefahren- und Risikoanalyse ergebenden Anforderungen abdecken und gleichzeitig genügend Flexibilität aufweisen, um auf die unterschiedlichsten Bohrlochsituationen angemessen reagieren zu können, damit die Zielsetzungen aus dem Explorationskonzept (Nagra 2016a) erreicht werden können.

Die Nagra hat aufgrund ihrer langjährigen Erfahrungen mit Sondierbohrungen speziell auch in der Nordschweiz gezeigt, dass sie kein Bohrloch aufgrund technischer Schwierigkeiten aufgeben musste und ihre Untersuchungsziele sicher erreicht hat, ohne dass es zu relevanten Personen- und Sachschäden gekommen ist.

3.3 Vorgesehene Untersuchungen (nach Art. 59b KEV)

Die erste Sondierbohrung auf dem Bohrplatz in Weiach 3 ist zum jetzigen Zeitpunkt als Vertikalbohrung bis ca. 50 m unter die Basis des Mesozoikums vorgesehen. Es wird gemäss Prognoseprofil (vgl. Beilage 3) mit einer Endteufe von ca. 1'005 m u.T. gerechnet. Mit Hilfe einer Meisselbohrung soll das Standrohr (z.B. 13⅜ Zoll resp. ca. 33.5 cm oder evtl. sogar grösser) in den anstehenden standfesten Fels gesetzt und einzementiert werden. Anschliessend ist vorgesehen, die Bohrung als Kernbohrung bis zur Endteufe auszuführen. Unter Umständen ist es denkbar, die Bohrung auch teilweise destruktiv abzuteufen, z.B. wenn gegen Ende der Bohrung nur noch wenige Zusatzinformationen zum Erreichen der Zielsetzungen erforderlich sind und keine Bohrkerne mehr benötigt werden. Um mit einem Durchmesser von ca. 6¼ Zoll (resp. ca. 15.6 cm) die Endteufe zu erreichen, ist vorgesehen, sukzessive weitere Verrohrungen in die Bohrung mit zunehmender Teufe einzubauen und zu zementieren. In bestimmten Bohrlochabschnitten können auch offene Bohrlochstrecken vorkommen.

Unter Umständen werden in Abhängigkeit von den Ergebnissen der ersten Bohrung und den weiteren Untersuchungen im Standortgebiet weitere Bohrungen vom Bohrplatz Weiach 3 abgeteuft. Diese werden voraussichtlich bereits von der Oberfläche aus geneigt ausgeführt, mit einer maximalen Abweichung gegenüber der Senkrechten von ca. 45°. Als Alternative könnten auch aus der Senkrechten abgelenkte Bohrungen ausgeführt werden. In diesem Fall würde ebenfalls, wie bei der ersten Bohrung, ein vertikales Standrohr gesetzt.

Die im Spezifischen durchzuführenden Untersuchungen, insbesondere die gewählten Bohrrichtungen und -tiefen sowie die für jeden Bohrlochabschnitt einzusetzenden Untersuchungs- und Testmethoden werden in einem gesonderten Arbeitsprogramm festgelegt. Im Rahmen eines Freigabeverfahrens findet eine Prüfung durch die Aufsichtsbehörden statt.

3.3.1 Geologie

Die Arbeiten in Zusammenhang mit der geologischen Bohrungsaufnahme und Dokumentation lassen sich in die folgenden drei Bereiche unterteilen:

- Geologischer Samplerdienst
- Bohrstellengeologie
- Laboranalysen

Während der eigentlichen Bohrarbeiten, d.h. bei Teufengewinn, wird ein Sampler-Team diejenigen Arbeiten am Bohrklein bzw. am Bohrkern durchführen, die für die tägliche stratigraphisch-lithologische Charakterisierung des Bohrprofils sowie für die Datensicherung notwendig sind. Zudem werden für sicherheitstechnische und wissenschaftliche Belange kontinuierliche Bohrgasmessungen durchgeführt sowie die für spätere Interpretationen notwendigen Parameter und Vorkommnisse registriert (Bohrungschronologie). Folgende Aufgaben werden durch den Samplerdienst wahrgenommen:

- Entnahme von Bohrklein (Cuttings)
- Kernbearbeitung, -vermessung und -metrierung sowie Erstellung der Kernbilanz und Bestimmung des Rock Quality Designation Indexes (RQD-Wert)
- Lithologische Beschreibung des Bohrkleins und der Bohrkerne
- Stratigraphische Ansprache der Gesteinsproben
- Fotographieren der Gesteinsproben und Bereitstellung zur Archivierung
- Bereitstellung von Probenmaterial für Laboranalysen

Ein sogenanntes Sampler-Log wird vom Sampler-Team auf der Bohrstelle mittels spezieller EDV-Programme erstellt, welches die folgenden Angaben umfasst:

- Geologisches Übersichtsprofil (lithostratigraphische Bohrklein- bzw. Bohrkernbeschreibung)
- Bohrgasmessungen
- Bohrtechnische Daten
- Spülungsdaten und Spülungsbilanz

Alle erfassten Daten werden zur Datenarchivierung digital abgespeichert.

Die Bohrstellengeologie ist dafür verantwortlich, die strukturgeologische Bohrkernaufnahme und eine möglichst lückenlose Kernabwicklung mit einem Kernscanner sowie eine strukturgeologische Auswertung der bohrlochgeophysikalischen Strukturmessungen (z.B. Sonic Televiewer, Formation Micro Scanner oder vergleichbare Methoden) vorzunehmen. Die Bohrstellengeologie stellt Angaben über das Einfallen von Schichtung, Schieferung und Trennflächen sowie deren Klassifizierung, Füllungsgrad und Füllungsmaterial der Diskontinuitäten sowie den Tektonisierungsgrad der duktilen und spröden Deformation für das Geologie-Log bereit.

Bei den durchzuführenden geologisch-mineralogischen Untersuchungen an Bohrkernproben in spezialisierten Labors liegt das Schwergewicht bei der stratigraphisch-lithologischen Charakterisierung der durchteuften Gesteinsschichten sowie bei der mineralogisch-geochemischen Analyse von potenziellen Wasserfliesswegen im Wirtgestein und in den angrenzenden Rahmengesteinen. Ausserdem ist die Durchführung von felsmechanischen Laboruntersuchungen an Bohrkernen vorgesehen.

Die geologischen Untersuchungen dienen unter anderem dazu, Aussagen zu den folgenden Punkten zu machen:

- Lithologie, Mineralogie, Geochemie
- Detailstratigraphie, Fazies und Ablagerungsbedingungen
- Beckenentwicklung
- Schichtlagerung
- Art, Geometrie und Verteilung der tektonischen Trennflächen im makro- und mikroskopischen Bereich sowie Kluftsysteme, Kluftbeläge und -füllungen
- Allfällige wasserführende Systeme (Geometrie, Mineralogie, Porositäten)

3.3.2 Bohrlochgeophysik

Die vorgesehenen bohrlochgeophysikalischen Messungen dienen unterschiedlichen Zielsetzungen:

- Bestimmung der petrophysikalischen Parameter (Petrophysikalisches Logging)
- Erfassung der Strukturen (Strukturlogging)
- Erfassung bohrtechnischer Zusatzdaten (Bohrtechnisches Logging)
- Bestimmung von Schichtgrenzen (Bohrlochseismik)

Unterschiedliche Gesteine lassen sich anhand ihrer physikalischen Eigenschaften beschreiben und unterscheiden. Die Eigenschaften lassen sich mit unterschiedlichen Methoden und Messverfahren bestimmen. Dazu gehören der elektrische Widerstand, elastische Eigenschaften, Dichte, Porosität, natürliche Gammastrahlung und Mineralogie. Für diese Untersuchungen etablierte Messverfahren sind z.B.:

- Widerstandsverfahren – galvanische (z.B. FEL, DLL) oder induktive (z.B. IL, DIL) Verfahren
- Ausbreitung von akustischen Wellen – z.B. Full-Waveform Sonic (FWS)
- Natürliche Gammastrahlung – absolute und spektrale Intensität
- Radioaktive Messverfahren – Messungen mit aktiven Gamma- und Neutronenquellen

Mit diesen Verfahren lassen sich Aussagen zu Lithologie, Gesteinsdichte und Porosität, Fazies und Ablagerungsbedingungen, felsmechanischen Parametern, elektrischer Leitfähigkeit der Formation und darin enthaltener Fluide, Schichtgrenzen, Diskontinuitäten (Klüfte, Störungen), Orientierung der Schichten (Lagerung/Bänderung) sowie zu Temperaturverhältnissen, Wärmeverhältnissen, Wärmeleitfähigkeit und -kapazität machen.

Die Grundlage des Strukturloggings ist eine möglichst hochauflösende Abbildung der Bohrlochwand. Dies kann in trockenen Bohrlöchern und Bohrlöchern mit klarer Spülung mit optischen Verfahren durchgeführt werden (Optical Bohrehole Imager OBI). In fluidgefüllten Bohrlöchern kann die Abbildung der Bohrlochwand mit akustischen Wellen im Ultraschallbereich (Borehole-TV BHTV; Acoustical Borehole Imager ABI) zum Einsatz kommen. Als weiteres Verfahren steht die hochauflösende Abtastung der Bohrlochwand mittels Pads, die mit punktförmigen Elektroden ausgestattet sind (Micro-Imager), zur Verfügung. Diese Messung erlaubt auch eine Abbildung der Bohrlochwand, wenn die Spülung aus bohrtechnischen Gründen eine Viskosität aufweist, in der akustische Verfahren keine Ergebnisse liefern.

Ziele der Auswertung der Bohrlochwand-Abbildungen sind:

1. Aussagen über lithologische/fazielle Wechsel
2. Erkennen von tektonischen Störungen, die das Bohrloch schneiden sowie Bestimmung ihrer räumlichen Lage
3. Charakterisierung der Klüfte bezüglich ihrer Kluftweite und -füllung
4. Analyse von spannungsinduzierten Bohrlochrandausbrüchen und Zugrissen

Im Rahmen des bohrtechnischen Loggings ist vorgesehen, Bohrlochdaten zu folgenden Aspekten zu erheben:

- Neigung und Azimut des Bohrpfads
- Kleinskalige Richtungsänderungen (Dog-Legs)
- Kaliber / Bohrlochdurchmesser und -volumen
- Bohrlochausbau, d.h. Güte der Zementation und Abfolge der Verrohrung

Zum Einhängen der Bohrlochmessungen in oberflächenseismische Messungen (2D-/3D-Seismik) können mit Hilfe von ins Bohrloch eingebrachten Geophonen bzw. Geophonketten oder optischen Wellenleitern ergänzende seismische Messungen zur Erstellung eines Geschwindigkeitsprofils ausgeführt werden. Mittels einer Anregung an der Oberfläche wird dann das seismische Wellenfeld entlang der Bohrungen aufgezeichnet. Dieses Messprinzip nennt man Vertical Seismic Profiling (VSP). Je nach Fragestellung kann die Anregung an einem einzelnen Punkt in der Nähe des Bohrlochs (zero-offset VSP), auf sich kreuzenden Linien (walkaway-VSP) oder flächenhaft im Umfeld des Bohrlochs (3D-VSP) durchgeführt werden.

Generell wird das geophysikalische Messprogramm für jeden Messeinsatz, der in der Regel vor dem Setzen der Verrohrung im offenen Bohrloch ausgeführt wird, in der jeweiligen Bohrung eng auf die Fragestellung und die technischen Randbedingungen abgestimmt. Dabei sind insbesondere die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- Geologische Fragestellung gemäss Untersuchungsprogramm
- Abstimmung der Verfahren auf die Eigenschaften des Bohrlochs und der Bohrspülung
- Befahrbarkeit des Bohrlochs
- Operatives Risiko

3.3.3 Untersuchungen Hydrogeologie und Hydrochemie

Die Ziele der hydrogeologischen und hydrochemischen Untersuchungen sind die detaillierte Erkundung der hydraulischen Durchlässigkeit und Potenziale in den Aquiferen und Aquitarden sowie die Abklärung des Chemismus und des Alters der Tiefengrundwässer in den Aquiferen und der Porenwässer in den Aquitarden.

Hierzu ist es notwendig, die Registrierung aller Wasserzuflüsse und -verluste sowie Gaszutritte während Bohr-, Stillstand- und Testphasen vorzunehmen, um daraus die Spülungsbilanz und die Bohrlochgeschichte zu erstellen zur Festlegung der Randbedingungen für die hydraulischen Untersuchungen.

Mit Hilfe von hydraulischen Packertests kann eine detaillierte hydraulische Charakterisierung von ausgewählten Bohrlochabschnitten zur Bestimmung der Transmissivität, der hydraulischen Durchlässigkeit, des Fliessmodells und des hydraulischen Potenzials vorgenommen werden. Ergänzend können zur Gesteinscharakterisierung der Wirtgesteinsstrecke Gaseintrittsdruckmessungen (sogenannte "Gas Threshold Pressure Tests") durchgeführt werden. In Abhängigkeit von der Transmissivität des Testintervalls kommen verschiedene Testmethoden zum Einsatz:

- Pumptests mit konstanter Förderrate bzw. konstantem Druck
- Injektionstests mit konstantem Druck oder konstanter Fliessrate
- Slugtests
- Pulsetests

In der Regel werden die oben beschriebenen Testmethoden miteinander kombiniert, d.h. als Testsequenz in unterschiedlicher Reihenfolge nacheinander ausgeführt.

Ergänzend zu den hydraulischen Packertests kann bei einer genügend hohen Transmissivität auch ein sogenanntes Fluid-Logging durchgeführt werden. Hierbei werden die Wasserzuflüsse mit Hilfe einer Serie von Temperatur-Leitfähigkeitslogs und/oder Flowmeter-Logs identifiziert und die Durchlässigkeit von diskreten wasserführenden Zonen bestimmt.

Nach Abschluss des Bohr- und Testprogramms können bei Bedarf Langzeitbeobachtungssysteme in den Bohrungen installiert werden, da oftmals während der aktiven Bohr- und Testphase nur eine beschränkte Zeit zur Verfügung steht. Ziel der Langzeitbeobachtung ist:

- die Ermittlung der "ungestörten" hydraulischen Potenziale
- die Ermittlung von repräsentativen hydraulischen Parametern (Transmissivität, Speicherkoeffizient, Porosität) im regionalen Massstab
- die allfällige Entnahme von Wasserproben zur hydrochemischen Charakterisierung bzw. Altersbestimmung der Tiefengrundwässer

Dazu werden ausgewählte Bohrlochstrecken mit Hilfe von im Bohrloch installierten Multipacker-Systemen hydraulisch voneinander getrennt und mit entsprechenden Druck- und Temperatursensoren bestückt.

Im Zuge der Bohr- und Testarbeiten können aus ausgewählten Bohrlochabschnitten, in der Regel in Verbindung mit den hydraulischen Packertests, Wasser- und/oder Gasproben in geeigneter Qualität und Menge entnommen werden, um hydrochemische und Isotopen-Analysen durchführen zu können.

Zur Beprobung und Untersuchung von Porenwässern aus Aquitarden kommen im Labor Methoden wie die Vakuum-Extraktionstechnik, die diffusive Äquilibrierung, die advektive Verdrängung, die Kationen-Austauschmethode an oder das Auspressen (engl. Squeezing) und Auslaugen (engl. Leaching) von Gesteinsproben aus Bohrkernen zur Anwendung (Wersin et al. 2013).

3.3.4 Geotechnik

Ziel der Untersuchungen ist es, eine boden- und felsmechanische Charakterisierung der relevanten Gesteine, der vorkommenden Trennflächen (sowie eventuellen Störungsflächen und -zonen) des Gebirges als Ganzes sowie der Gebirgsspannungen vorzunehmen. Diese Charakterisierung soll sich nicht nur auf den Bereich des Wirtgesteins bzw. des zukünftigen Tiefenlagers beschränken, sondern auch das Hangende und gegebenenfalls auch das Liegende einschliessen, um ein gesamtheitliches Bild zu erhalten und um Grundlagen zur Planung und Erstellung von zukünftigen Bauwerken (wie z.B. Rampen, Schächte etc.) zu erhalten. Die Laboruntersuchungen von Bohrkernen und die In situ-Messdaten dienen dabei zur Bestimmung von:

- Druck- und Zugfestigkeit
- Scherfestigkeit
- Deformationsverhalten
- spezifischem Gewicht, Raumgewicht, Porosität, thermischen Eigenschaften und Quellverhalten

Im Bohrloch können In situ-Spannungs- und/oder Dilatometer-Messungen vorgenommen werden. Zusätzliche Informationen zu den felsmechanischen Messungen können auch mit Hilfe von bestimmten geophysikalischen Bohrlochmessungen gewonnen werden (vgl. Kap. 3.3.2). So ermöglichen zum Beispiel Kaliber-Messungen die Detektion von Bohrlochrandausbrüchen und erlauben somit Aussagen zur Spannungssituation um das Bohrloch. Auch kann aus geophysikalischen Laufzeitmessungen (z.B. VSP) auf die geomechanischen Eigenschaften und auf den Spannungszustand im Gebirge zurückgeschlossen werden. Spezielle geophysikalische Logging-Methoden (z.B. Ultrasonic-Messung) liefern auch Hinweise auf die Spannungssituation sowie die Anisotropie im Gebirge.

An möglichst ungestört entnommenen und speziell versiegelten sowie schonend gelagerten bzw. transportierten Kernproben[5] sollen im Labor geomechanische Gesteins- und Trennflächeneigenschaften bestimmt werden. Dabei kommen standardisierte Tests, aber auch spezielle Versuchsanordnungen sowie unterstützend auch indirekte Messmethoden (wie z.B. 'Durchschallung') zur Anwendung. Neben Kurzzeitversuchen sind zur Untersuchung des Kriech- und Quellverhaltens aber auch von Porenwasserdruck-Effekten (v.a. bei gering durchlässigen Gesteinen) Langzeitversuche vorgesehen. Neben den Parametern Festigkeit und Verformbarkeit werden auch mineralogische und petrophysikalische Eigenschaften (wie Tongehalt, Wassergehalt, Porosität, Dichte, Anisotropie etc.) erfasst. Ergänzend lassen sich Untersuchungen zur Verwitterungsbeständigkeit/Aufweichbarkeit, Abrasivität/Quarzgehalt etc. ausführen.

Die im Bohrloch geplanten geomechanischen Messungen (Spannungsmessungen und/oder Dilatometertests) werden nach vielfach erprobten und bewährten Verfahren abgewickelt. Vereinzelt stehen die Anforderungen in Zusammenhang mit den geomechanischen Untersuchungen auch in Konflikt mit anderen erdwissenschaftlichen Untersuchungen aufgrund der evtl. zeitlich begrenzten Bohrlochstabilität, sodass gegebenenfalls Prioritäten gesetzt werden müssen.

[5] Theoretisch ist die Entnahme von Kernen auch mittels direkter Beprobungsverfahren (wie z.B. dem sogenannten 'Side-wall-coring') denkbar.

3.4 Beginn, Dauer und Programmanpassungen (nach Art. 59c KEV)

Die erdwissenschaftlichen Untersuchungen in SGT-E3 mittels Sondierbohrungen sollen unmittelbar nach Rechtskraft der Bewilligung durch das UVEK beginnen, die derzeit im Verlauf des Jahrs 2018 terminiert ist. Es wird mit einer Untersuchungsdauer von ca. drei bis fünf Jahren gerechnet. Die Reihenfolge des Abteufens der Sondierbohrungen im Standortgebiet NL wird zu einem späteren Zeitpunkt aufgrund der dannzumal geltenden Prioritäten festgelegt.

In Abhängigkeit der Befunde von vorgängigen Bohrungen und/oder der Ergebnisse der seismischen Messungen sollen Möglichkeiten für ergänzende Arbeiten offengehalten werden, z.B. für einen abgelenkten Ast aus einem bestehenden Bohrpfad zur weiteren Erkundung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs. Ausserdem können sich zusätzliche Zielsetzungen ergeben, die dazu führen, dass beispielsweise mehrere Bohrungen vom Bohrplatz der Sondierbohrungen Weiach 3 in verschiedene Richtungen ausgeführt werden (vgl. Kap. 6.2.2 und 7.1).

Solche Entscheide sind in Absprache mit den Aufsichtsbehörden zu treffen. Damit soll auf Ergebnisse von laufenden Untersuchungen in flexibler Weise reagiert werden können.

Die Nagra behält sich vor, nach Konsultation bzw. Stellungnahme der zuständigen Aufsichtsorgane die erforderlichen Anpassungen vorzunehmen, sei es durch Einsatz zusätzlicher Untersuchungen, Anpassungen der Bohrtechnik und der Testverfahren oder Weglassung nicht mehr benötigter Programmteile.

Ebenso ist denkbar, dass sich bereits im Verlauf der Sondierbohrungen und Untersuchungen Resultate zeigen, die eine Weiterführung der Arbeiten nicht rechtfertigen. Für diesen Fall behält sich die Nagra vor, das Sondier- und Untersuchungsprogramm abzubrechen.

4 Rechtliche Voraussetzungen für die Bewilligung des Bohrplatzes

4.1 Rechtslage und Prüfungsumfang

Erdwissenschaftliche Untersuchungen in möglichen Standortregionen, die dazu dienen, Kenntnisse im Hinblick auf ein geologisches Tiefenlager zu beschaffen, bedürfen einer Bewilligung des Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK, Art. 35 Abs. 1 KEG). Die Erteilung der bundesrechtlichen Bewilligung setzt insbesondere voraus, dass keine von der Bundesgesetzgebung vorgesehenen Gründe, namentlich des Umweltschutzes, des Natur- und Heimatschutzes und der Raumplanung, einer solchen entgegenstehen (Art. 35 Abs. 2 lit. b KEG). Die Bewilligung wird somit nicht schon erteilt, wenn die kernenergierechtlichen Anforderungen erfüllt sind, es müssen darüber hinaus auch jene des übrigen Bundesrechts eingehalten werden. Zu den Anforderungen des Bundesrechts zählen insbesondere:

- das Raumplanungsrecht mit seinen Planungszielen und Grundsätzen (Art. 1 und 3 Raumplanungsgesetz, RPG),
- die Rücksichtnahme auf Landschaften und Kulturdenkmäler (Art. 3 Natur- und Heimatschutzgesetz, NHG),
- die Rücksichtnahme auf wertvolle Lebensräume mit Tieren und Pflanzen (Art. 18 NHG),
- die vorsorgliche Emissionsbegrenzung (Art. 11 Umweltschutzgesetz, USG),
- der Schutz der Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen (Art. 1 Gewässerschutzgesetz, GSchG).

Bei der Wahl der Bohrstandorte ist eine Standortevaluation erforderlich, die den materiellen Gehalt der Ziele und Grundsätze der Raumplanung (Art. 75 BV sowie Art. 1 und 3 RPG, vgl. Urteil des Bundesgerichts 1c_604/2014 vom 12.05.2015, BG 2015) berücksichtigt. Dabei gilt es insbesondere zu beachten, dass die wesentlichen Eingriffe und Anlagen mit Auswirkungen auf Raum und Umwelt temporärer Natur sind (Betrieb des Bohrplatzes).

Mit der Bewilligung gemäss Art. 35 KEG werden sämtliche nach Bundesrecht notwendigen Bewilligungen erteilt (Art. 49 Abs. 2 KEG). Kantonale Bewilligungen und Pläne sind nicht erforderlich. Das kantonale und kommunale Recht ist zu berücksichtigen, soweit es das Projekt nicht unverhältnismässig einschränkt (Art. 49 Abs. 3 KEG). Kantonale und kommunale Nutzungspläne gelten dabei als kantonales Recht.

4.2 Befristung

Art. 36 Abs. 2 KEG verlangt eine Befristung der Bewilligung für erdwissenschaftliche Untersuchungen. Dabei ist zunächst die Geltungsdauer der Bewilligung an sich zu befristen (Zeit, innert welcher der Baubeginn zu erfolgen hat) und die Zeitdauer, während der die bewilligten Aktivitäten (eigentliches Abteufen der Bohrungen) andauern dürfen. Bei einigen Untersuchungsstandorten bleiben zum Zweck der Langzeitbeobachtung in Bohrungen gewisse Einrichtungen (wie z.B. Bohrkeller mit Beobachtungsinstrumenten sowie Zufahrtsmöglichkeit und Stromversorgung) bestehen. Auch für diese Anlagen ist die Bewilligung entsprechend zu befristen (vgl. Kap. 8.2).

4.3 Rechtsverhältnisse am Bohrplatz

Die Gesuchstellerin hat alle notwendigen Rechte zur Durchführung der Bohrarbeiten und für den Fortbestand des Bohrkellers (Baurecht) freihändig erworben. Die Durchführung eines Enteignungsverfahrens im Sinne von Art. 51 KEG ist daher nicht notwendig.

5 Technische Gesuchsunterlagen (nach Art. 58 KEV)

Das vorliegende Sondiergesuch umfasst die notwendigen Gesuchsunterlagen nach KEG resp. KEV zur Erteilung einer befristeten Bewilligung für einen Bohrplatz und die Durchführung von Sondierbohrungen auf dem Gebiet der Parzelle Kat.-Nr. 548 (Ansatzpunkt der Bohrungen ca. 2'675'133 / 1'268'398, ca. 363 m ü.M.). Die zugrundeliegenden massgeblichen Gesetze und Verordnungen sind dem Bericht vorangestellt (vgl. Seite XI, "Gesetze und Verordnungen"), die Richtlinien und Normen sind in Kapitel 9 ("Literaturverzeichnis") aufgeführt.

Der Bohrplatz auf der Parzelle Kat.-Nr. 548 liegt unweit der Kiesgrube "Rüteren" der Weiacher Kies AG im Gebiet "Leberen" in der Gemeinde Weiach (Kanton Zürich; vgl. Fig. 5.1) und wird derzeit landwirtschaftlich als Fruchtfolgefläche genutzt (vgl. Kap. 6.5.9). Die Zufahrt zum Bohrplatz, welche ausgebaut werden muss (vgl. Kap. 5.5), tangiert die Parzelle Kat.-Nr. 1163.

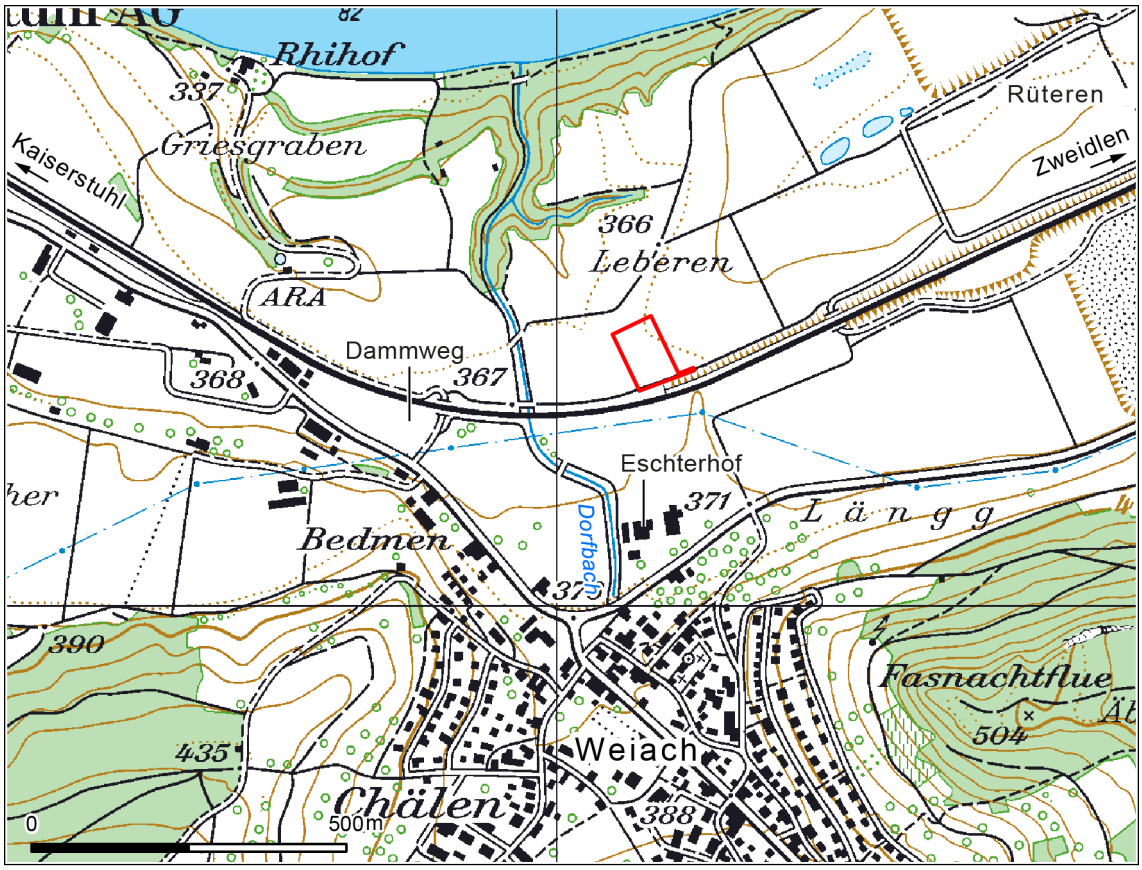


Fig. 5.1: Lage und Grösse des Standorts des Bohrplatzes Weiach 3.

Die nachstehend umschriebenen Massnahmen sind für eine Zeitspanne von bis zu fünf Jahren ab Baubeginn geplant. Nach Beendigung der Sondierbohrungen wird der Bohrplatz aufgehoben und die Parzelle rekultiviert, sodass eine landwirtschaftliche Nutzung wieder möglich ist. Verbleiben werden bei Bedarf lediglich der Bohrkeller mit entsprechenden Messeinrichtungen, Leitungen für Stromversorgung und Telekommunikation sowie eine Zufahrt zum Bohrkeller. Diese Anlagen dienen der Langzeitbeobachtung, welche mehrere Jahre bis Jahrzehnte andauern kann.

Deshalb wird für den Bohrkeller und seinen Zugang resp. seine Zufahrt eine Betriebs- und Nutzungsbewilligung bis zum rechtskräftigen Entscheid über eine nukleare Baubewilligung für ein geologisches Tiefenlager, längstens jedoch von 45 Jahren nach Abschluss aller Bohrarbeiten und Fertigstellung des Bohrkellers beantragt. Falls diese Betriebsdauer sich als nicht ausreichend erweisen sollte, wird ein Gesuch auf Verlängerung gestellt.

Falls keine weiteren Untersuchungen und/oder Langzeitbeobachtungen geplant sind, werden die Bohrlöcher gemäss den Auflagen der Aufsichtsbehörde verfüllt und der Bohrplatz anschliessend rekultiviert.

5.1 Örtliche Gegebenheiten

Die für die Sondierbohrungen, d.h. Bohrplatz und Depotflächen, vorgesehene Fläche der Parzelle Kat.-Nr. 548 liegt gemäss Zonenplan der Gemeinde Weiach (Gemeinde Weiach 1994) in der kantonalen Landwirtschaftszone. Das Grundstück wird landwirtschaftlich als Fruchtfolgefläche genutzt und weist ein nach NNE geneigtes Gefälle von ca. 2 – 3 % auf. Die gesamte vorübergehend beanspruchte Fläche weist eine Breite von ca. 66 m und eine Länge von ca. 105 m auf (vgl. Beilagen 4 und 5) und beträgt inklusive Erschliessung ca. 7'090 m^2. Diese Fläche wird für die Dauer der Erstellung des Bohrplatzes und der Bohrarbeiten zuzüglich der Rekultivierungsphase der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung entzogen.

Die Parzelle befindet sich ausserhalb des Siedlungsgebiets der Gemeinde Weiach, westlich der Kiesgrube "Rüteren" und in unmittelbarer Nähe der SBB-Linie Kaiserstuhl – Zweidlen. Der Abstand vom geplanten Bohrkeller zum nächstgelegenen Wohnhaus ("Eschterhof") im Süden beträgt rund 310 m (vgl. Beilage 4). Das Wohnquartier "Dammweg" liegt bezüglich des Bohrplatzes in einer Distanz von ca. 340 m in westlicher Richtung (vgl. Fig. 5.1). Die Wohnhäuser werden zum Bohrplatz hin von einer bestockten Fläche abgeschirmt, welche sich in rund 190 m vom Bohrplatz entfernt befindet und entlang des "Dorfbachs" verläuft. Rund 550 m in Richtung Norden befindet sich die Landesgrenze Schweiz – Deutschland in der Mitte des Rheins.

5.2 Platzerstellung und -ausrüstung

Für die Erstellung des Bohrplatzes werden zunächst der Ober- und gegebenenfalls der Unterboden im Bereich des Bohrplatzes, der Zufahrt und der Parkplätze abgetragen (vgl. Beilagen 5 – 7). Das Bodenmaterial (Humus) wird im nördlichen Bereich der Parzelle mit einer Schütthöhe von ca. 1.5 m deponiert.

Die Schütthöhen sind aufgrund des Leitfadens für Bodenschutz beim Bau (Häusler & Salm 2001) gewählt.

In einem zweiten Arbeitsschritt werden im Bereich des Bohrplatzes Erdarbeiten für die notwendigen Infrastrukturbauten sowie leichte Terrainausebnungen ausgeführt. Das anfallende Aushubmaterial wird südlich in Richtung der Ortschaft Weiach und östlich in Richtung Kiesgrube deponiert (vgl. Beilage 5). Die Schütthöhe des Aushubdepots beträgt ca. 3.0 m. Beim Aushubmaterial handelt es sich um früh- bis spätwürmzeitliche Schotter (Pleistozän) bzw. künstliche Auffüllung (vgl. Fig. 5.2 und Beilage 3). Die Quartärmächtigkeit im Bereich des Bohrplatzes beträgt ca. 30 – 40 m.

Die im Bereich des Bohrplatzes verlaufenden Drainageleitungen werden abgebrochen (vgl. Beilage 5) und später nach Abschluss der Bohrtätigkeit resp. der Langzeitbeobachtungen im Rahmen der Rekultivierungsarbeiten (vgl. Kap. 5.12) wieder hergestellt.

Für den Arbeitsbereich des Bohrplatzes ist eine befestigte Fläche mit einer Länge von 60 m und einer Breite von 40 m vorgesehen (vgl. Beilage 4). Diese Fläche wird mit einer Fundationsschicht (ungebundene Gemische 0/45 mm und Planiermaterial 0/16 mm, Schichtstärke gesamt 0.5 m) und einem einschichtigen Belag (Tragdeckschicht AC T 22 N TDS, Schichtstärke 0.1 m) versehen. Darüber hinaus werden unbefestigte Flächen mit Kiesbelag für Parkplätze und Vorplätze auf dem Bohrplatz geplant.



Fig. 5.2: Geologische Karte im Bereich des Standorts der Sondierbohrungen Weiach 3.

Die hier verwendete geologische Karte der Swisstopo (GeoCover 2010) weist das Gebiet "Leberen/Rüteren" als früh- bis spätwürmzeitliche Schotter aus. Der Vollständigkeit halber wird darauf hingewiesen, dass es sich hierbei um ein ehemaliges Abbaugebiet (Kiesgruben) und somit um künstliche Auffüllungen handelt.

Im Zentrum des Bohrplatzes wird ein innerer Arbeitsbereich durch zweireihig abgesenkte Bundsteine vom äusseren Arbeitsbereich abgegrenzt (vgl. Beilage 5). Der innere Arbeitsbereich dient als Standplatz des Bohrgeräts inklusive Nebenaggregate und dem Gestängelager (vgl. Beilage 5, grün umrandet). Der Randabschluss dient sowohl der visuellen als auch der entwässerungstechnischen Trennung. Die auf dieser Fläche anfallenden Flüssigkeiten fliessen entweder aufgrund des Gefälles direkt in den Bohrkeller oder werden diesem über den abgesenkten Randabschluss, Einlaufschächte und unterirdische Rohrleitungen zugeleitet (vgl. Kap. 5.7). Der Belag verhindert wirksam ein Versickern von Flüssigkeiten.

Auf der Platzfläche installiert sich die Bohrfirma mit den notwendigen Maschinen, Geräten, Bohrgestängen, Magazinen, Containern etc. zur Ausführung der geplanten Bohrarbeiten.

Ab Baubeginn wird eine Bewilligungsdauer für den Betrieb des Bohrplatzes von fünf Jahren beantragt (vgl. Kap. 8).

5.3 Bohrkeller

Im Zentrum des Bohrplatzes wird der Bohrkeller in Ortsbeton wasserdicht erstellt. Die Bohrungen bzw. der Bohrkeller sind T-förmig angeordnet mit unterschiedlichen Abmessungen in beide Achsrichtungen (vgl. Tab. 5.1 und Fig. 5.3), sodass ein Abteufen sowohl von Senkrecht- als auch von Schrägbohrungen möglich ist. Der Bohrkeller ist für Schrägbohrungen Richtung NNW, SSE, WSW und ENE ausgelegt (vgl. Fig. 7.1).

Unabhängig von der Bohrkellergrösse wird für eine bessere Lastverteilung der Bohranlage rund um den Bohrkeller eine Lastplatte aus Stahlbeton mit einer Breite von 3.0 m und einer Stärke von 0.4 m erstellt. Der Bohrkeller mit seiner Bodenplatte (Stärke 0.3 m), seinen Wänden und der umlaufenden Betonplatte ist dafür ausgelegt, Lasten vom Bohrgerät bis zu 100 t über seine typischerweise zwei vorderen Auflagerflächen von je ca. 5 m^2 abzutragen. Damit ist sichergestellt, dass Bohranlagen bis ca. 175 t Hakenlast auf dem Bohrplatz aufgestellt werden können, die genügend Reservekapazität bieten, um eine Endteufe von max. 2'000 m zu erreichen. Der Bohrkeller mit seiner umlaufenden Lastplatte ermöglicht ausserdem, die unterschiedlichsten Bohrgeräte flexibel an den geplanten Bohrpunkten aufzustellen. Der innere Arbeitsbereich des Bohrplatzes ist darüber hinaus für die Aufnahme von je 30 t Verkehrslasten der beiden hinteren Lastabtragungspunkte des Bohrgeräts ausgelegt (Auflagerfläche: jeweils 5 m^2). Falls die Tragfähigkeit des Platzes für die hinteren Lastabtragspunkte des vorgesehenen Bohrgeräts nicht ausreichend sein sollte, können zusätzlich kleine, bodenebene Fundamente für den notwendigen Lastabtrag erstellt werden. Das Design und die Ausmasse des Bohrplatzes verändern sich dadurch nicht. Die Planung des Bohrkellers und der Bodenplatte (inklusive Statik, Armierung, Lastabtrag etc.) in Abhängigkeit des Baugrunds ist noch zu bestätigen, sobald das Bohrgerät für die Ausführung feststeht.

Tab. 5.1: Abmessungen Bohrkeller (Innenmasse).

Bohrrichtung	**Länge** [m]	**Breite** [m]	**Tiefe min.** [m]
NNW – SSE	6.9	2.5	2.5
WSW – ENE	4.9	2.5	2.5

Da der Bohrkeller auch für die erste Sammlung der Abwässer dient, wird im Bohrkeller ein Pumpensumpf mit den Massen von 0.8 m × 0.8 m × 0.8 m erstellt (L × B × T; vgl. Fig. 5.3 – 5.5 und Beilage 8).

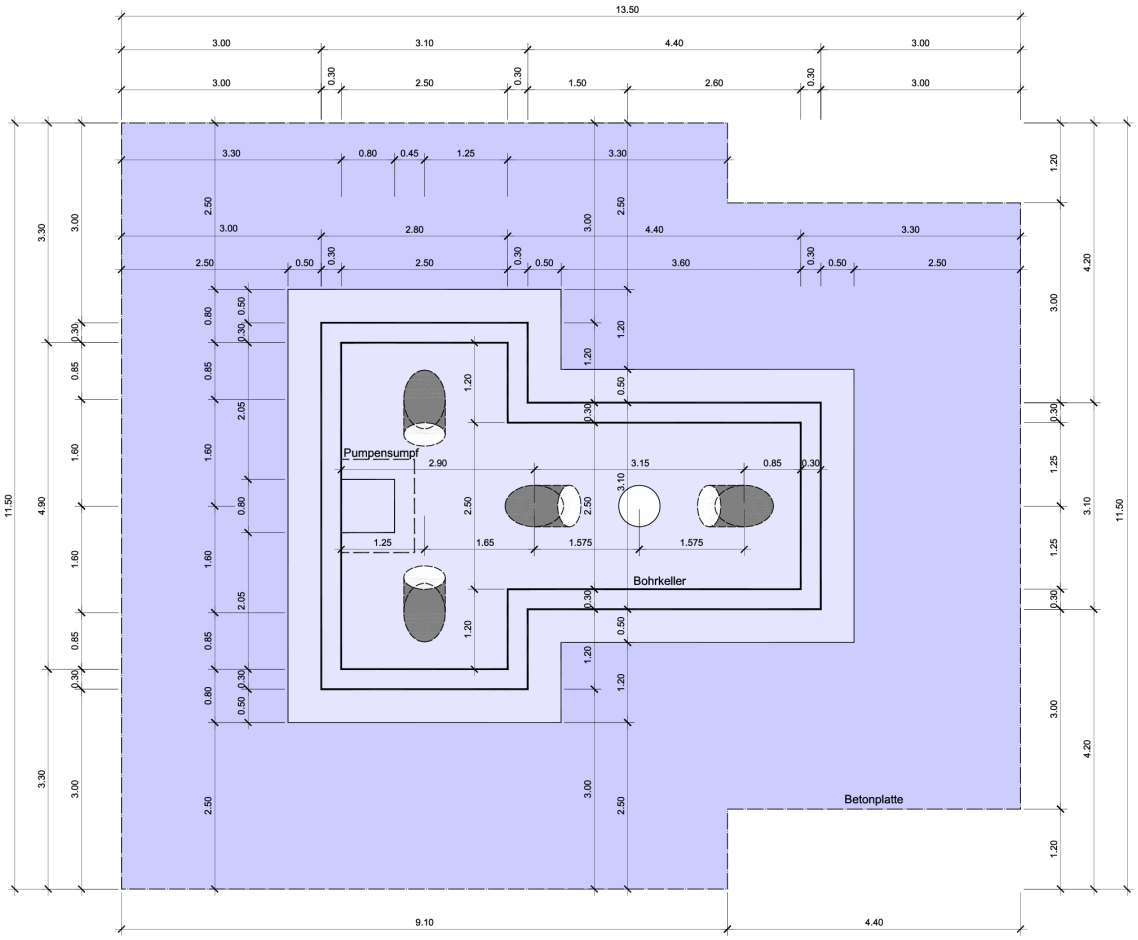


Fig. 5.3: Grundriss des Bohrkellers für fünf Bohrrichtungen.

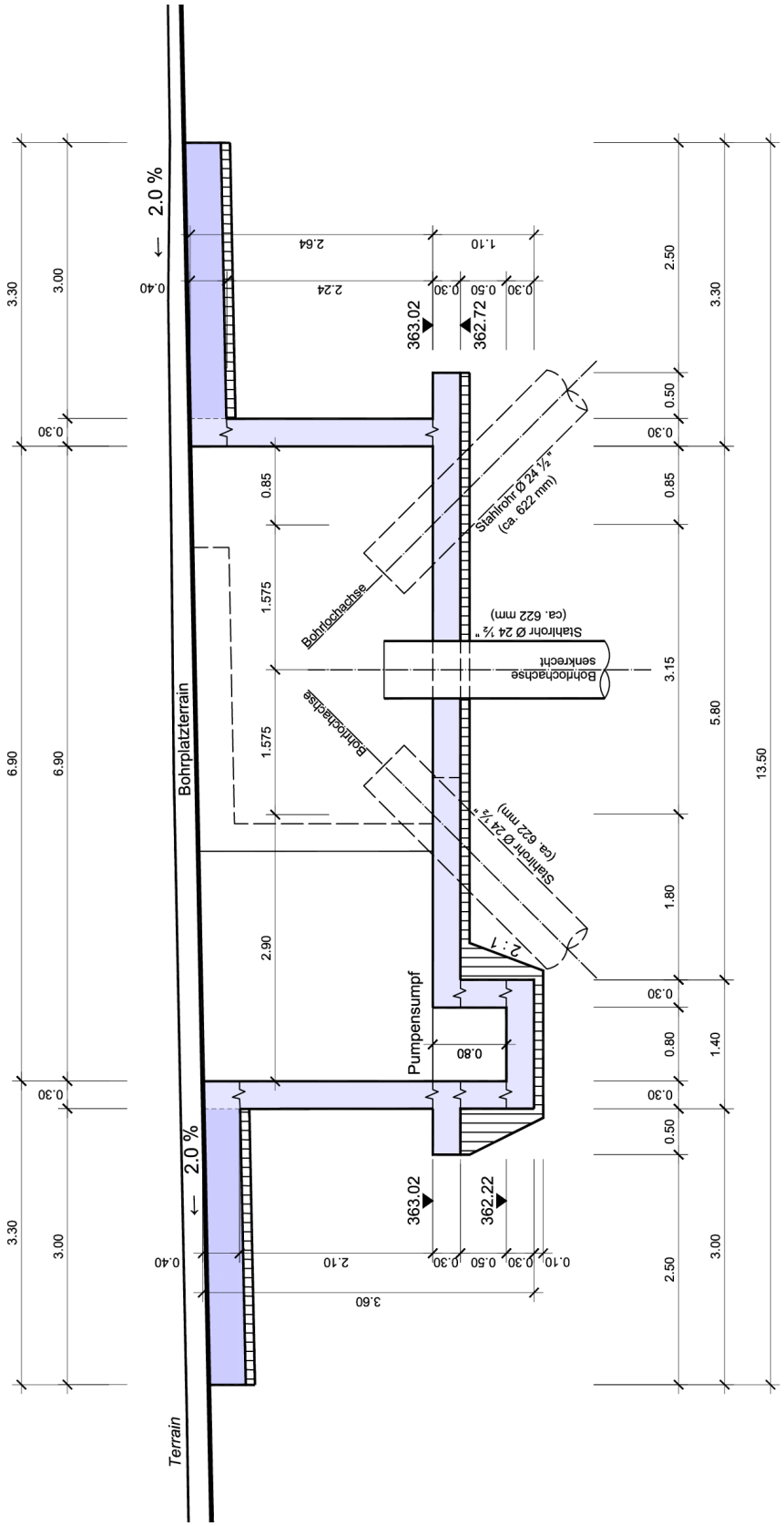


Fig. 5.4: Längsschnitt (B-B) des Bohrkellers mit den Bohrrichtungen NNW und SSE und den entsprechenden Bohransatzpunkten (Lage des Schnitts vgl. Beilage 8).

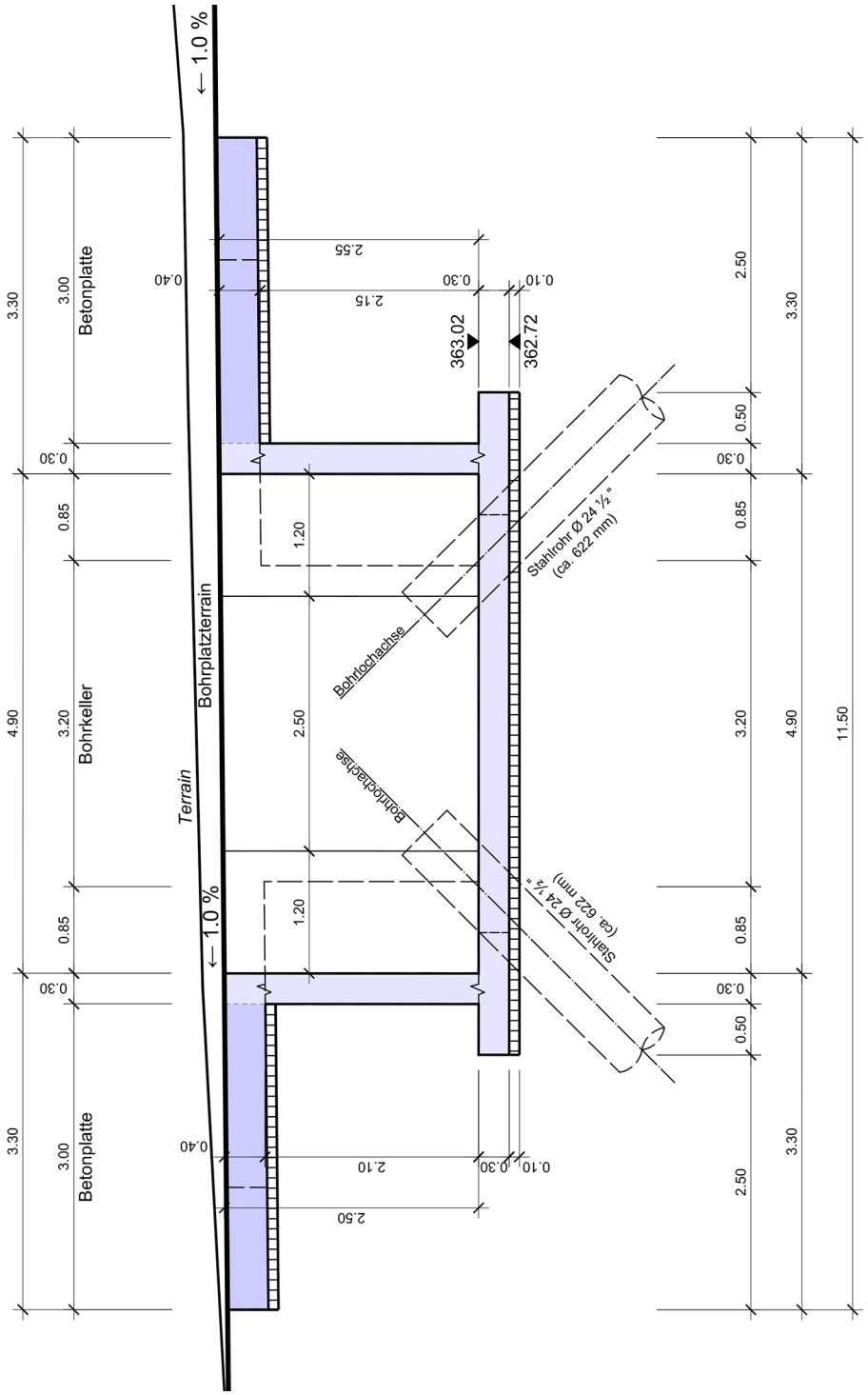


Fig. 5.5: Querschnitt des Bohrkellers (A-A) mit den Bohrrichtungen WSW und ENE und den entsprechenden Bohransatzpunkten (Lage des Schnitts vgl. Beilage 8).

5.4 Nebenanlagen

5.4.1 Container

Für die Mannschafts- und Messcontainer werden in den Randbereichen Kiesflächen mit einer Fundationsschicht (ungebundene Gemische 0/45 mm, Schichtstärke gesamt 0.5 m; Flächen gewalzt) erstellt.

Die einzelnen Container für die Überwachung des Bohrbetriebs sowie zur laufenden Untersuchung und Auswertung werden voraussichtlich am östlichen Bohrplatzrand angeordnet (vgl. Beilage 5). Die Anordnung und Anzahl der Container kann sich aufgrund der Anforderungen zur Platzierung des Bohrgeräts noch kurzfristig leicht ändern. Für die Überwachungssysteme der Bohranlage und des Bohrbetriebs sowie für die Analyse von Fluiden und Gasen wird von den Containern bis zum Bohrkeller ein Kabelkanal erstellt.

Ebenfalls am östlichen Bohrplatzrand können die Mannschaftscontainer sowie die Container für den Bohrmeister resp. die Projektleitung platziert werden. Die Mannschaftscontainer werden mit einer Sanitäranlage (WC und Duschen) ausgestattet, deshalb werden sie unmittelbar beim Fäkalientank aufgestellt. Um die Platzverhältnisse zu optimieren, werden die Container, wo möglich, aufeinander gestellt.

Die Anordnung der Container auf dem Bohrplatz (vgl. Beilage 5) kann sich in Abhängigkeit vom eingesetzten Bohrgerät noch verändern und ist deswegen auf den Plänen nicht als abschliessend anzusehen. Die dargestellte Anordnung der Container geht von einer NNW – SSE ausgerichteten Anordnung des Bohrgeräts aus, die auch für eine Vertikalbohrung geeignet ist.

Falls andere Bohrrichtungen, wie zum Beispiel eine Schrägbohrung nach WSW oder ENE ausgeführt werden sollen, muss die Anordnung der Container entsprechend angepasst werden.

Im Bereich des Zugangs zum Bohrplatz ist vorgesehen, einen Infocontainer aufzustellen.

5.4.2 Parkplatz

Es sind insgesamt 12 Parkplätze vorgesehen. Diese werden entlang der Platzeinfahrt in der Nähe des Infocontainers nördlich der Fahrfläche angeordnet (vgl. Beilagen 4 und 5) und mit einer Fundationsschicht (ungebundene Gemische 0/45 mm, Schichtstärke gesamt 0.5 m; Flächen gewalzt) versehen.

5.4.3 Umzäunung

Der Bohrplatz wird gesichert und der Zutritt geregelt. Um das gesamte Bohrplatzareal wird ein Bauzaun erstellt (vgl. Beilage 5).

5.5 Erschliessung und Verkehr

5.5.1 Verkehrserschliessung

Die Verkehrserschliessung erfolgt grösstenteils über das öffentliche Strassennetz. Die Anfahrtsroute führt auf keinem Abschnitt durch Siedlungsgebiet. In der Nähe des Bohrplatzes befindet sich die Nationalstrasse A51 Zürich – Bülach. Die nächste Autobahnausfahrt/-einfahrt ist die E1 Bülach-Nord, welche ca. 10 km in südöstlicher Richtung vom Bohrplatz entfernt liegt. Ab dieser Ausfahrt ist der Bohrplatz über die Kantonsstrassen HVS 4 (Schaffhauserstrasse) und HVS 7 (Weiacher- / Glattfelderstrasse) sowie über den kurzen Abschnitt der Nationalstrasse A50 Glattfelden zu erreichen. Von dort aus erfolgt die Zufahrt über eine Strecke von rund 1.4 km über die interne Erschliessungsstrasse "Im Hard" der Kiesgrube "Rüteren" und eine Flurstrasse (Strassenparzelle Kat.-Nr. 1163) zum Bohrplatz. Der letzte Strassenabschnitt von ca. 300 m Länge ab der internen Erschliessungsstrasse (nach der Abzweigung zur SBB-Unterführung) muss für die Bau- und Betriebsphase von aktuell 3 m Breite auf die innerhalb der Parzellengrenzen maximal mögliche Breite von rund 3.6 m ausgebaut werden (vgl. Fig. 5.1 und 5.6 sowie Beilage 5). Ausserdem muss für die Dauer der Bau- und Betriebsphase das bestehende Fahrverbot zwischen der Flurstrasse und dem Bohrplatz für den Werksverkehr temporär aufgehoben werden.

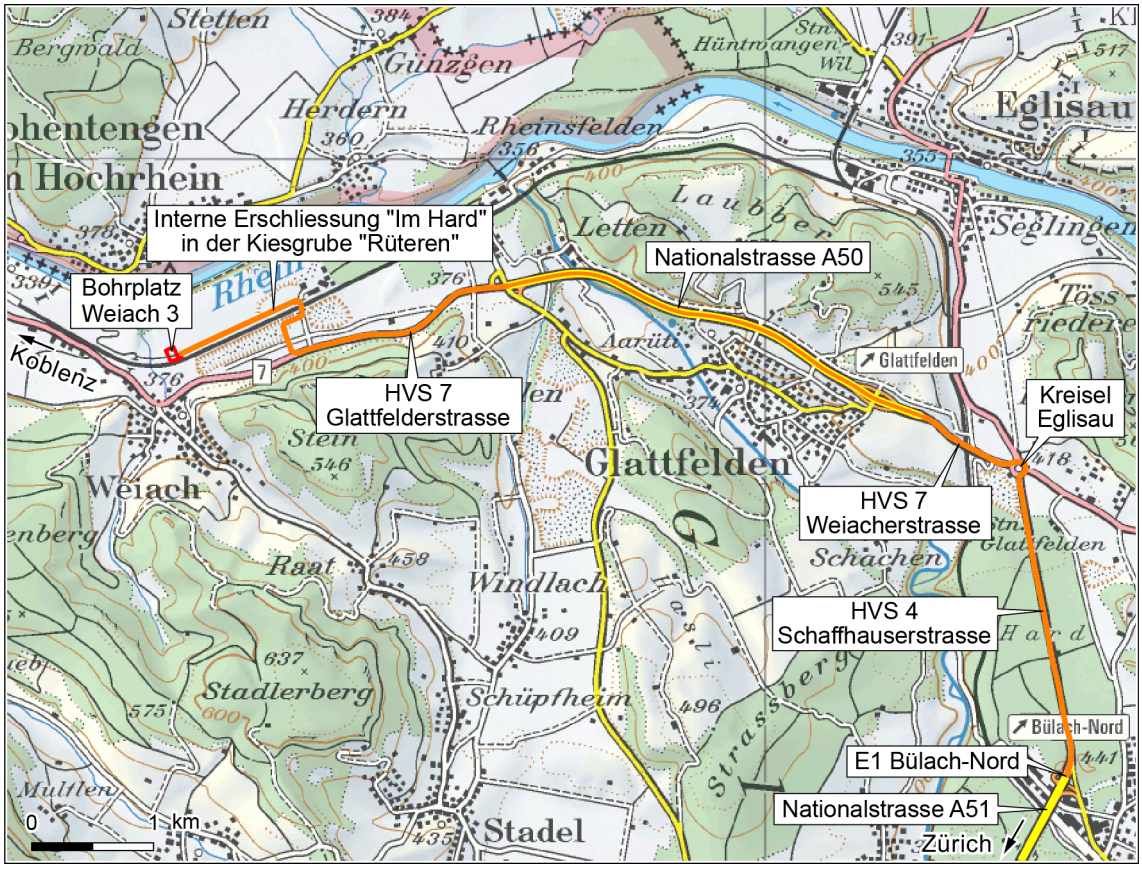


Fig. 5.6: Karte zur Erschliessung des Standorts der Sondierbohrungen Weiach 3.

5.5.2 Verkehrsaufkommen

Die Gesuchstellerin hat hinsichtlich des durch den Bohrbetrieb verursachten LKW-Verkehrs Erfahrungen aus früheren Bohrbetrieben in der Nordschweiz, am Wellenberg (Kanton Nidwalden; Gassler & Karsch 1996) oder im Zürcher Weinland (Sondierbohrung Benken; Macek & Gassler 2001). In der Nordschweiz wurde jede Fahrt registriert und die Auswertung zeigte ein durchschnittliches LKW-Aufkommen von ca. 50 Fahrten pro Woche (Summe von Hin- und Rückfahrten). Der Anteil der aus betrieblichen Gründen unumgänglichen Fahrten während der Nacht und sonntags betrug ca. 5 %.

Es ist zu beachten, dass das LKW-Aufkommen je nach Projektphase variiert. Während der Bauphase (d.h. Erstellung Bohrplatz und Installation Bohrgerät) und der Betriebsphase (d.h. Abteufen der Bohrungen) werden die höchsten LKW-Aufkommen erwartet.

Die Arbeiten auf dem Bohrplatz werden während der Betriebsphase täglich im 24-h-Betrieb ablaufen.

Während der langfristigen Überwachungsphase sind nur zum Ein- und Ausbau des Messequipments sowie für allfällige Reparaturarbeiten LKW-Fahrten erforderlich, die in der Regel nur tagsüber stattfinden. Während der Beobachtungsphase für die Datenerhebung sind grundsätzlich keine LKW-Fahrten erforderlich.

Der durchschnittliche Tagesverkehr (DTV) für Motorfahrzeuge in den befahrenen Abschnitten der National- und Kantonsstrassen weist gemäss dem kantonalen Gesamtverkehrsmodell (GVM-ZH 2014) die Werte für die Jahre 2013 und 2030 gemäss Tab. 5.2 auf.

Tab. 5.2: Mess- und Prognosewerte kantonales Gesamtverkehrsmodell.

Abschnitt	**Messwert DTV 2013** [Fahrzeuge/Tag]	**Prognosewerte DTV 2030** [Fahrzeuge/Tag]
A51	26'597	35'928
HVS 4	27'000	36'214
HVS 7*	11'546	15'307
A50	5'707	8'181
HVS 7**	6'512	9'144

* Teilabschnitt Weiacherstrasse zwischen Kreisel Eglisau und A50 (Ausfahrt Glattfelden)
** Teilabschnitt Glattfelderstrasse von A50 in Richtung Weiach

Aufgrund dieser Prognose ist der zusätzliche Bohrplatzverkehr während des Baus und des Betriebs des Platzes für die Strassenbelastung von untergeordneter Bedeutung.

5.6 Wasserversorgung

Der Bohrplatz wird ca. 700 m weiter nordwestlich an die Versorgungsleitung GU DN 100 mm des örtlichen Wasserversorgungsnetzes der Gemeinde Weiach angeschlossen (vgl. Beilage 5 und Fig. 5.7). Die Zuleitung der neuen Trinkwasserleitung verläuft parallel zur neuen Abwasserleitung im selben Leitungsgraben (vgl. Kap. 5.7).

Unmittelbar nach dem Anschlussschieber des Bohrplatzes wird ein Zählerschacht angeordnet, um die Bezugsmengen festzuhalten. Die Art des Wasserzählers ist mit dem örtlichen Werkleitungseigentümer und Betreiber abzusprechen. Die interne Versorgung des Bohrplatzes wird mittels einer Anschlussleitung PE DN 160 mm sichergestellt, an welcher noch einzelne Abgänge für die Versorgung von Containern möglich sind. Für die Sicherstellung des Löschschutzes wird im Zugangsbereich des Platzes ein Hydrant platziert.

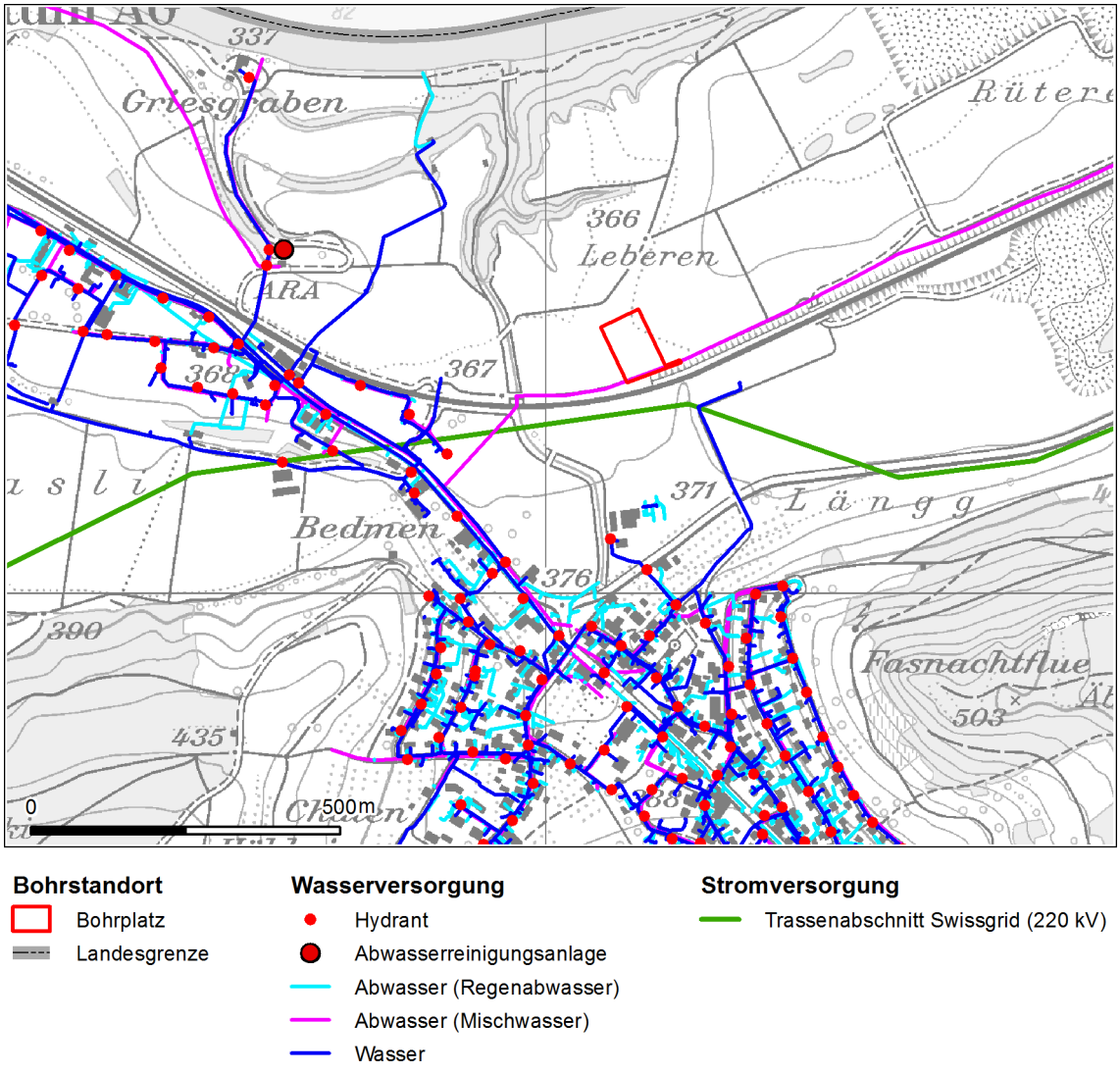


Fig. 5.7: Karte zur Erschliessung des Standorts der Sondierbohrungen Weiach 3 mit Wasser, Abwasser und Strom.

Die Anschlüsse der Container sowie die Zuleitung können ober- oder unterirdisch erfolgen (je nach Witterung und Jahreszeit). Unmittelbar beim Bohrkeller ist ein Anschlusspunkt für die Bohrbelange vorgesehen.

5.7 Entsorgung

Die während der Betriebsphase anfallenden Abwässer werden soweit aufbereitet, dass die vorgeschriebenen Einleitgrenzwerte bezüglich Qualität und Menge in die Kanalisation eingehalten werden. Die Prinzipien der Wasseraufbereitung auf der Baustelle richten sich nach der SN-Norm 509 431 (SIA 1997). Sie können wie folgt charakterisiert werden:

- Meteorwasser ausserhalb der befestigten Fläche: Flächenförmige Versickerung, Versickerung über die Schulter
- Wasser vom äusseren Arbeitsbereich: Absetzbecken mit Ölabscheider und Schlammfang → Stapelbecken → ggf. pH-Neutralisation und Koaleszenzabscheider → bei Erfüllung der Einleitbedingungen → Regenabwasserleitung, alternativ Mischabwasser (Kanalisation) bzw. Abführen in ARA
- Wasser / Bohrspülflüssigkeit vom inneren Arbeitsbereich: Pumpensumpf → Absetz-/ Schlammbecken → Desander/Desilter → pH-Neutralisation → Stapelbecken → Kanalisation (gereinigtes Abwasser) resp. Deponie (Bohrschlamm)
- Aquifer-Wasser: Absetzbecken → Kontrolle (Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeit) → Kanalisation
- Häusliche Abwässer: via Fäkalientank in ARA bzw. Anschluss an Kanalisation

Für den Betrieb des Bohrplatzes wird vor Baubeginn ein Entwässerungskonzept aufgestellt, das zur Einhaltung der folgenden Grundsätze dient:

- Bei Abwässern: Vermeiden, vermindern, separat fassen, rezirkulieren, behandeln, ableiten.
- Einzelne Abwasserteilströme sind möglichst am Ort ihres Anfalls, vor der Vermischung mit anderen Abwässern, zu fassen.
- Nicht verschmutztes Abwasser ist vorzugsweise versickern zu lassen (z.B. Parkplätze).
- Verschmutztes Abwasser muss auf der Baustelle mittels Sedimentation bzw. Neutralisation vorbehandelt werden.
- Alkalische Abwässer dürfen nicht versickert oder in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden.
- Wassergefährdende Stoffe dürfen weder im Boden versickern, noch in ein Gewässer oder in eine Kanalisation gelangen.

Das Entwässerungskonzept regelt zudem die notwendigen Massnahmen bei ausserordentlichen Ereignissen und Störungen sowie die Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Beteiligten. Das Entwässerungskonzept basiert auf dem eidgenössischen Gewässerschutzgesetz (GSchG) und der -verordnung (GSchV), den kantonalen und kommunalen Gewässerschutzbestimmungen sowie den Auflagen und Bedingungen der behördlichen Bewilligungen und dem generellen Entwässerungsplan (GEP) der Gemeinde.

Die auf dem Bohrplatz anfallenden Abfälle und das Bohrklein werden gemäss einem Entsorgungskonzept über bestehende Entsorgungswege (vgl. Kap. 5.7.4) entsorgt.

5.7.1 Häusliches Abwasser

Das häusliche Abwasser wird in einem Fäkalientank gesammelt und anschliessend mittels eines Pumpschachts über eine neue Druckleitung PE DN 50 mm in die öffentliche Kanalisation im Rhihofweg ca. 700 m nordwestlich des Bohrplatzes eingeleitet. Für die Einleitung ist die Erstellung eines neuen Kontrollschachts KS Nr. SG 17.1 bei der ehemaligen Kläranlage Weiach nötig. Ab dort erfolgt die Zuleitung über die Pumpendruckleitung MW PE DN 180 mm zur ARA Hohentengen am Hochrhein in Deutschland (vgl. Kap. 5.7.4).

Die Druckleitung führt im Bereich der Gemeindestrasse (Parzellen Kat.-Nr. 523 und 529) randlich durch die Zone S3 der Grundwasserschutzzone "Griesgraben". Diese Ableitung liegt über dem höchsten Grundwasserspiegel (vgl. Kap. 6.5.5) und muss innerhalb des betreffenden, rund 190 m langen Leitungsabschnitts dicht erstellt und so ausgeführt werden, dass spätere Dichtheitskontrollen möglich sind. Vor Inbetriebnahme der Leitung werden sämtliche Bauteile mit Wasser auf ihre Dichtheit geprüft. Die Schmutzwasserleitung wird mittels Kontrollen mindestens alle fünf Jahre auf ihre Dichtheit überprüft. Die Dichtheitsprüfung erfolgt gemäss der SN 533 190 (SIA 2000) sowie der entsprechenden VSA-Richtlinie (VSA 2002). Weitere Grundwasserschutzmassnahmen während des Leitungsbaus werden in Kap. 6.5.5 erläutert.

5.7.2 Meteorwasser

Das Dachwasser der Container fliesst platzabgewandt ab und versickert flächenförmig über die Schulter. Die Parkplätze werden wasserdurchlässig ausgebildet (Kiesplätze, Aufbau vgl. Kap. 5.4.2 und Beilage 5).

Die Entwässerung des äusseren Arbeitsbereichs sowie das Waschwasser der Geologie und des Labors werden über Belagsrinnen einem Platzwasserschacht zugeführt und von dort mit einer Freispiegelleitung dem Ölabscheider mit Schlammfang zugeleitet. Das gereinigte Platzwasser wird primär dem ersten Stapelbecken zugeführt und von dort mittels eines Pumpschachts über eine neue Druckleitung PE DN 110 mm, parallel zum häuslichen Abwasser (vgl. Beilage 5) in die öffentliche Kanalisation im Rhihofweg ca. 700 m nordwestlich des Bohrplatzes eingeleitet. Ab dort erfolgt die Zuleitung zur ARA Hohentengen (vgl. Kap. 5.7.4).

Die Druckleitung führt im Bereich der Gemeindestrasse (Parzellen Kat.-Nr. 523 und 529) randlich durch die Zone S3 der Grundwasserschutzzone "Griesgraben". Diese Ableitung liegt über dem höchsten Grundwasserspiegel (vgl. Kap. 6.5.5) und muss innerhalb des betreffenden, rund 190 m langen Leitungsabschnitts dicht erstellt und so ausgeführt werden, dass spätere Dichtheitskontrollen möglich sind. Vor Inbetriebnahme der Leitung werden sämtliche Bauteile mit Wasser auf ihre Dichtheit geprüft. Die Dichtheitsprüfung erfolgt gemäss der SN 533 190 (SIA 2000) sowie der entsprechenden VSA-Richtlinie (VSA 2002).

Das Platzwasser des inneren Arbeitsbereichs (Fläche innerhalb der zweireihig abgesenkten Bundsteine, vgl. Beilage 5), das am meisten von einer Vermischung mit Bohrspülflüssigkeit und Verunreinigungen durch das Gestängelager gefährdet ist, wird über Einlaufschächte dem Pumpensumpf des Bohrkellers zugeführt und von dort dem Aufbereitungsprozess für überschüssige Bohrspülung zugeleitet (vgl. Kap. 5.7.3). Vorgereinigtes Abwasser aus diesem Aufbereitungsprozess wird im zweiten und dritten Stapelbecken (vgl. Beilage 5) zwischengelagert. Eine allfällige Aufbereitung zwecks Wiederverwendung, z.B. mittels Spaltanlage, findet direkt auf dem Bohrplatz statt. Ansonsten wird die Flüssigkeit mit Tankwagen abgeführt sowie extern behandelt und entsorgt.

Für den Fall eines grösseren Regenereignisses können die Stapelbecken 2 und 3 als temporäre Retentionsbecken eingesetzt werden. Das gespeicherte Wasser ist anschliessend mit Hilfe von Saugwagen in die ARA Hohentengen zu entsorgen.

5.7.3 Bohrspülung

Die Bohrspülung wird in einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert. Durch den Einsatz von einzementierten Standrohren werden oberflächennahe Grundwasserleiter gegen das Eindringen von Bohrspülung geschützt und gleichzeitig von den tiefen Aquiferen in den Bohrungen getrennt.

Die Spülflüssigkeit wird zunächst im Schlammbecken gesammelt bzw. zwischengelagert. Innerhalb des Schlammbeckens setzen sich grobe Schmutzteile ab. Die zu entsorgende Spülflüssigkeit wird in ein angrenzendes Mischbecken gepumpt und dort neutralisiert (pH-Neutralisation). Mittels Desander, Desilter und Zentrifuge werden ihr die Feststoffe entzogen. Falls nötig, werden zusätzlich Flockungsmittels eingesetzt. Die Feststoffe werden aus dem Mischbecken auf die örtlichen Transportmulden verladen und einer geeigneten Deponie zugeführt. Die klare Flüssigphase wird über den Saugtank direkt einem Stapelbecken (vgl. Beilage 5) zugeführt und von dort primär wiederverwendet und erneut dem Bohrprozess zugeführt oder mit Tankwagen abgeführt sowie extern behandelt und fachgerecht entsorgt.

5.7.4 Abfälle und Materialbewirtschaftung

Auf dem Bohrplatz anfallende Abfälle sind – sofern sie nicht vermieden werden können – getrennt nach Arten zur Verwertung und Entsorgung zu sammeln und abzutransportieren (vgl. SN-Norm 509 430 (SIA 1993), VVEA, VeVA, Richtlinien zur Verwertung mineralischer Bauabfälle etc.). Die Unternehmer resp. der Bohrunternehmer haben vor Baubeginn das Konzept für die Abfallentsorgung und die Entsorgung des Bohrkleins zu erarbeiten. Hierbei werden die vorgeschlagenen Deponien und allfällige alternative Deponien nochmals in Bezug auf ihre Eignung und Lage (Nähe zum Bohrplatz) überprüft sowie die jeweiligen Abnahmegarantien der Deponiebetreiber eingeholt.

Die in Tab. 5.3 aufgelisteten Anlagen sind für die Entsorgung der verschiedenen Feststoffe und Fluide vorgesehen.

Tab. 5.3: Entsorgungswege für Feststoffe und Fluide.

Anlage	**Deponietyp** *	**Ort**	**Entsorgungsgut**
ARA Hohentengen	-	Hohentengen am Hochrhein / Deutschland	Häusliche Abwässer, Platz- und Waschwasser, vorbehandelte Spülflüssigkeit
ISD Hardrütenen	Typ B (Inertstoffe)	Weiach / ZH	Aushubmaterial, Bohrkerne, Cuttings, Feststoffe aus der Bohrspülung, Bauabfälle
Deponie Häuli	Typ C (Reststoffe)	Lufingen / ZH	Feststoffe aus der Bohrspülung (evtl. teilweise aufbereitet)
Deponie Häuli	Typ E (Reaktorstoffe)	Lufingen / ZH	Alle übrigen für die Ablagerung zugelassenen Abfälle

* Stofftypisierung gemäss Abfallverordnung (VVEA)

5.8 Stromversorgung

Das Gemeindegebiet Weiach ist in die beiden Stromnetzgebiete der Netzbetreiber EKZ und Elektrizitätsgenossenschaft Weiach aufgeteilt. Die Grenzen der beiden Stromnetzgebiete verlaufen nördlich des Bahndamms bzw. entlang des Weiacher "Dorfbachs", unweit des Bohrplatzes (vgl. Fig. 5.1 und 5.7). Die für den Bohrplatz vorgesehene Parzelle Kat.-Nr. 548 liegt im Stromnetzgebiet der EKZ, weshalb sämtliche Werkanschlüsse der Mittel- und Niederspannung an das Versorgungsnetz der EKZ erfolgen müssen.

Die Energieversorgung der gesamten Bohrplatzinfrastruktur (Container, Spülpumpen und Aggregate) soll grundsätzlich mittels eines Anschlusses an das regionale Stromversorgungsnetz (Mittelspannung / MS 16 kV, EKZ; vgl. Beilage 5) gelöst werden. Eine Freileitung der EKZ verläuft westlich in ca. 220 m Entfernung in der Nähe des "Dorfbachs". Ab dort ist ein Anschlusspunkt grundsätzlich möglich (vgl. Beilage 5).

Auf dem Bohrplatz wird eine temporäre Trafostation in Abhängigkeit vom eingesetzten Bohrgerät mit ca. 1.5 bis 2.5 MW Leistung platziert, welche den gesamten Strombedarf abdecken kann. Über die anschliessend angeordnete Unterverteilung werden alle benötigten Stromverbraucher angeschlossen. Die beschriebene Anschlussvariante bedarf der Abstimmung des Anschlusspunkts und der technischen Einrichtungen mit dem Energielieferanten sowie dem eidgenössischen Starkstrominspektorat (ESTI). Falls Anschlüsse aus technischer Sicht nicht möglich sein sollten bzw. die entsprechenden Kapazitäten nicht zur Verfügung stehen, kann die Versorgung auch über mobile Einheiten sichergestellt werden.

Ungeachtet der Anschlussvarianten ist grundsätzlich vorgesehen, Leerrohre (PE 150 / MS und PE 120 / NS) zu verlegen, um entsprechende Kabel zum Bohrplatz führen zu können.

Aus Sicherheitsgründen muss während des Bohrbetriebs die Stromversorgung jederzeit gewährleistet sein. Aus diesem Grund sind durch die Bohrfirma zwei eigene, auf die Bohranlage abgestimmte, mit Diesel betriebene Notstromaggregate zu installieren (vgl. Kap. 5.9).

Die Anschlussmöglichkeiten der Niederspannung (NS) für die Langzeitbeobachtung sind im vorgesehenen Bereich aus Sicht der EKZ sehr schwierig, da in der näheren Umgebung kein Niederspannungsnetz der EKZ vorhanden ist. Allenfalls ergeben sich Möglichkeiten mit der zukünftig geplanten Trassenumlegung der Freileitung zwischen Kaiserstuhl und Weiach. Dies bedarf jedoch zusätzlicher Machbarkeitsabklärungen seitens des Stromnetzbetreibers.

Eine Alternativmöglichkeit für einen Anschluss an das Niederspannungsnetz besteht an das westlich im Abstand von rund 500 m querende Werkleitungstrassee der Elektrizitätsgenossenschaft Weiach (vgl. Beilage 5). Diese Anschlussvariante bedarf jedoch einer vertraglichen Regelung zwischen der EKZ und der Elektrizitätsgenossenschaft Weiach resp. eine Netzgebietsänderung der Parzelle Kat.-Nr. 548.

Im Hinblick auf die Langzeitbeobachtung bleibt der Anschluss an das lokale Niederspannungsnetz zur Versorgung des Bohrkellers bestehen. Falls Anschlüsse an das Niederspannungsnetz aus technischer Sicht nicht möglich sein sollten bzw. die entsprechenden Kapazitäten nicht zur Verfügung stehen, kann die Datenerfassung während der Langzeitbeobachtungsphase auch autonom (z.B. Solarpanel oder Batterien) mit Energie versorgt werden.

5.9 Aggregate und Fahrzeuge

Zum jetzigen Zeitpunkt steht noch nicht fest, welches Antriebssystem bzw. Bohrgerät eingesetzt wird. Grundsätzlich werden Bohrgeräte über ein Hydrauliksystem betrieben, welches im Normalfall durch Dieselmotoren angetrieben wird. Es wird jedoch angestrebt, einen elektrisch-hydraulischen Antrieb zum Einsatz zu bringen, da in der nahegelegenen Trafostation die Möglichkeit eines Anschlusses an das Mittelspannungsnetz besteht (vgl. Kap. 5.8), sodass lediglich eine Notstromversorgung installiert werden müsste.

Die Massnahmen in Zusammenhang mit der Luftreinhaltung richten sich nach der BAFU-Richtlinie "Luftreinhaltung auf Baustellen" (BAFU 2016). Entsprechend ist vorgesehen, als Betriebsstoff für Transportmittel und Maschinen (sofern sie nicht elektrisch betrieben sind) ausschliesslich schwefelarmen Diesel (S < 30 ppm) zu verwenden. Ausserdem ist der Einsatz von modernen, nachweislich gut gewarteten Lastwagen, Baumaschinen und Geräten geplant. Die Unternehmer werden verpflichtet, mit dem Angebot eine vollständige Liste für sämtliche auf dem Bohrplatz eingesetzten Geräte und Maschinen einzureichen.

Alle Baumaschinen und Geräte müssen die Grenzwerte gemäss der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) einhalten. Bei den zu ergreifenden Massnahmen werden z.B. Partikelfilter eingesetzt.

Fahrzeugbewegungen im Bereich des Bohrplatzes werden als Hauptursache für allfällige Staubbelastungen während der Betriebsphase angesehen. Daher werden auf dem Bohrplatz technische und betrieblich-organisatorische Vorkehrungen zur Staubbekämpfung auf Zufahrten und Plätzen sowie bei Materiallagern und beim Materialumschlag etc. getroffen. In Frage kommen z.B. Massnahmen wie Befeuchtungen, periodische Reinigungen sowie Geschwindigkeitsbeschränkungen etc.

Generell gibt die Lärmschutz-Verordnung (LSV) keine Grenzwerte für die Beurteilung von Baulärm vor. Obwohl es sich um eine temporäre Anlage handelt, werden für einen quantitativen Vergleich die Grenzwerte für permanente Anlagen gemäss Anhang 6 LSV (Belastungsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbelärm) aufgeführt. Da es sich beim Bohrbetrieb um neue Anlagen handelt, sind für die nahe gelegenen Landwirtschaftsbetriebe "Eschterhof" und "Neuhof" (Lärm-Empfindlichkeitsstufe III, vgl. Kap. 6.5.2) entsprechende Planungswerte einzuhalten.

Die Planungswerte (PW) des Beurteilungspegels Lr in dB(A) für die Empfindlichkeitsstufe III sind:

- Tags (7:00 – 19:00 Uhr) – 60 dB(A)
- Nachts (19:00 – 7:00 Uhr) – 50 dB(A)

Auch in den Auflagen für die Sondierbohrung Benken (Macek & Gassler 2001) wurden für die Betrachtung der Lärmimmissionen die Planungswerte von 60 dB(A) tagsüber und 50 dB(A) während der Nacht für die relevanten lärmempfindlichen Räume angesetzt. Dies entspricht den Immissionsgrenzwerten (IGW) des Beurteilungspegels Lr in dB(A) der Lärmschutz-Verordnung (Anhang 6 LSV).

5.10 Telekommunikation

Für die Sicherstellung von Telekommunikation und Internet wird ein Anschluss an das bestehende Trassee der Swisscom vorgesehen, welches die Parzelle am südlichen Ende quert (vgl. Beilage 5). Im Container der Projektleitung wird ein Hotspot / WLAN-Accesspoint eingerichtet.

Sollte ein Anschluss an das Swisscom-Trassee nicht möglich sein, so ist die Telekommunikation mittels mobiler Funknetze zu lösen.

5.11 Ausleuchtung

Die Ausleuchtung des Bohrplatzes und der Arbeitsbereiche liegt grundsätzlich in der Verantwortung der Bohrunternehmung und wird so umgesetzt, dass die Arbeitssicherheit nachts gewährleistet werden kann und gleichzeitig die Umgebung so wenig wie möglich durch Lichtimmissionen belastet wird. Die eingesetzten Leuchtmittel (Flutlichtscheinwerfer) sind so zu platzieren, dass sie zielgerichtet nur den Arbeitsbereich ausleuchten.

Die Lichtverschmutzung der Umgebung ist gegebenenfalls mit geeigneten Abschirmmitteln und standortgerechter Ausrichtung zu verhindern (vgl. Fig. 5.8). Ein Einsatz von LED-Leuchtmitteln wird dabei als sinnvoll erachtet. Die SN-Norm 586 491 "Lichtemissionen im Aussenraum" (SIA 2013) ist einzuhalten.

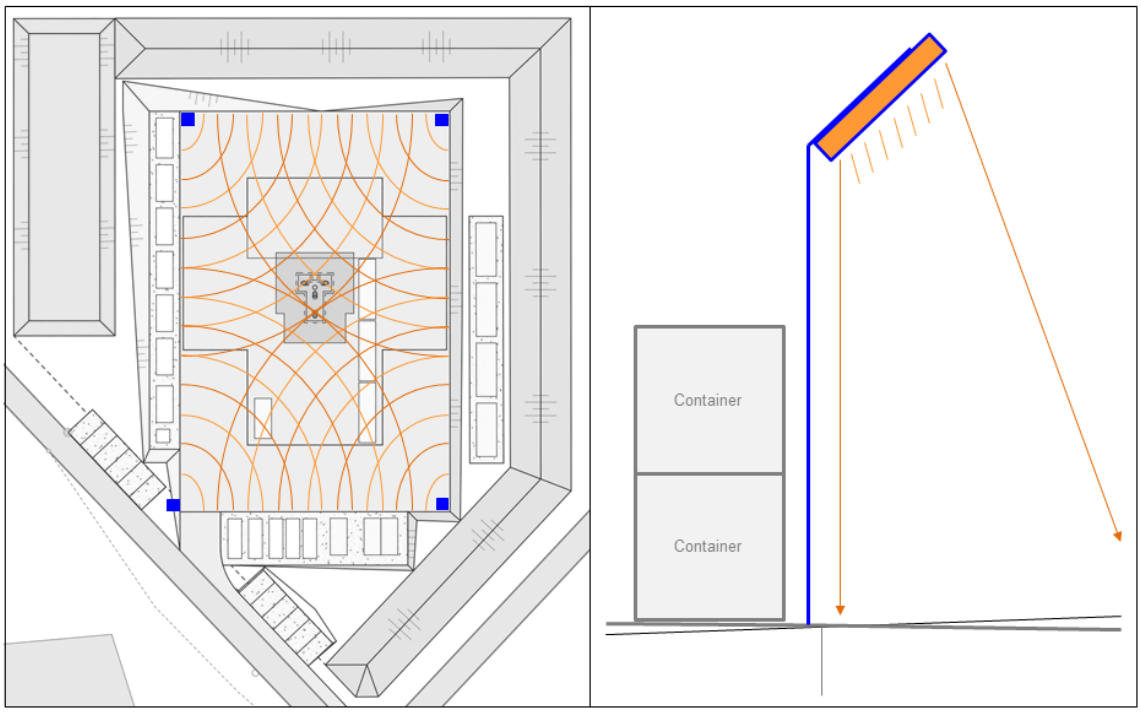


Fig. 5.8: Beispielhafte Ausleuchtung des Arbeitsbereichs für den Bohrplatz (Leuchte mit Wirkungsbereich).

5.12 Rekultivierung

Nach Abschluss der Betriebsphase wird die befestigte Bohrplatzfläche mit den Nebenanlagen aufgehoben, die eingebrachten Fremdmaterialien wie Kieskoffer, Bitumenbeläge und Betonfundamente (Lastplatten seitlich des Bohrkellers; vgl. Schemaschnitte A–A und B–B in Beilage 9) werden entfernt und die Werkleitungen teilweise rückgebaut. Mit den Rekultivierungs- und Wiederherstellungsarbeiten wird die beanspruchte Fläche wieder so hergerichtet, dass die landwirtschaftliche Nutzung ohne Ertragseinbussen fortgeführt werden kann. Vor Baubeginn wird ein Bodenschutz- und Rekultivierungskonzept erarbeitet. Die Bauarbeiten, die Deponierung der Böden und die Rekultivierung werden mit einer bodenkundlichen Baubegleitung (BBB) vorgenommen und erfolgen in Absprache mit dem Eigentümer und Bewirtschafter.

Langfristig erfolgt unter Umständen eine mehrere Jahre bis Jahrzehnte dauernde Langzeitbeobachtungsphase in den Bohrlöchern. Zurück bleiben in diesem Fall der Bohrkeller (vgl. Kap. 5.3), der durch eine Betonplatte mit integrierter Einstiegs- und Revisionsöffnung abgeschlossen wird, sowie eine gekofferte Zufahrt und Energie- resp. Telekommunikationsleitungen (vgl. Beilage 9). Die Zugangsöffnungen sind bei Schrägbohrungen in Richtung der gewählten Bohrachsen anzuordnen. Zur Vermeidung von Kulturschäden bei Kontrollgängen und Workover-Arbeiten bleibt ein befestigter Weg bestehen. Diese Zufahrt zum verbleibenden Bohrkeller und zu den Messeinrichtungen erfolgt ab dem Flurweg (Strassenparzelle Kat.-Nr. 1163) über einen neu zu erstellenden Zufahrtsbereich (unbefestigter Weg) auf der Parzelle Kat.-Nr. 548 mit einer Breite von ca. 3.1 m.

Zur Einspeisung und Fernüberwachung der Registriergeräte werden ein Stromanschluss in Niederspannung (vgl. Kap. 5.8) und ein Telekommunikationsanschluss mit benötigter Bandbreite (vgl. Kap. 5.10) in den Bohrkeller geführt.

6 Aspekte des Umwelt-, Natur- und Heimatschutzes und der Raumplanung

6.1 Interessenabwägung für erdwissenschaftliche Untersuchungen

Erdwissenschaftliche Untersuchungen mittels Sondierbohrungen dienen dazu, die Kenntnisse über den Untergrund im Hinblick auf ein geologisches Tiefenlager zu erweitern. Gemäss Art. 49 ff. KEG handelt es sich beim Bewilligungsverfahren von erdwissenschaftlichen Untersuchungen um ein Bundesverfahren (analog eines bundesrechtlichen Plangenehmigungsverfahrens). Die Bewilligungen werden gemäss KEG durch das UVEK erteilt, wenn:

- gemäss Art. 35 Abs. 2 lit. a die geplanten Untersuchungen geeignet sind, die erforderlichen Grundlagen für die spätere Beurteilung der Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers zu erbringen, ohne die Eignung eines Standorts zu beeinträchtigen und
- gemäss Art. 35 Abs. 2 lit. b keine anderen von der Bundesgesetzgebung vorgesehenen Gründe, namentlich des Umweltschutzes, des Natur- und Heimatschutzes und der Raumplanung, entgegenstehen.

Für die konkrete Wahl des Bohrstandorts wird eine parzellengenaue Angabe und eine Begründung für die Wahl des Bohrstandorts vorausgesetzt (vgl. Art. 35 Abs. 2 lit. b KEG; Art. 3 Raumplanungsverordnung RPV). Die Bohrplatzevaluation geht von den Erfordernissen des Untersuchungszwecks aus (Geologie) und wird sodann nach den Zielen und Grundsätzen der Raumplanung sowie nach betrieblichen Kriterien eingegrenzt.

Dazu ist eine Interessenabwägung im Sinne von Art. 3 Abs. 1 lit. a RPV durchzuführen. Mittels Interessenabwägung soll aufzeigt werden:

- welche erheblichen privaten und öffentlichen Interessen berührt werden,
- welche möglichen Auswirkungen durch die Sondierbohrungen auf die ermittelten Interessen zu erwarten sind und
- welches Gewicht den berührten Interessen zugemessen wird.

6.2 Methodik der Auswahl des Bohrplatzes

Auf Basis der geologischen Verhältnisse (vgl. Kap. 6.2.1) wird der Betrachtungsraum für die Sondierbohrungen (Fig. 6.1) unter Berücksichtigung der in Kap. 6.2.2 genannten Zielsetzungen und des Untersuchungszwecks gemäss Art. 35 Abs. 2 lit. a KEG ausgeschieden. Die gewählte Grösse des Betrachtungsraums ist ausreichend, um raumplanerisch und umweltrechtlich geeignete Bohrstandorte zu evaluieren. Im Rahmen eines schrittweisen Vorgehens werden eine oder mehrere geeignete Flächen für einen Sondierstandort eingegrenzt und ausgeschieden. In einem letzten Schritt wird die Optimierung der Standortevaluation aufgrund qualitativer und erschliessungstechnischer Kriterien vorgenommen.

Die Informationen zu räumlichen öffentlichen Interessen liegen auf kantonaler Ebene als öffentlich einsehbare Geodaten vor (z.B. Grundwasserschutzzonen auf der sogenannten Gewässerschutzkarte). Zur Durchführung einer Interessenabwägung werden die vorhandenen Geodaten in einem GIS-gestützten Auswahlverfahren verwendet, um auf Basis einer Negativplanung, d.h. durch den schrittweisen Ausschluss von raumplanerisch und umweltrechtlich ungeeigneten Flächen und einer anschliessenden qualitativen Beurteilung der Restflächen, mögliche Bohrplätze einzugrenzen.

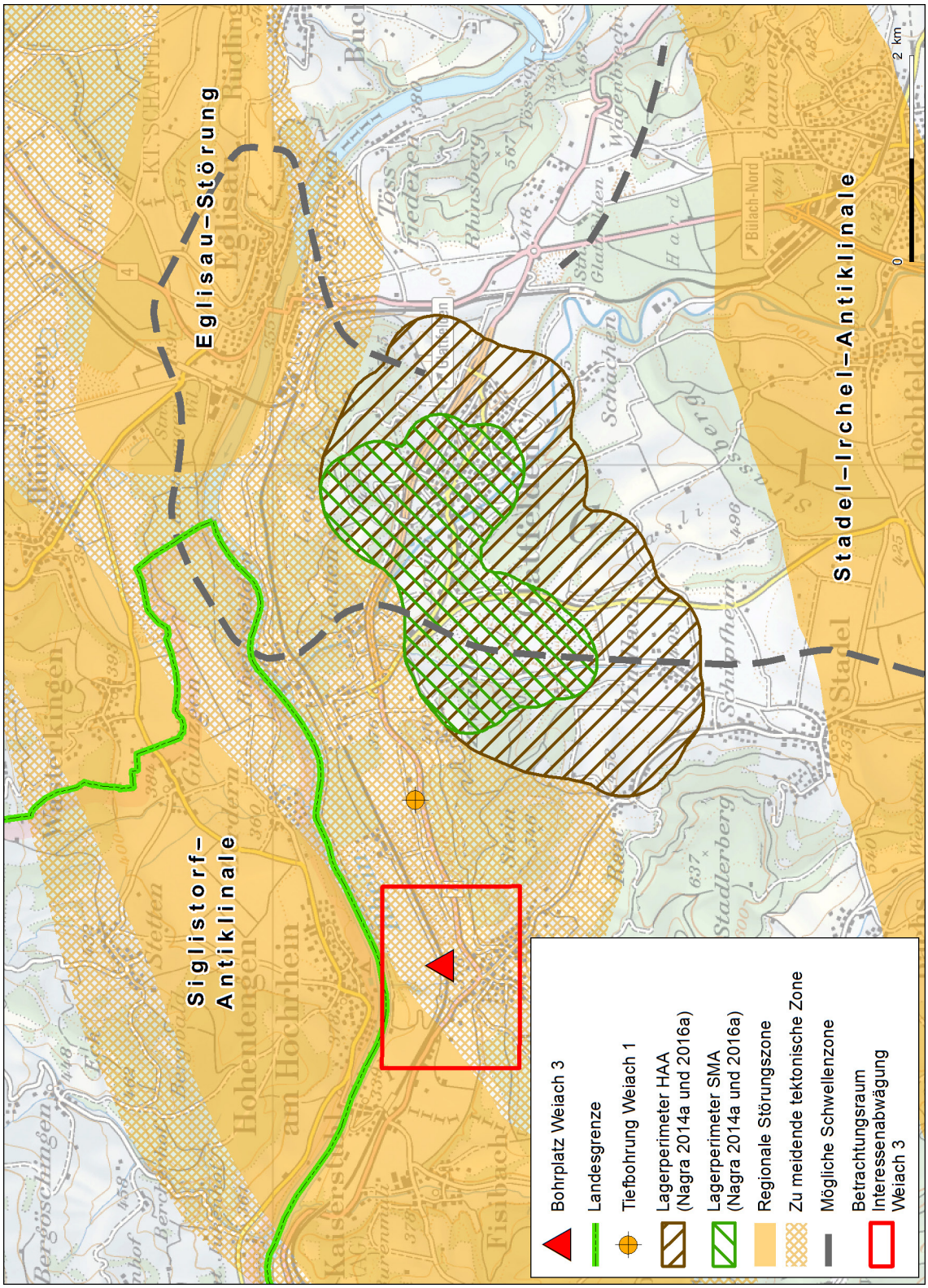


Fig. 6.1: Tektonische Situation und Lagerperimeter im Standortgebiet Nördlich Lägern mit dem Bohrplatz Weiach 3 und dem Betrachtungsraum für die Interessenabwägung.

In die Bereiche der regionalen Störungszonen sind die entsprechenden Sicherheitsabstände zu den Störungszonen bereits integriert (Nagra 2014b, Dossier II).

Je nach Bedeutung des räumlichen öffentlichen Interesses wird eine Gewichtung der Kriterien vorgenommen. So werden zuerst raumplanerische und umweltrechtliche Voraussetzungen bestimmt, deren Vorliegen ohne Interessenabwägung im Einzelfall zum Ausschluss der Eignung von Bereichen für Bohrstandorte führt. Erst danach werden bautechnische oder qualitative Kriterien hinzugezogen. Dieses Verfahren entspricht einer umfassenden Interessenabwägung im Sinne der RPV und trägt der Bedingung nach Art. 35 Abs. 2 lit. b KEG Rechnung (vgl. Kap. 4.1 und 6.1).

Das konkrete Vorgehen dieses schrittweisen Verfahrens zur Eingrenzung der möglichen Bohrstandorte inklusive allfälliger Alternativstandorte wird nachfolgend erläutert.

6.2.1 Geologische Verhältnisse und geeignete Gebiete im Untergrund

Das geologische Standortgebiet Nördlich Lägern wird im Norden von der Siglistorf-Antiklinale und der Eglisau-Störung und im Süden von der Stadel-Irchel-Antiklinale begrenzt (Fig. 6.1) und befindet sich gemäss der aktuellen Interpretation von 2D-Seismikdaten vollständig über dem Nordschweizer Permokarbontrog (vgl. Naef & Madritsch 2014). Die regionalen Störungszonen sind nicht Teil des zu charakterisierenden untertägigen Bereichs. Der mit Hilfe der Sondierbohrungen zu charakterisierende untertägige Bereich orientiert sich an den in SGT-E2 ausgewiesenen Lagerperimetern SMA-NL-aL1-r und HAA-NL-aL2-r (Nagra 2014a und Nagra 2016a; vgl. Fig. 6.1). Im Norden und Nordwesten schliesst – gestützt auf die Ergebnisse der 2D-Seismik – eine regionale Flexurzone an diese Lagerperimeter an. Diese Flexurzone, welche über dem postpaläozoisch reaktivierten Nordrand des Nordschweizer Permokarbontrogs liegt, wurde als zu meidende tektonische Zone eingestuft (Nagra 2014b, Dossier II) und in Nagra (2014a) zur Abgrenzung der Lagerperimeter verwendet. Seitens der kantonalen Experten und des ENSI wurden Vorbehalte bezüglich der Abgrenzung dieser Zone geäussert (AG SiKa & KES 2016, Nagra 2016b). Um die geäusserten Vorbehalte zu berücksichtigen, werden die Sondierbohrungen so angeordnet, dass auch potenzielle Lagerbereiche charakterisiert werden können, welche innerhalb dieser zu meidenden tektonischen Zone liegen. Bei der Planung der möglichen Bohrstandorte wurde auch die in Fig. 6.1 dargestellte "Schwellenzone" berücksichtigt. Dabei handelt es sich um eine seismofazielle Interpretation. Die Schwellenzone wurde bislang nicht erbohrt und ihr lithologischer Aufbau ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht bekannt (vgl. Kap. 2.3).

Um das untertägige Platzangebot durch die Sondierbohrungen nicht unnötig einzuschränken, aber trotzdem möglichst repräsentative Erkenntnisse zu gewinnen, wurden die Sondierstandorte im Randbereich des zu charakterisierenden Bereichs (HAA- und SMA-Lagerperimeter gemäss Fig. 6.1) platziert. An Stellen, an denen die Begrenzung der Lagerperimeter durch die Tiefenlage des Wirtgesteins bestimmt wird, wurde nach Möglichkeit ein Bohrplatz knapp ausserhalb des Lagerperimeters gesucht. Dort, wo die Lagerperimeter durch ein in SGT-E2 ausgewiesenes regionales tektonisches Element, d.h. regionale Störungszonen und/oder zu meidende tektonische Zonen begrenzt werden, wurde nach einem Bohrplatz innerhalb – aber im Randbereich der Lagerperimeter – gesucht, um ein möglichst repräsentatives Gebiet zu charakterisieren (vgl. Nagra 2016a). Bohrplätze, welche hauptsächlich zur Charakterisierung potenzieller Lagerbereiche innerhalb der zu meidenden tektonischen Zone dienen, wurden am nördlichen Rand der zusätzlich in Frage kommenden Gebiete platziert.

6.2.2 Zielsetzungen der Sondierbohrungen Weiach 3

Der Sondierstandort Weiach 3 liegt im Nordwesten des Standortgebiets NL in einem Bereich, welcher in SGT Etappe 2 als zu meidende tektonische Zone ausgeschieden wurde. Die zu meidende tektonische Zone schliesst nördlich und nordwestlich an die in Fig. 6.1 gezeigten HAA-

und SMA-Lagerperimeter an. Falls das Gebiet zukünftig als potenzielle Lagerzone eingestuft würde, sollen mit Hilfe der Sondierbohrungen Weiach 3 zusätzliche Kenntnisse über dieses Gebiet gewonnen werden können. Es wurde ein Bohrplatz nordwestlich der in Fig. 6.1 gezeigten Lagerperimeter gesucht. Dabei wurde der Bohrplatz so weit wie möglich an den Nordwestrand der zu meidenden tektonischen Zone geschoben, um das Platzangebot einer allfälligen untertägigen Lagerzone im Bereich der zu meidenden Zone möglichst wenig einzuschränken (vgl. Kap. 7.1).

Neben der Analyse von Tiefenlage, Mächtigkeit, Fazies und Eigenschaften von Wirt- und Rahmengesteinen sowie begrenzenden Tiefenaquiferen sollen mit den Sondierbohrungen vom Standort Weiach 3 aus die Temperatur- und Spannungsverhältnisse bis in den prä-mesozoischen Sockel analysiert werden können. Mit Hilfe einer Vertikalbohrung können parallel zur Siglistorf-Antiklinale verlaufende Aufschiebungen sowie flache Abscherhorizonte exemplarisch untersucht werden. Zudem sollen Untersuchungen zu den bautechnischen Verhältnissen in den über dem Opalinuston liegenden Gesteinsschichten möglich sein.

Vom Bohrplatz aus sollen die interessierenden Gesteinseinheiten gegebenenfalls auch mit Schrägbohrungen, d.h. mit Winkeln von bis zu 45° von der Vertikalen, untersucht werden können, um bei Bedarf eine exemplarische Charakterisierung von steilstehenden Störungszonen zu ermöglichen. Es sollen Schrägbohrungen nach NNW, SSE, WSW und ENE möglich sein, wobei die Bohrung nach NNW wegen der nahen Landesgrenze zu Deutschland verkürzt ausgeführt würde.

6.2.3 Raum- und umweltplanerische Kriterien an der Oberfläche

Nach der räumlichen Eingrenzung des Betrachtungsraums soll der effektive Bohrstandort anhand einschränkender raum- und umweltplanerischer Kriterien an der Oberfläche weiter eingegrenzt werden. Für diesen Prozess wurde ein Vorgehen in sieben Schritten entwickelt, mit dem ein geeigneter Bohrplatz ausgewählt wird, der sowohl den gesetzlichen raumplanerischen und umweltrechtlichen Kriterien als auch den technischen Vorgaben der Nagra entspricht. Die nachteiligen Auswirkungen auf Mensch, Landschaft und Umwelt sollen nach Möglichkeit vermieden bzw. gering gehalten werden.

Schritt 1 – Prüfung des Vorhandenseins von geeigneten Bauzonen

Gemäss Art. 22 Abs. 2 lit. a RPG sollen Bauten und Anlagen dem Zweck der Nutzungszone entsprechen. Für Bauten und Anlagen, welche für die Installation eines Bohrplatzes und die Durchführung von erdwissenschaftlichen Untersuchungen nötig sind, bedeutet dies, dass sie – falls möglich – in den Bauzonen zu platzieren sind. Im Vordergrund stehen hier freie Flächen, z.B. innerhalb von Gewerbe- und Industriezonen bzw. freie Bauflächen. Aus Gründen des Lärm- und Immissionsschutzes werden primär Gewerbe- und Industriezonen bevorzugt. Liegen innerhalb von Gewerbe- und Industriezonen für Standorte konkrete Bauabsichten (z.B. in Form von Gestaltungsplanungen oder Bauprojekten) vor, die mit der Nutzung als Bohrplatz zeitlich kollidieren, wird von diesen Standorten abgesehen. Dies deshalb, weil die Bohrstandorte – aufgrund der beantragten Geltungsdauer für die Bewilligung sowie für den möglichen Zeitraum der Bohrarbeiten – während rund 15 Jahren zur Verfügung stehen müssen.

Standorte für Sondierbohrungen sind dann aus wichtigen und objektiven Gründen in Analogie zu Art. 24 lit. a RPG auf einen Standort ausserhalb von Bauzonen angewiesen, wenn im Bereich des ermittelten Betrachtungsraums innerhalb der Bauzonen kein geeigneter Standort zur Verfügung steht. Einem so ausserhalb der Bauzonen standortgebundenen Bohrplatz dürfen zudem

entsprechend Art. 24 lit. b RPG keine überwiegenden Interessen entgegenstehen. Für die Wahl eines Bohrstandorts ausserhalb der Bauzonen ist eine Interessenabwägung im Rahmen von raumplanerischen und umweltrechtlichen Kriterien von zentraler Bedeutung.

Schritt 2 – Grundsätzlicher Ausschluss von Flächen aufgrund überwiegender raumplanerischer und umweltrechtlicher Interessen

Ausgehend von den Flächen der geologischen Betrachtungsräume wurden Gebiete als mögliche Standorte für einen Bohrplatz ausgeschlossen, die aufgrund raumplanerischer oder umweltrechtlicher Festsetzungen und Vorgaben bereits grundsätzlich ausser Betracht fallen. Es handelt sich hierbei um räumliche Elemente, welche aufgrund ihrer überwiegenden öffentlichen Interessen einen hohen Schutzstatus geniessen. Der hohe Schutzstatus verhindert, dass innerhalb dieser ausgeschiedenen Flächen Bauten und Anlagen in der geplanten Art erstellt werden dürfen, wenn dies nicht aus übergeordneten Gründen unerlässlich ist. Sie werden deswegen in diesem Verfahren als Ausschlusskriterien für die Standortwahl von potenziellen Bohrplätzen verwendet.

Auf den verschiedenen Stufen (Bundesinventar, Richtplan) sind grossflächige Landschaftsschutzelemente ausgeschieden. Das Kriterium Landschaftsschutz wird vorliegend nicht als Ausschlusskriterium sondern als qualitatives Kriterium eingestuft, da die eigentliche Bohrtätigkeit, welche eine gewisse Beeinträchtigung der Landschaft nach sich ziehen kann, zeitlich eng begrenzt ist (in der Regel maximal fünf Jahre).

Folgende Flächen werden bei der Auswahl eines Standorts ausgeschlossen:

- Objekte im Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung (ISOS, gemäss Art. 5 NHG) und im Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS, gemäss Art. 5 NHG)
- Biotope von nationaler Bedeutung (Art. 18a NHG: Hoch- und Übergangsmoore, Flachmoore, Auengebiete, Amphibienlaichgebiete sowie Trockenwiesen und -weiden)
- Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung (Art. 11 JSG)
- Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung (national)
- Nationalpärke (Art. 23f NHG)
- Waldareale (Art. 2 WaG)
- Grundwasserschutzzonen S1, S2 und S3 (Anhang 4, Art. 222 und 223 GSchV; Wegleitung Grundwasserschutz, BAFU 2004)
- Grundwasserschutzareale (Anhang 4, Art. 23 GSchV)
- Oberirdische Gewässer und ihre Gewässerräume (Art. 36a GSchG, Art. 41c ff GSchV und § 15 ff HWSchV ZH)

Die aus Schritt 2 übrig gebliebenen Flächen werden in Schritt 3 weiter geprüft.

Schritt 3 – Ausschluss von Gebieten aufgrund kantonaler Vorgaben

Im Schritt 3 werden Flächen ausgeschlossen, welche durch kantonale Vorgaben geschützt sind. Kantonale Bewilligungen sind im Sinne des Konzentrationsprinzips nicht erforderlich, es gilt jedoch, das kantonale Recht zu berücksichtigen. Dies betrifft folgende Flächen:

- Flächen, die gemäss § 203 PBG ZH als Objekte des Naturschutzes, des Denkmalschutzes oder des Ortsbildschutzes inventarisiert sind (nicht aber Objekte des Landschaftsschutzes, vgl. Schritt 2 sowie archäologische Zonen, vgl. Schritt 7)
- Kantonal ausgeschiedene Wildtierkorridore (vgl. § 23 lit. d PBG ZH, Art. 18 Abs. 1 NHG, Art. 1 Abs. 1 lit. a JSG)

Schritt 4 – Ausschluss von Gebieten aufgrund bautechnischer Vorgaben

Mindestgrösse

Ein Bohrplatz inklusive Installationsflächen muss eine Mindestgrösse von ca. 5'000 m^2 aufweisen, damit sowohl für die Installation des Bohrgeräts mit den entsprechenden notwendigen Aggregaten und Stellflächen für Container und Mulden als auch für Depotflächen (Aushub- und Humusdepots) genügend Platz vorhanden ist. Flächen, welche kleiner als die genannte Mindestgrösse sind, scheiden als potenzielle Bohrplätze aus. Dieses Kriterium wird in jedem der folgenden Schritte erneut angewandt, sodass Restflächen, die aufgrund ungenügender Grösse für einen Bohrplatz nicht in Frage kommen, systematisch eliminiert werden.

Hangneigung

Die Fläche des Bohrplatzes für das Errichten der Installationen sollte möglichst eben sein. Die Erstellung eines Bohrplatzes an Hängen mit einer Neigung > 15 % würde grossflächige Terrainveränderungen und erhebliche bauliche Massnahmen sowohl für den Bohrplatz als auch gegebenenfalls für die Strassenerschliessung mit sich bringen. Derartigen Bereichen fehlt folglich die notwendige Eignung.

Schritt 5 – Ausschluss von Gebieten aufgrund betrieblicher Vorgaben

Naturgefahren

Bohrplätze in Gefahrenzonen mit mittlerer bis erheblicher Gefährdung (blau und rot bezeichnete Flächen der kantonalen Gefahrenkarte) stellen ein erhebliches Sicherheitsrisiko für das anwesende Bau-, Bohr- und Forschungspersonal dar, welches unverhältnismässige Objektschutzmassnahmen (z.B. Hangsicherungsmassnahmen bei Rutschgefahr, Dammschüttungen bei Hochwassergefahr) nach sich ziehen würde. Für die anschliessende Langzeitbeobachtungsphase werden zudem sensible Messsensoren installiert, welche durch allfällige Bodenbewegungen oder Überschwemmungen gefährdet bzw. zerstört werden könnten. Aus diesen Gründen gelten Gefahrenzonen mit mittlerer bis erheblicher Gefährdung als weitere Ausschlusskriterien.

Überregionale Versorgungsleitungen

Überregionale Versorgungsleitungen wie Hochspannungs- und Gasleitungen sind standortgebundene Anlagen, welche von hohem öffentlichem Interesse und raumplanerisch festgesetzt sind (Richtplan). Wären sie durch einen Bohrplatz tangiert, müssten sie vorgängig umgelegt werden, was unter Umständen komplexe und langwierige Planungen und Bewilligungsverfahren zur Folge hätte. Aus diesem Grund ist bei der Standortwahl eines Bohrplatzes genügend

Abstand einzuhalten, sodass die Bohrinstallationen keine nachteiligen Auswirkungen auf die Anlagen haben. Gemäss Art. 13 Abs. 1 der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) müssen zudem die Immissionsgrenzwerte von Elektroleitungen überall eingehalten werden, wo sich Menschen permanent aufhalten können. Zum Schutz des Bau-, Bohr- und wissenschaftlichen Personals vor dem um Frei- und Kabelleitungen entstehenden Magnetfeld (> 1 μT) ist deshalb ein ausreichender Abstand zu den jeweiligen Leitungen einzuhalten.

Für Elektroleitungen (Frei- und Kabelleitungen) sind folgende Minimalabstände einzuhalten[6]:

- Höchstspannungsleitungen (220 – 380 kV): 50 m
- Hochspannungsleitungen (110 – 150 kV): 20 m
- Mittelspannungsleitungen (10 – 16 kV): 10 m
- Kabelleitungen (bis 110 kV): 6 m

Ausserdem gelten die Richtlinien für den Einsatz von Kranen und Baumaschinen im Bereich elektrischer Freileitungen (SUVA 2011) und die darin erwähnten Vorschriften sinngemäss.

Aus betrieblicher und bautechnischer Sicherheit ist es gemäss Art. 12 Abs. 1 Verordnung über Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen (RLSV) erforderlich, einen Sicherheitsabstand von mindestens 10 m zu Gasleitungen mit einem Druck von bis zu 2.5 MPa nicht zu unterschreiten.

Sollten Fernwärmeleitungen, Telefon- und Glasfaserleitungen oder Trinkwasserleitungen im Bereich eines möglichen Bohrplatzes liegen, so würden diese bei der Einrichtung des Bohrplatzes verlegt werden. Somit sind sie für die Eingrenzung der möglichen Bohrplätze nicht relevant.

Hauptverkehrsachsen

Bauten und Anlagen dürfen nur dann innerhalb der Baulinien und Projektierungszonen von Hauptverkehrsachsen wie Nationalstrassen, Eisenbahnanlagen und Kantonsstrassen gebaut werden, wenn sie ganz oder überwiegend dem Betrieb der Verkehrsflächen dienen (vgl. Art. 23 NSG, Art. 18m EBG, § 265 PBG ZH). Bohrplätze dienen weder ganz noch überwiegend dem Bahn- bzw. Strassenbetrieb, weshalb sie ausserhalb der festgelegten Baulinien und Projektierungszonen zu platzieren sind.

Folgende beidseitige, minimale Abstände sind von den jeweiligen Verkehrsflächen einzuhalten:

- Kantons- und Gemeindestrassen: 6 m
- Nationalstrassen: 10 m
- Eisenbahnanlagen/Fahrleitung: In Abhängigkeit der Installation und der Höhe des Bohrgeräts (VÖV 2012)

Immissionsschutz – Lärm und Licht

Während der Betriebsphase ist am gewählten Bohrplatz mit einer mässigen Lärmbelastung der Umgebung zu rechnen. Gemäss Art. 41 LSV ist innerhalb von Wohnzonen (in der Regel Empfindlichkeitsstufe II, Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen) kein störender Betrieb zulässig, weshalb ein Bohrplatz mit 24-h-Betrieb nicht in Wohnzonen platziert werden kann.

[6] Abstand zur Einhaltung des Anlagegrenzwerts von 1 μT gemäss BAFU (2005).

Der Bohrplatz gilt gemäss der LSV als neue Anlage, weswegen die Planungswerte eingehalten werden müssen. Anhang 6 LSV sieht vor, dass die Planungswerte innerhalb dieser Empfindlichkeitsstufe II tagsüber nicht über 55 dB (A) liegen und insbesondere nachts 45 dB (A) nicht überschreiten.

Gemäss der Baulärm-Richtlinie des BAFU, Ziff. 2.2 (BAFU 2011) kann davon ausgegangen werden, dass der Abstand einer Baustelle mit lärmintensiven Arbeiten zu den nächstgelegenen Räumen mit lärmempfindlicher Nutzung (z.B. Wohnen) mindestens 600 m betragen muss, damit keinerlei Lärmschutzmassnahmen getroffen werden müssen. Beträgt der Abstand zwischen 600 und 300 m, so ist davon auszugehen, dass während der gängigen Arbeitszeiten (wochentags 7:00 – 12:00 Uhr und 13:00 – 19:00 Uhr) keine Lärmschutzmassnahmen notwendig sind. Beträgt der Abstand weniger als 300 m oder wird auch ausserhalb dieser Zeiten gearbeitet, sind spezifische Lärmschutzmassnahmen nötig.

Um störende Lärmimmissionen zu Wohnzonen (geschlossene Wohnbebauung) von vornherein zu minimieren bzw. zu vermeiden, wird für die Auswahl des Bohrplatzes eine 300 m-Pufferzone um Wohngebiete ausgeschieden, sodass nur ausserhalb von üblichen Arbeitszeiten gegebenenfalls technische Lärmschutzmassnahmen (z.B. Emissionsreduktion am Bohrgerät) getroffen werden müssen. Ist ein Minimalabstand von 300 m zum nächsten Wohngebiet nicht möglich, müssen zusätzliche bauliche Lärmschutzmassnahmen (vgl. Kap. 6.5.2) getroffen werden.

Ein 24-h-Bohrbetrieb erfordert in der Dämmerung und nachts eine Beleuchtung des Bohrplatzes, was zu Lichtimmissionen führen kann. (vgl. Kap. 5.11). Durch den 300 m-Puffer um Wohnzonen ist der Schutz vor Lichtimmissionen für die betroffene Wohnbevölkerung in der Regel gewährleistet. Die Ausleuchtung des Bohrplatzes wird in Kap. 5.11 erläutert, durch einen zielgerichteten Einsatz der Scheinwerfer wird lediglich der notwendige Arbeitsbereich optimal ausgeleuchtet und Streulicht vermieden, sodass schädliche Auswirkungen auf die nachtaktive Fauna auf ein Mindestmass reduziert werden.

Schritt 6 – Evaluation von Sonderflächen

Zusätzlich zu den raumplanerischen, den bautechnischen und den betrieblichen Ausschlusskriterien (Schritte 1 bis 5) gibt es Standorteigenschaften oder Nutzungen, welche das Erstellen eines Bohrplatzes erschweren. Zudem können aktuelle Landnutzungen durch das Errichten eines Bohrplatzes wesentlich eingeschränkt oder gar verunmöglicht werden. Aus diesem Grund sind die nachstehenden Flächen für Bohrplätze zu meiden:

- **Ablagerungs-, Betriebs- und Unfallstandorte im Sinne der Altlastenverordnung (AltlV)** gilt es aus technischer und finanzieller Sicht und aus Gründen der Arbeitssicherheit zu meiden. Das Erstellen eines Bohrplatzes auf einem belasteten Standort erfordert eine vorgängige Untersuchung und gegebenenfalls eine Sanierung (Art. 3 AltlV).
- Bohrplätze im Bereich von **Flächen mit Spezialkulturen** (Obstgärten, Rebberge, Familiengärten) könnten eine langfristige Beeinträchtigung der Flächen bzw. der Bepflanzungen nach sich ziehen und werden bei der Auswahl ausgeschieden.
- **Freizeit- und Sportflächen** (z.B. Golfplätze, Sportanlagen) würden durch das Erstellen eines Bohrplatzes in ihrer Nutzung wesentlich eingeschränkt. Sie sind zudem in der Regel von Bedeutung für die Öffentlichkeit.

Die Restflächen, welche nach der Eingrenzung durch die Schritte 1 bis 6 übrig bleiben, werden anschliessend anhand qualitativer Kriterien verglichen und auf ihre Eignung als mögliche Standorte für einen Bohrplatz geprüft.

Schritt 7 – Optimierung der Standortevaluation

Die weiteren Kriterien für die Optimierung der Standortevaluation beruhen auf gesetzlichen Vorgaben (z.B. Fruchtfolgeflächen, Landschaftsschutz etc.) und praktischen Überlegungen. Sie stellen indessen keine Ausschlussgründe dar, namentlich weil die Flächenbeanspruchung eine temporäre ist. Vielmehr geht es darum, die Standortwahl nach Abzug der Ausschlussgebiete zu optimieren (vgl. Kap. 6.3.7).

Folgende qualitative Kriterien (ohne Rangfolge) werden grundsätzlich bei der Abwägung der hier möglichen Flächen für Sondierstandorte einbezogen:

- Sind Transportwege / Zufahrten zu den potenziellen Bohrplätzen vorhanden?
- Ist eine Erschliessung des potenziellen Bohrplatzes mit Wasser/Abwasser und Strom vorhanden?
- Falls der potenzielle Bohrplatz mit Strassen und Werkleitungen erschlossen ist, reichen deren Dimensionierungen aus oder sind für die Bau- und Betriebsphase Anpassungen nötig (z.B. Ausbau der Zufahrtsstrassen auf min. 4 m Breite)?
- Tangiert der potenzielle Bohrplatz eine national/kantonal geschützte Landschaft bzw. Landschaftsschutzobjekte (gemäss Art. 20 PäV sowie Art. 5 und 6 NHG)?
- Tangiert der potenzielle Bohrplatz eine Zone mit Materialabbau/-gewinnung (Kiesgruben, Steinbrüche)? Benachteiligt dies die Standortwahl oder gibt es mögliche Synergien?
- Tangiert der potenzielle Bohrplatz eine hochwertige Fruchtfolgefläche (Nutzungseignungsklassen 1 – 5)?
- Bestehen besondere Grundwasserverhältnisse?
- Sind potenzielle Standorte von Naturgefahren (gelbe und gelb/weisse Flächen, geringe Gefährdung bis Restgefährdung) betroffen? Kann die Arbeitssicherheit durch einfache Objektschutzmassnahmen gewährleistet werden?
- Liegt der Bohrplatz innerhalb einer archäologischen Zone? Archäologische Funde können zu einem Baustopp und wesentlichen baulichen Verzögerungen führen.

Im Rahmen der Einzelfallprüfung werden die übrig gebliebenen Flächen anhand der qualitativen Kriterien bewertet und mit dem ausgewählten Bohrplatz verglichen. Anhand dieser Kriterien und im Vergleich ist aufzuzeigen, dass der gewählte Bohrplatz Vorteile gegenüber Bohrplätzen in den Vergleichsräumen aufweist.

6.3 Eingrenzung und Auswahl des Bohrplatzes

Anhand der oben beschriebenen Methodik mit den einzelnen Schritten zur Eingrenzung eines potenziellen Bohrplatzes wird im Folgenden mit Hilfe des bereits erwähnten GIS-gestützten Verfahrens eine Auswahl vorgenommen. Die resultierenden räumlichen Einschränkungen werden jeweils graphisch dargestellt und im Anschluss erläutert.

Der gesamte Betrachtungsraum der Sondierbohrungen Weiach 3 wurde bewusst innerhalb der zu meidenden tektonischen Zone gewählt (vgl. Fig. 6.1 und Kap. 6.2.2). Der Bohrplatz wurde so weit wie möglich an den Nordwestrand der zu meidenden tektonischen Zone geschoben, um potenzielle zukünftige Lagerzonen im Bereich der zu meidenden Zone nicht zu gefährden (vgl. Kap. 6.2.2). Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde die zu meidende Zone in den Figuren der folgenden 7 Schritte nicht dargestellt.

Im nordwestlichen Bereich liegt eine in SGT Etappe 2 ausgeschiedene regionale Störungszone (Siglistorf-Antiklinale; vgl. Fig. 6.1). Weil das Untersuchungskonzept eine Bohrung ausserhalb dieser Zone vorsieht, wird die Standortsuche für einen Bohrplatz innerhalb des Betrachtungsraums der Sondierbohrungen Weiach 3 im Nordwesten eingeschränkt.

6.3.1 Schritt 1 – Bauzonen

Im Betrachtungsraum der Sondierbohrungen Weiach 3 sind rund um die Ortschaft Weiach Bauzonen vorhanden (vgl. Fig. 6.2). Die Wohnzonen und Zonen für öffentliche Bauten der Ortschaft Weiach gehören gemäss der Bau- und Zonenordnung der Gemeinde Weiach (BZO; Gemeinde Weiach 2014) der Empfindlichkeitsstufe II an und eignen sich folglich aus Lärmschutzgründen nicht für Bohrstandorte. Sie werden deshalb nicht berücksichtigt.

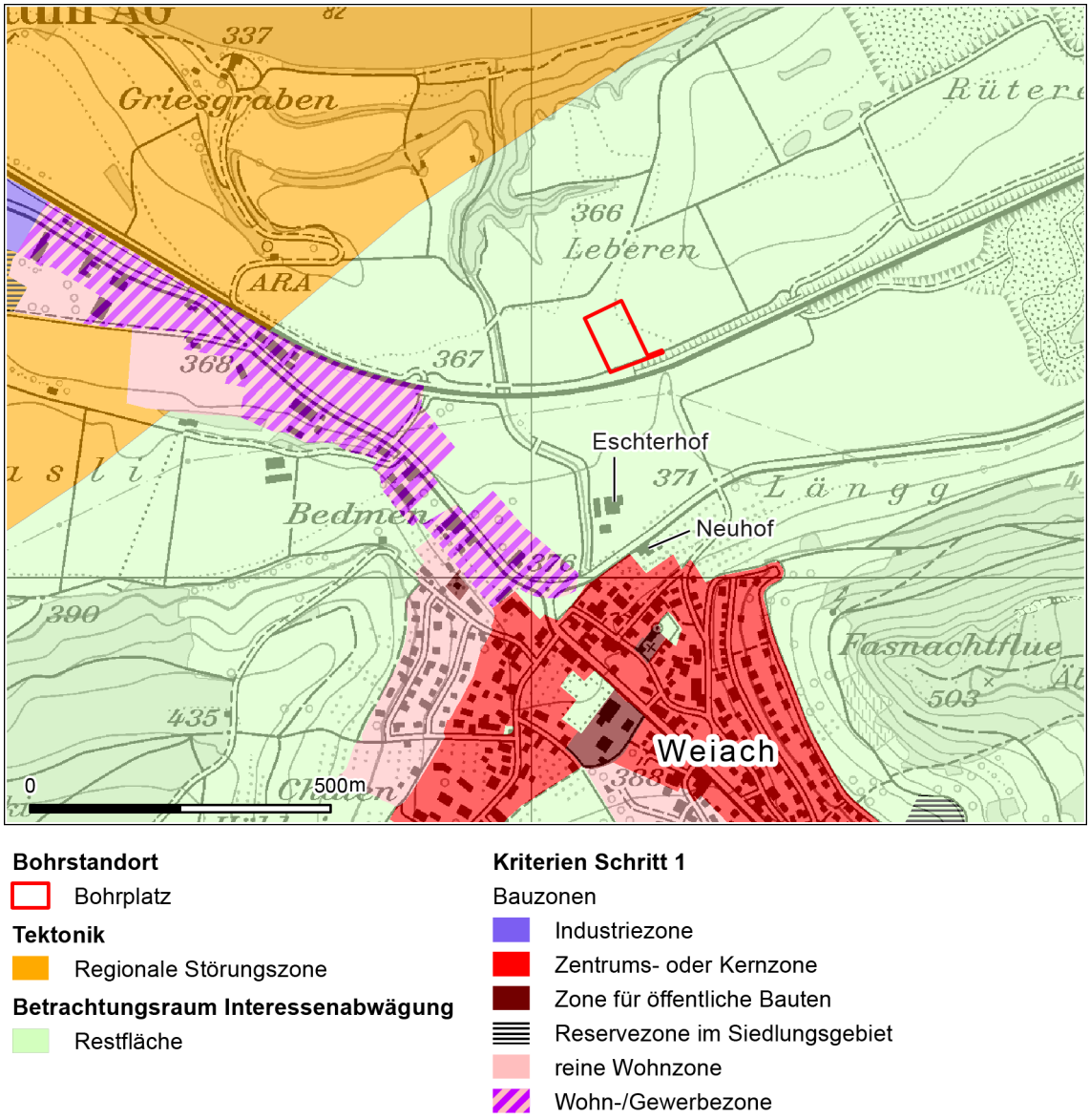


Fig. 6.2: Darstellung von Bauzonen.

Die freien Parzellen innerhalb der Zentrums- oder Kernzone (Empfindlichkeitsstufe III) sind entweder zu klein, um als Bohrplatz genutzt werden zu können (Minimalgrösse 5000 m^2) oder mit einer Gestaltungsplanpflicht belegt.

Ein Grossteil der freien Flächen innerhalb von Wohnzonen mit Gewerbeerleichterung (Empfindlichkeitsstufe III, Mischzonen) sowie der Industriezone (Empfindlichkeitsstufe IV) befinden sich im Nordwesten des Betrachtungsraums im Einflussbereich der regionalen Störungszone. Somit eignen sich diese Flächen aus geologischen Gründen nicht als Bohrplätze.

Bei den übrigen freien Flächen innerhalb der Wohnzonen mit Gewerbeerleichterung, welche ausserhalb des Einflussbereichs der regionalen Störungszone liegen, besteht eine Gestaltungsplanpflicht resp. die Überbauung der Parzellen ist bereits in Planung (vgl. aktueller Stand der amtlichen Vermessung des Kantons Zürich). Diese Flächen scheiden für Bohrplätze deswegen ebenfalls aus. Eine Anordnung des Bohrplatzes innerhalb der Bauzonen ist somit nicht möglich.

6.3.2 Schritt 2 – Raum- und umweltplanerische Kriterien

Im Betrachtungsraum der Sondierbohrungen Weiach 3 sind Schutzzonen aus dem Bundesinventar verzeichnet: es handelt sich um einen Trockenwiesenstandort im Südosten und das grossflächige Amphibienlaichgebiet "Kiesgrube Rüteren" im Nordosten des Betrachtungsraums. Ausschlaggebend ist bei diesem Schritt zudem die Berücksichtigung der Grundwasserschutzzone "Griesgraben" (vgl. Fig. 6.3 und 6.9), welche südlich an den Rhein angrenzt. Weitere Ausschlusskriterien bilden die Waldflächen im Südosten und Südwesten des Betrachtungsraums, sowie entlang des Rheinufers.

Im nördlichen Bereich des Betrachtungsraums fliesst der Rhein in Ost-Westrichtung (vgl. Fig. 6.3 und 6.11). Da der Fluss mit seinem Gewässerraum von 20 m grösstenteils im Bereich der regionalen Störungszone verläuft, schränkt der Gewässerraum die Standortwahl für Bohrplätze nur geringfügig ein. Als weitere Oberflächengewässer queren der Weiacher "Mülibach" und der "Sagibach" den Betrachtungsraum von Süden nach Norden, wobei beide Gewässer im Siedlungsraum eingedolt sind. Im Norden der Ortschaft Weiach vereinen sie sich zum "Dorfbach", welcher schliesslich in den Rhein mündet. Für den offen verlaufenden Abschnitt des "Dorfbachs" gilt es einen beidseitigen Gewässerraum von ca. 13 m freizuhalten (AWEL 2017).

Das Dorf Weiach ist im Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung (ISOS) eingetragen und aufgrund dieses Schutzstatus zu meiden. Ausserdem quert ein historischer Verkehrsweg von nationaler Bedeutung den Betrachtungsraum, welcher jedoch grösstenteils entlang der heutigen Hauptverkehrsachsen verläuft oder innerhalb von Schutzzonen liegt, welche ohnehin ausscheiden.

Sämtliche Ausschlusskriterien von Schritt 2 werden in der nachfolgenden Fig. 6.4 (Schritt 3) als "ausgeschiedene Fläche" zusammengefasst und mit einer Fläche in schwarz-weissem Karo-Muster dargestellt. Alle Flächen, welche aufgrund von nachfolgenden Ausschlusskriterien wegfallen, werden jeweils dazu addiert.

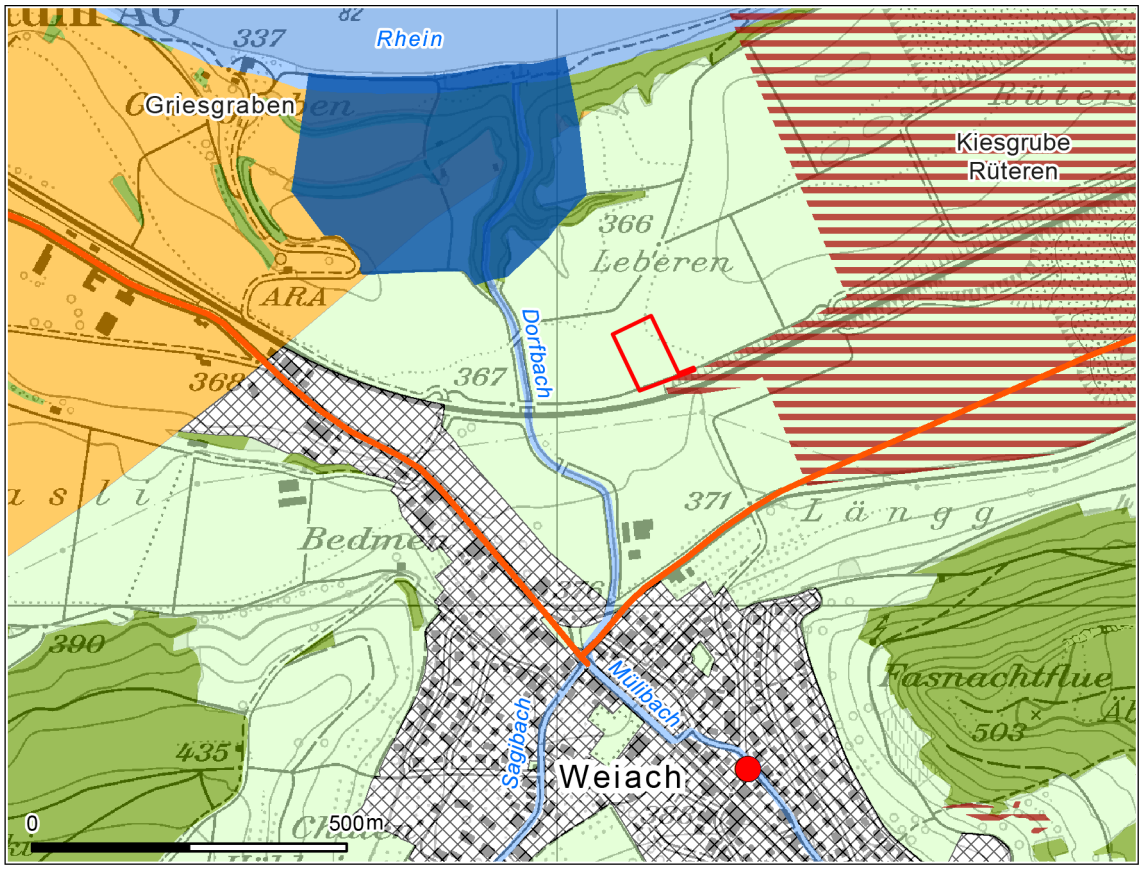


Fig. 6.3: Darstellung der raumplanerischen und umweltrechtlichen Kriterien.

6.3.3 Schritt 3 – Überprüfung kantonaler Vorgaben

Im Betrachtungsraum für die Interessenabwägung befinden sich folgende Schutzgebiete, welche im kantonalen Richtplan (Kt. Zürich 2015) verzeichnet und bei der Ausscheidung von Bohrplätzen zu meiden sind (vgl. Fig. 6.4):

- Waldschutzzone "Rihalden" (überkommunale Bedeutung) entlang des Rheinufers
- Natur- und Waldschutzzone "Fürstenhalden – Leuenchopf – Fasnachtflue – Hochrüti – Stein – Häulen" im Südosten des Betrachtungsraums
- Amphibienlaichgebiet "Kiesgrube Rüteren", nordöstlich des Bohrplatzes, welches zusätzlich zum nationalen Schutzstatus auch kantonalen Schutz geniesst.

Die meisten Schutzgebiete befinden sich innerhalb bereits ausgeschiedener Flächen und schränken die Standortwahl für Bohrplätze nur bedingt ein.

Die regionalen historischen Verkehrswege im Ortsgebiet Weiach verlaufen entlang von heute geteerten öffentlichen Strassen und stellen deshalb für die Standortwahl von Bohrplätzen keine Einschränkung dar.

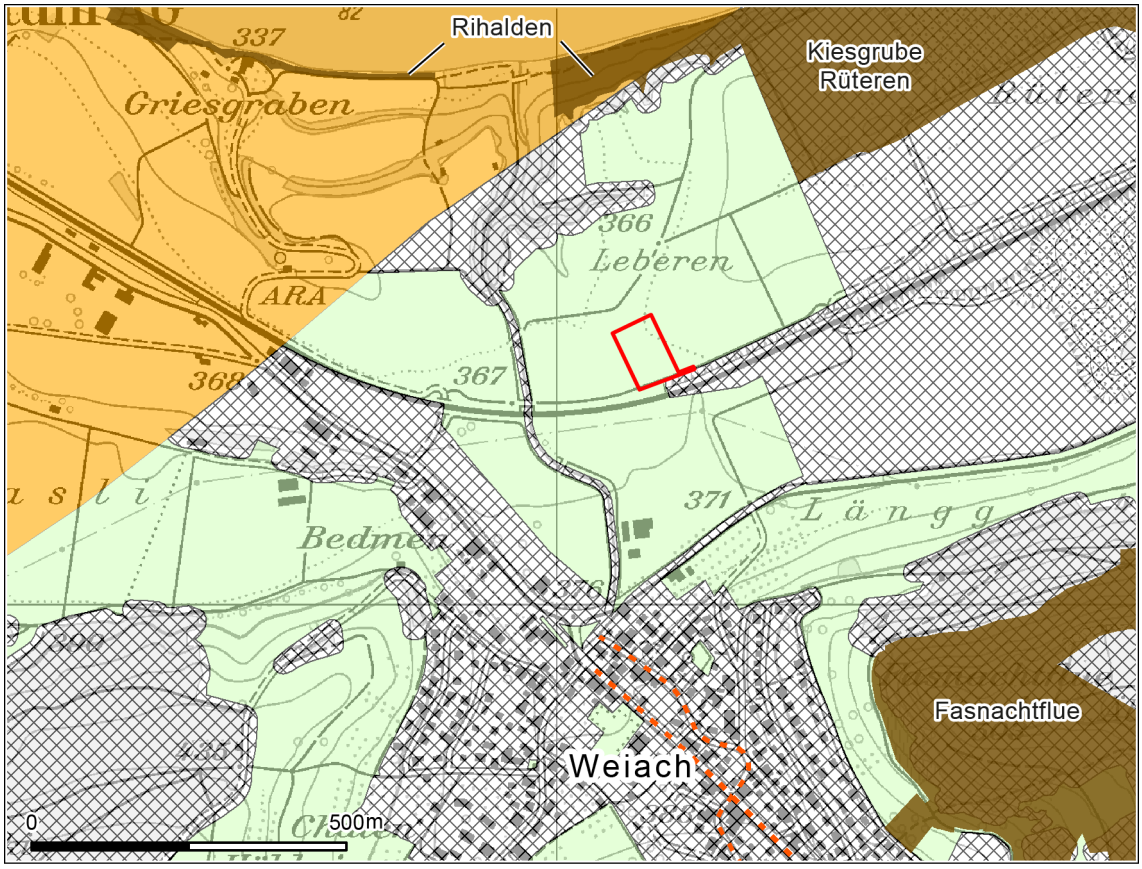


Fig. 6.4: Darstellung der kantonalen Schutzgebiete.

6.3.4 Schritt 4 – Bautechnische Vorgaben

Das Dorf Weiach ist umgeben von drei Hügelzügen im Süden und Osten: "Sanzenberg", "Stadlerberg" und "Fasnachtflue". Die Hänge der meist bewaldeten Hügelzüge weisen eine Hangneigung von > 15 % auf (vgl. Fig. 6.5). Dasselbe gilt für das südliche Rheinufer. Da sowohl der Bohrplatz als auch die Zufahrtsstrassen aus technischen Gründen möglichst eben gelegen sein sollten, würden Flächen in steilem Gelände eine entsprechend grosse Geländeanpassung in Verbindung mit einem grossen Flächenbedarf nach sich ziehen. Dies ist nicht im Sinne der Scho-

nung der Landschaft gemäss Art. 3 Abs. 2 RPG. Folglich scheiden die überwiegend bewaldeten Hänge entlang des Rheins und im Süden des Betrachtungsraums als mögliche Bohrplatzstandorte aus.

Kleinere Restflächen werden auf die benötigte Mindestgrösse für einen Bohrplatz von minimal 5'000 m^2 geprüft und bei Nichterreichen ausgeschieden (vgl. Fig. 6.5).

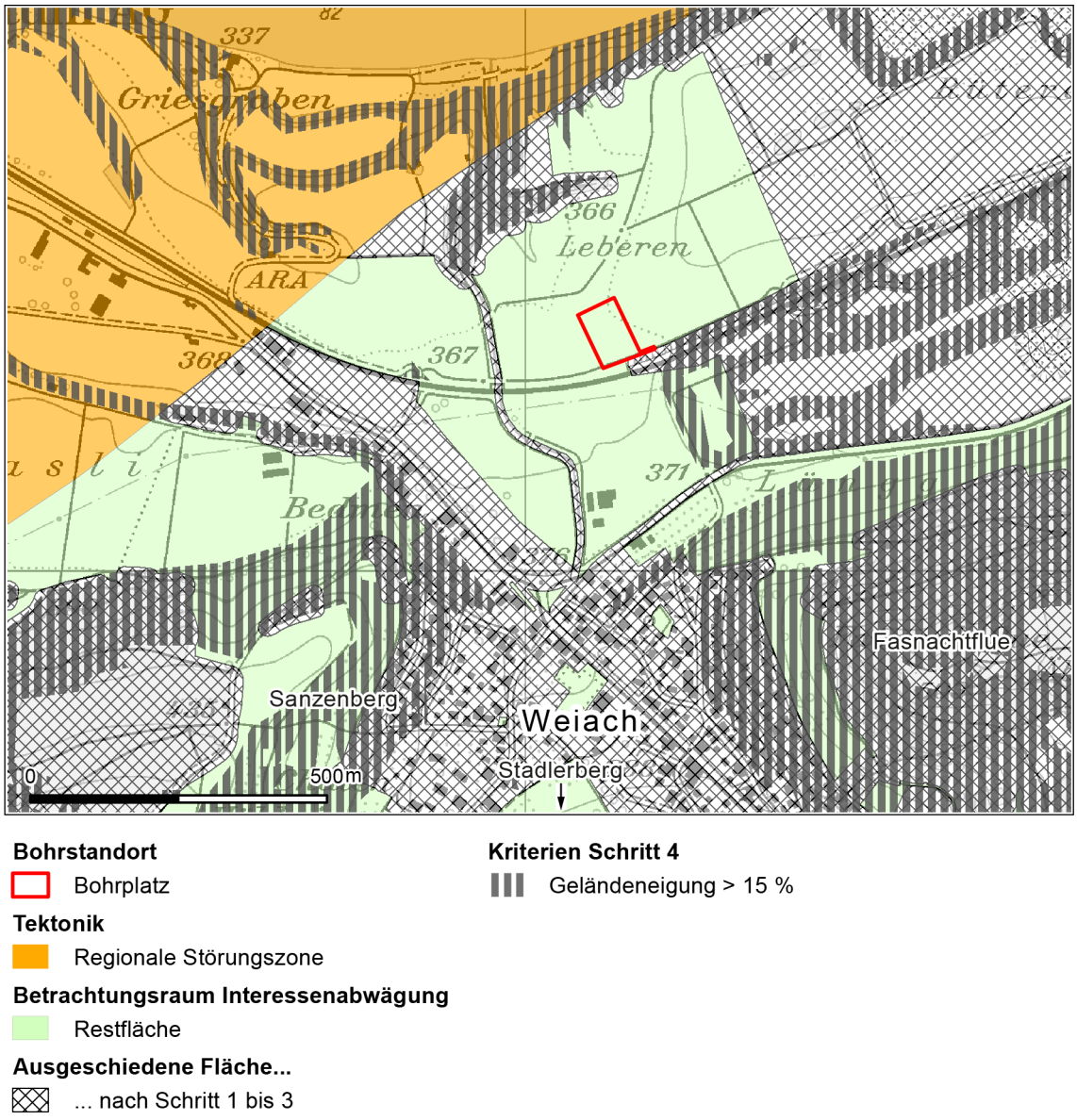


Fig. 6.5: Darstellung der bautechnischen Vorgaben.

6.3.5 Schritt 5 – Betriebliche Vorgaben

Anforderungen an betriebliche Vorgaben enthalten vor allem Abstände zu Wohngebieten aufgrund von Lärmschutzüberlegungen, Sicherheitsabstände um verschiedene Leitungen (Frei- und Kabelleitungen, Gasleitungen, Verkehrsinfrastruktur) sowie eine genaue Betrachtung allfälliger Naturgefahren, die den Betrieb auf einem möglichen Bohrplatz gefährden könnten.

Der Lärmschutzpuffer von 300 m, welcher um die Bauzonen der Ortschaft Weiach gelegt wird, schränkt die Standortwahl für Bohrplätze bezüglich Lärmschutz grossflächig ein (vgl. Fig. 6.6). Standorte innerhalb dieser Flächen sind für Bohrplätze aus Lärmschutzgründen nicht geeignet.

Eine 220 kV-Freileitung verläuft von Osten nach Westen quer durch den Betrachtungsraum. Im Westen der Ortschaft Weiach verläuft zudem eine Gasleitung. Die Versorgungstrassen inklusive deren Sicherheitspuffer sowie die Flächen des Hauptverkehrsnetzes (Strassen/Eisenbahn) stehen als mögliche Bohrplätze nicht zur Verfügung.

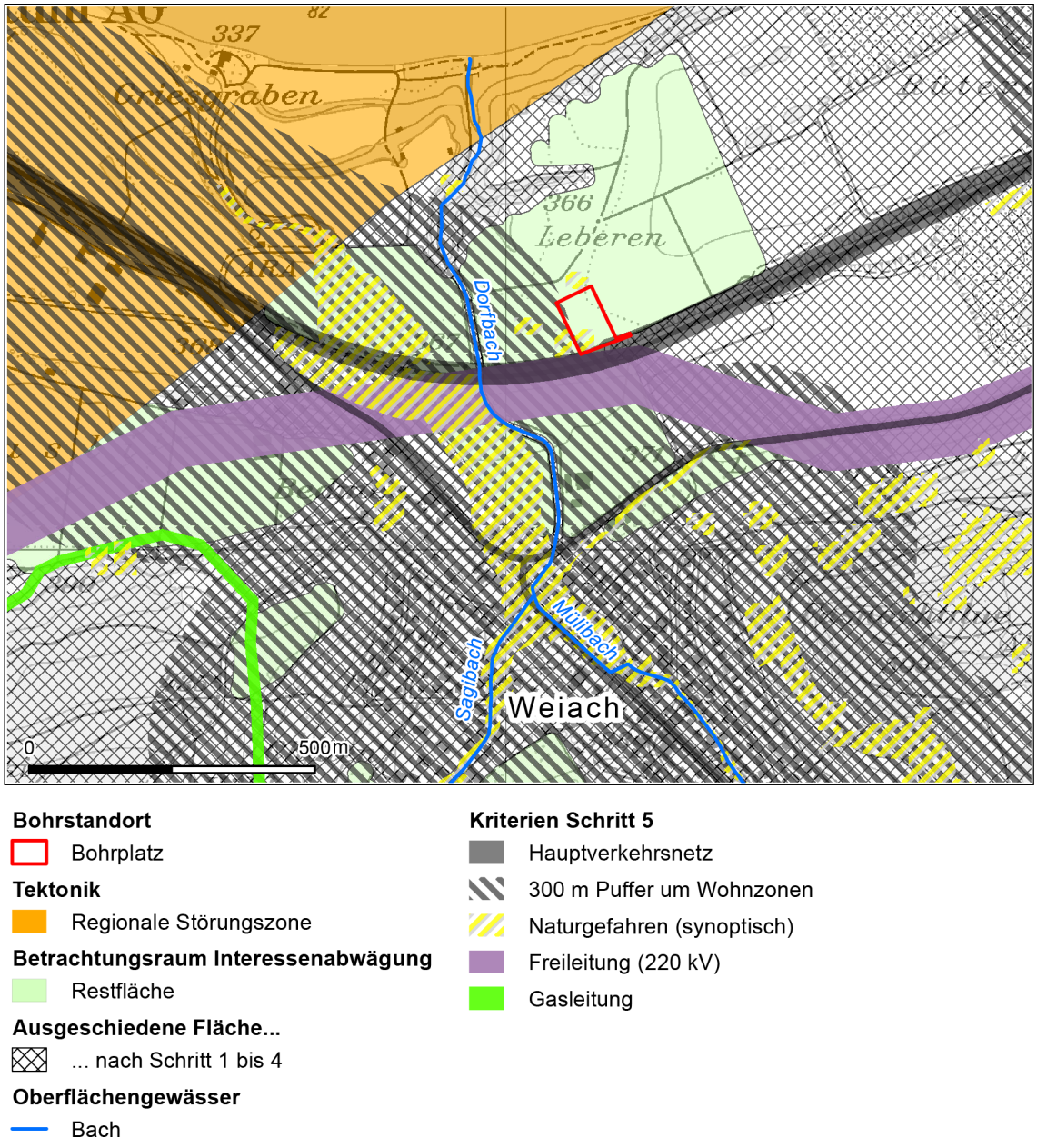


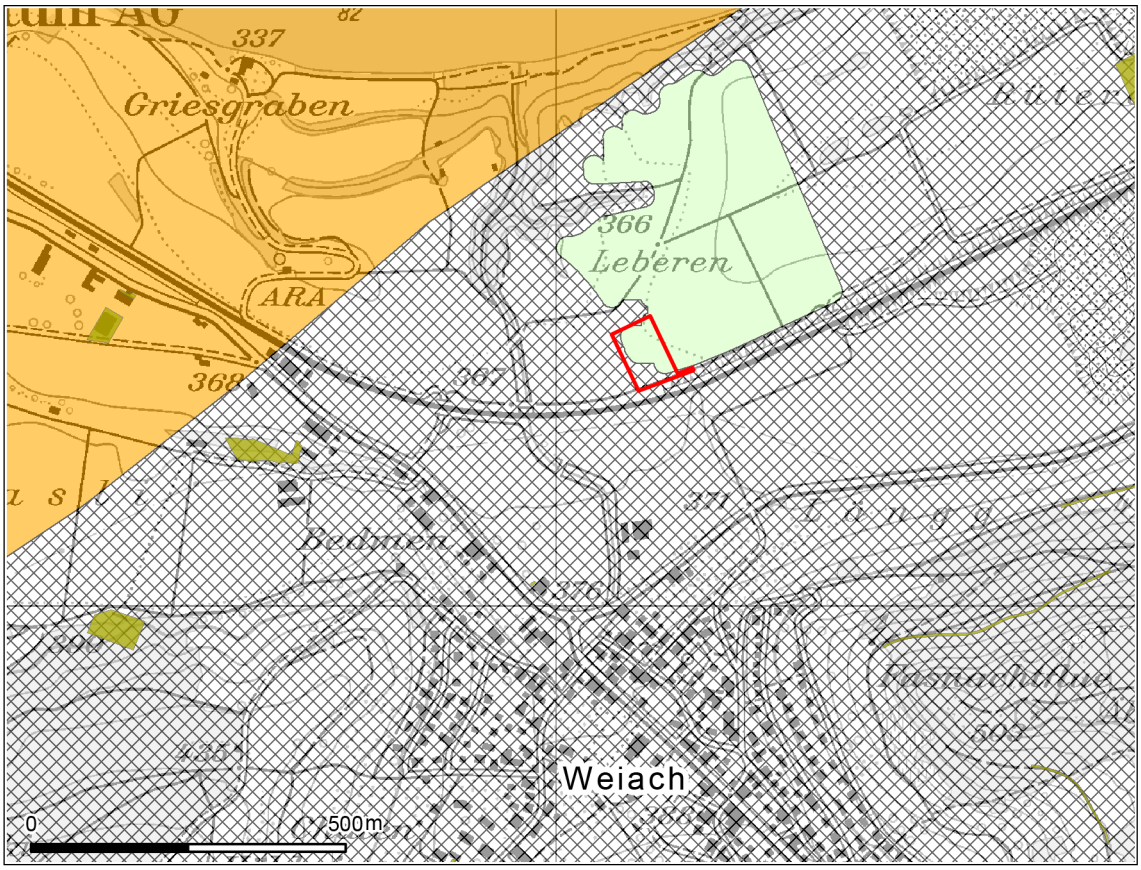
Fig. 6.6: Darstellung der betrieblichen Vorgaben.

Gemäss der synoptischen Gefahrenkarte (vgl. Fig. 6.6) wurde mehrheitlich das bebaute Gebiet um Weiach auf Naturgefahren hin untersucht. Das Landwirtschaftsgebiet befindet sich grösstenteils ausserhalb dieses kartierten Bereichs. Innerhalb der untersuchten Gebiete herrscht eine geringe bis mittlere Gefährdung bezüglich Überschwemmungen, welche vom "Sagi-", "Müli-" bzw. "Dorfbach" ausgeht (vgl. Fig. 6.6).

Für die Beurteilung der nicht durch die Gefahrenkarte kartierten Gebiete wird auf die Gefahrenhinweiskarte zurückgegriffen, welche eine gewisse Gefährdung für die bewaldeten Gebiete im Südosten und Südwesten des Betrachtungsraums sowie für die Felder westlich des Bohrplatzes modelliert (vgl. Fig. 6.12). Im Bereich der Flure "Leberen" sind Bereiche mit Hangmuren und Spontanrutschungen eingetragen. Aufgrund der geringen Hangneigung (vgl. Fig. 6.5) sind Sturzprozesse jedoch nicht wahrscheinlich.

6.3.6 Schritt 6 – Evaluation von Sonderflächen

Die Prüfung auf belastete Standorte, Spezialkulturen sowie Freizeit- und Sportanlagen ergab im Betrachtungsraum keine weiteren Einschränkungen, da sich entsprechende Standorte entweder in der regionalen Störungszone oder in einer bereits ausgeschiedenen Fläche befinden (vgl. Fig. 6.7). Gemäss dem Kataster der belasteten Standorte (KbS) des Kantons Zürich liegen vier belastete Standorte innerhalb des Betrachtungsraums für die Interessenabwägung, wobei sich alle innerhalb von ohnehin ausgeschiedenen Flächen befinden und die Standortwahl deshalb nicht einschränken.



Bohrstandort
Bohrplatz
Tektonik
Regionale Störungszone
Betrachtungsraum Interessenabwägung
Restfläche
Ausgeschiedene Fläche...
... nach Schritt 1 bis 5
Kriterien Schritt 6
Belasteter Standort (gemäss KbS)

Fig. 6.7: Darstellung der Sonderflächen.

6.3.7 Schritt 7 – Qualitative Beurteilung der Restflächen

Nach dem GIS-Daten-Verschnitt bleibt im Betrachtungsraum eine grössere, zusammenhängende Fläche im Raum "Leberen" übrig (vgl. Fig. 6.8). Die Restfläche wird aufgrund deren unterschiedlicher räumlicher Ausgestaltung bezüglich Nutzung und Erschliessung in zwei Teile unterteilt, sodass ein nördlicher und ein südlicher Teil resultiert.

Diese beiden Teilräume werden im Folgenden nach weiteren, qualitativen raumplanerischen und umweltrechtlichen Kriterien auf ihre Eignung hin untersucht. Die Kriterien und deren Wertung sind einander tabellarisch gegenübergestellt (vgl. Tab. 6.1).

Der Raum "Leberen Nord" ist gemäss Tab. 6.1 im Vergleich zum Raum "Leberen Süd" bezüglich Strassen, Wasser, Abwasser und Strom wesentlich schlechter erschlossen. Die Hangneigung im Raum "Leberen Nord" ist zudem grösser, was einen leicht grösseren Flächenverbrauch aufgrund von Ausebnungsarbeiten für die Erstellung eines Bohrplatzes nach sich ziehen würde. Der Raum "Leberen Nord" wird ausserdem im Osten randlich von einer archäologischen Zone tangiert (vgl. Fig. 6.17) und die Grundwassermächtigkeit ist in diesem Bereich grösser (vgl. Fig. 6.10).

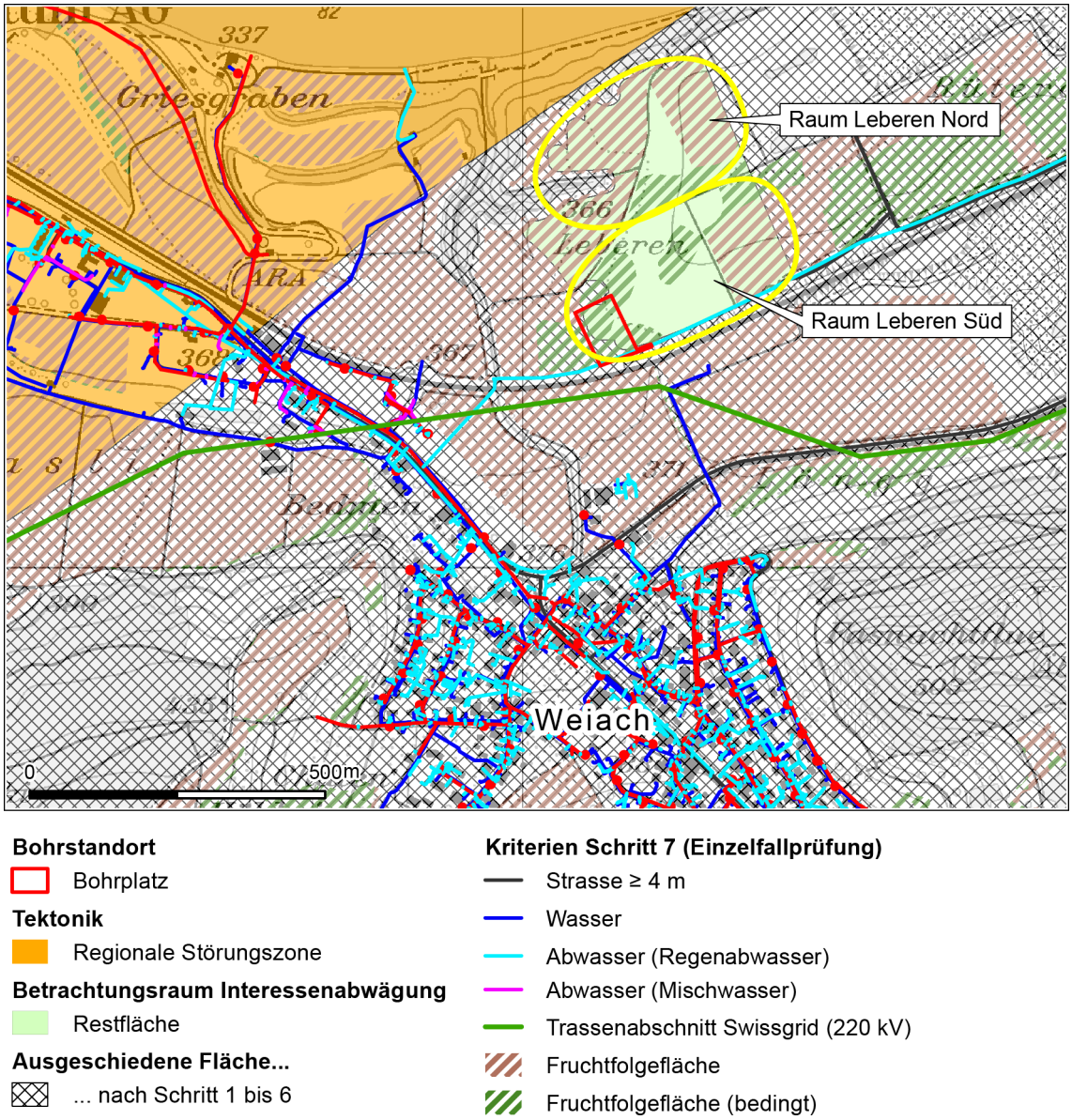


Fig. 6.8: Darstellung einzelner qualitativer Kriterien der Standortbeurteilung.

Die in Tab. 6.1 aufgeführten Kriterien zeigen, dass der Raum "Leberen Süd" besonders aufgrund der wesentlich besseren Strassen- und Stromerschliessung, des geringeren Flächenbedarfs wegen ebener Fläche sowie dank grösserer Entfernung zum Amphibienlaichgebiet gegenüber dem Vergleichsraum "Leberen Nord" zu bevorzugen ist.

Die Standortwahl innerhalb des Raums "Leberen Süd" fiel aus raumplanerischer Sicht schliesslich auf den Westteil, weil dieser einerseits die grösstmögliche Distanz zur Kernzone A des Amphibienlaichgebites von kantonaler und nationaler Bedeutung aufweist (vgl. Fig. 6.15) und andererseits auch die geologische Zielsetzung am besten erfüllen kann.

So hält der Westteil des Raums "Leberen Süd" den grösstmöglichen Abstand zur östlich gelegenen, in den 80er Jahren ausgeführten Bohrung Weiach 1 (vgl. Fig. 6.1) ein und liegt gleichzeitig nahe am Nordwestrand der zu meidenden tektonischen Zone (vgl. Kap 6.2.2).

Tab. 6.1: Qualitative Standortbeurteilung im Betrachtungsraum der Sondierbohrungen Weiach 3.

Kriterium	**Raum "Leberen Süd" (Bohrplatz Weiach 3)**	**Raum "Leberen Nord"**
Erschliessung Strasse	Zufahrt über geteerte Zugangsstrasse zum Kieswerk, Mindestbreite 3.6 m	Zufahrt zum Raum (rund 150 – 400 m) müsste ausgebaut und geteert werden
Erschliessung Wasser / Strom	Anschlussdistanz ca. 700 m / Anschlussdistanz ca. 220 m	Anschlussdistanz ca. 700 m / Anschlussdistanz ca. 520 m
Abwasser	Anschlussdistanz ca. 700 m	Anschlussdistanz ca. 700 m
Hangneigung	Nahezu eben	Leicht gegen NW bzw. SE abfallend
Nutzung (gemäss landwirtschaftlicher Nutzungseignungskarte Kanton Zürich)	Überwiegend uneingeschränkte bis futterbaubetonte Fruchtfolgefläche sowie gutes bis mässig gutes Wies- und Weideland bis Streueland und Futterbau bevorzugt, Ackerbau stark eingeschränkt	Überwiegend uneingeschränkte bis futterbaubetonte Fruchtfolgefläche sowie gutes bis mässig gutes Wies- und Weideland bis Streueland und Futterbau bevorzugt, Ackerbau stark eingeschränkt
Grundwasser	Gewässerschutzbereich A_u Grundwassermächtigkeit 2 – 10 m	Gewässerschutzbereich A_u Grundwassermächtigkeit 10 – 20 m
Flora und Fauna	Rund 200 m entfernt vom Amphibienlaichgebiet "Kiesgrube Rüteren"	Angrenzend ans Amphibienlaichgebiet "Kiesgrube Rüteren"
Archäologische Zonen	Nicht betroffen	Östlicher Teil betroffen
Abstand zum nächsten Wohngebäude	ca. 310 m	ca. 400 m

6.4 Relevanzmatrix des Bohrplatzes der Sondierbohrungen Weiach 3

Die konkreten standortspezifischen, erheblichen öffentlichen Interessen des Umwelt-, Natur- und Heimatschutzes sowie der Raumplanung, welche auf den Bohrplatz der Sondierbohrungen Weiach 3 zutreffen, wurden in einer Relevanzmatrix (Tab. 6.2) zusammengefasst. Daraus wird ersichtlich, ob die Interessen während der Bau-, Betriebs- oder Beobachtungsphase berührt werden.

Tab. 6.2: Relevanzmatrix der Umweltbereiche für die Bau-, Betriebs- und Beobachtungsphase des Bohrplatzes der Sondierbohrungen Weiach 3.

Umweltbereiche	**Bau-phase**	**Betriebs-phase**	**Beobachtungs-phase**
Luftreinhaltung	●	○ [1)]	○
Lärm	●	●	○
Lichtimmissionen	○	●	○
Erschütterungen	○	○	○
Grundwasser	●	●	○
Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	○	○	○
Entwässerung des Bohrplatzes	●	●	○
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 im Detail behandelt

[1)] Unter der Annahme, dass ein Stromanschluss an das Mittelspannungsnetz erfolgt (vgl. Kap. 5.8)

Die Bauphase umfasst die Erstellung und Erschliessung des Bohrplatzes inklusive Bau des Bohrkellers und der Fundation für das Bohrgerät. Während der Betriebsphase werden die Sondierbohrungen Weiach 3 abgeteuft und das Untersuchungsprogramm mit seinen Testarbeiten durchgeführt. Hierzu gehören auch der Abbruch der Fundamente, der Rückbau des Bohrplatzes sowie die Rekultivierungsarbeiten. Anschliessend beginnt die allfällige Langzeitbeobachtungsphase mit dem Betrieb des verbleibenden Bohrkellers und der Messeinrichtungen.

Nachfolgend werden die relevanten Interessen einzeln behandelt und – wo notwendig – entsprechende Schutzmassnahmen erläutert.

6.5 Raum- und umweltplanerische Charakterisierung des Bohrplatzes der Sondierbohrungen Weiach 3

6.5.1 Luftreinhaltung

Während der Bau- und Betriebsphase kommen auf dem Bohrplatz der Sondierbohrungen Weiach 3 diverse mit Treibstoff betriebene Baumaschinen sowie das eigentliche Bohrgerät zum Einsatz. Es wird angestrebt, einen Anschluss an das vorhandene Mittelspannungsnetz herzustellen, damit elektrisch-hydraulische Antriebe zum Einsatz kommen können und lediglich zwei Notstromaggregate während der Betriebsphase aufgestellt werden müssen (vgl. Kap. 5.8). Allfällige Zwischenlager von feinkörnigen Aushub- resp. Ausbruchmaterialien können zudem zu Staubbildung führen.

***Massnahmen**:* Die zu ergreifenden Massnahmen zur Luftreinhaltung und Staubbekämpfung wurden unter Kap. 5.9 bereits erläutert.

6.5.2 Lärm

Das Bauprogramm ist so ausgerichtet, dass die durch Lärm entstehenden Beeinträchtigungen in unmittelbarer Nachbarschaft möglichst gering gehalten werden können.

Die nächstgelegenen bewohnten Liegenschaften befinden sich in südlicher Richtung. Es handelt sich dabei um die beiden Landwirtschaftsbetriebe "Eschterhof" und "Neuhof" mit einem Abstand des Wohnhauses zum Bohrkeller von jeweils ca. 310 m resp. ca. 340 m (vgl. Fig. 6.2). Diese Liegenschaften sind gemäss dem Zonenplan der Gemeinde Weiach (Gemeinde Weiach 1994) der Landwirtschaftszone und somit der Empfindlichkeitsstufe III zugeordnet. Weitere bewohnte Liegenschaften in der Bauzone der Gemeinde Weiach liegen im Süden und Südwesten des Bohrplatzes in einem Abstand von ca. 380 m zum Bohrkeller. Diese Liegenschaften sind gemäss Zonenplan der Wohn- und Gewerbezone und somit der Empfindlichkeitsstufe III zugeordnet (vgl. Fig. 6.2).

Die von der Anlage ausgehenden Lärmimmissionen auf die Liegenschaften mit lärmempfindlichen Räumen, d.h. die Wohngebäude der Landwirtschaftsbetriebe "Eschterhof" und "Neuhof" bzw. die Wohngebäude in der Wohn- und Gewerbezone von Weiach, können nicht vorgängig berechnet werden, weil diese vom verwendeten Bohraggregat und den dazugehörigen Nebenaggregaten abhängen. Die Gesuchstellerin sichert die Einhaltung der Planungswerte gemäss Anhang 6 LSV (Industrie- und Gewerbelärm) zu und stellt die Lärmprognose und eine Aufstellung über allfällig getroffene Massnahmen der Aufsichtsbehörde vor Beginn der Bohrarbeiten zu.

***Massnahmen**:* Um dem Vorsorgeprinzip gemäss Art. 11 USG Rechnung zu tragen, werden folgende Massnahmen ins Projekt integriert (ohne Rangfolge):

- Bei der Auswahl des Bohraggregats wird darauf geachtet, dass ein lärmarmes, dem aktuellen Stand der Technik entsprechendes Fabrikat zum Einsatz gelangt.
- Lärmintensive Arbeiten werden – wenn vom Ablauf her möglich – jeweils tagsüber ausgeführt.
- Die Aushubdepots werden im Hinblick auf eine lärmmindernde Wirkung in Richtung der Ortschaft Weiach bzw. gegen die Landwirtschaftsbetriebe "Eschterhof" und "Neuhof" angeordnet. Die Möglichkeit zur Ergänzung der Abschirmung mit einer Lärmschutzwand ist bei Bedarf vorgesehen (vgl. Beilage 5).

- Die Einhausung von Antriebsmotoren (Top Drive) resp. Spülpumpen sowie das Anbringen von Dämmmatten an beweglichen Teilen bzw. am Antrieb werden optional vorgesehen.
- Seitens der Gesuchstellerin wird eine Anlaufstelle für mögliche eingehende Beschwerden geschaffen.

Zeigt sich im laufenden Betrieb, dass die Planungswerte trotz der obigen Massnahmen nicht eingehalten werden, sind auf den Aushubdepots Lärmschutzwände zu erstellen und/oder die auf Bohrplatzniveau stehenden Antriebsmotoren mit entsprechenden Schallschutzmassnahmen zu dämmen, sodass eine Überschreitung der Planungswerte ausgeschlossen wird.

Vom Bohrunternehmer und seinen Subunternehmern sowie sämtlichen Zulieferfirmen werden alle Massnahmen der Stufe C entsprechend dem Massnahmenkatalog der Baulärm-Richtlinie (BLR; BAFU 2011) gefordert.

6.5.3 Lichtimmissionen

Während der Betriebsphase ist ein 24-h-Bohrbetrieb vorgesehen. Eine Ausleuchtung des Bohrplatzes ist dazu unumgänglich. Sowohl während der Bau- als auch während der Beobachtungsphase sind keine Beleuchtungsmassnahmen nötig, da alle Arbeiten während des Tags ausgeführt werden können.

***Massnahmen**:* Bei der Ausleuchtung des Bohrplatzes wird darauf geachtet, dass die Leuchtquellen gezielt eingesetzt werden und nur den Arbeitsbereich ausleuchten (vgl. Kap. 5.11, Fig. 5.8). Zusätzlich schirmen die Aushub- und Humusdepots sowie die Containeranlagen die Umgebung des Bohrplatzes vor den Lichtimmissionen ab. Während der Betriebsphase ist deswegen mit minimalen Lichtimmissionen zu rechnen, welche auf die nachtaktive Fauna nur lokal und sehr begrenzte Auswirkungen haben.

6.5.4 Erschütterungen

Es wird in keiner Phase mit Erschütterungen gerechnet, sodass keine vorsorglichen Massnahmen bezüglich Einwirkungen auf Menschen und Gebäude nötig sind (vgl. Kap. 7.5). In jedem Fall ist jedoch die DIN-Norm 4150-2 bezüglich Erschütterungen im Bauwesen zu berücksichtigen (ISO DIN 4150-2 1999).

Es sind keine Massnahmen bezüglich Erschütterungen nötig.

6.5.5 Grundwasser

Die Parzelle Kat.-Nr. 548 befindet sich rund 500 m vom südlichen Rheinufer entfernt. Der Untergrund beim Bohrplatz bestand vor dem Kiesabbau ab 1965 aus mächtigen früh- bis spätwürmzeitlichen Schotterablagerungen (Mittel- und Niederterrassenschotter). Zwischen 1962 und heute wurde im Bereich zwischen der Mündung des Weiacher "Dorfbachs" und dem "Hardwald" nördlich der Bahnlinie (vgl. Fig. 6.9) intensiver Kiesabbau im offenen Tagebau bis ca. 30 m u.T. betrieben. Ab ca. 1987 wurden die Kiesgruben sukzessive von Westen nach Osten verfüllt und oberflächlich wiederbegrünt. Natürlicherweise führen die Schottervorkommen an der Basis nutzbares Grundwasser.

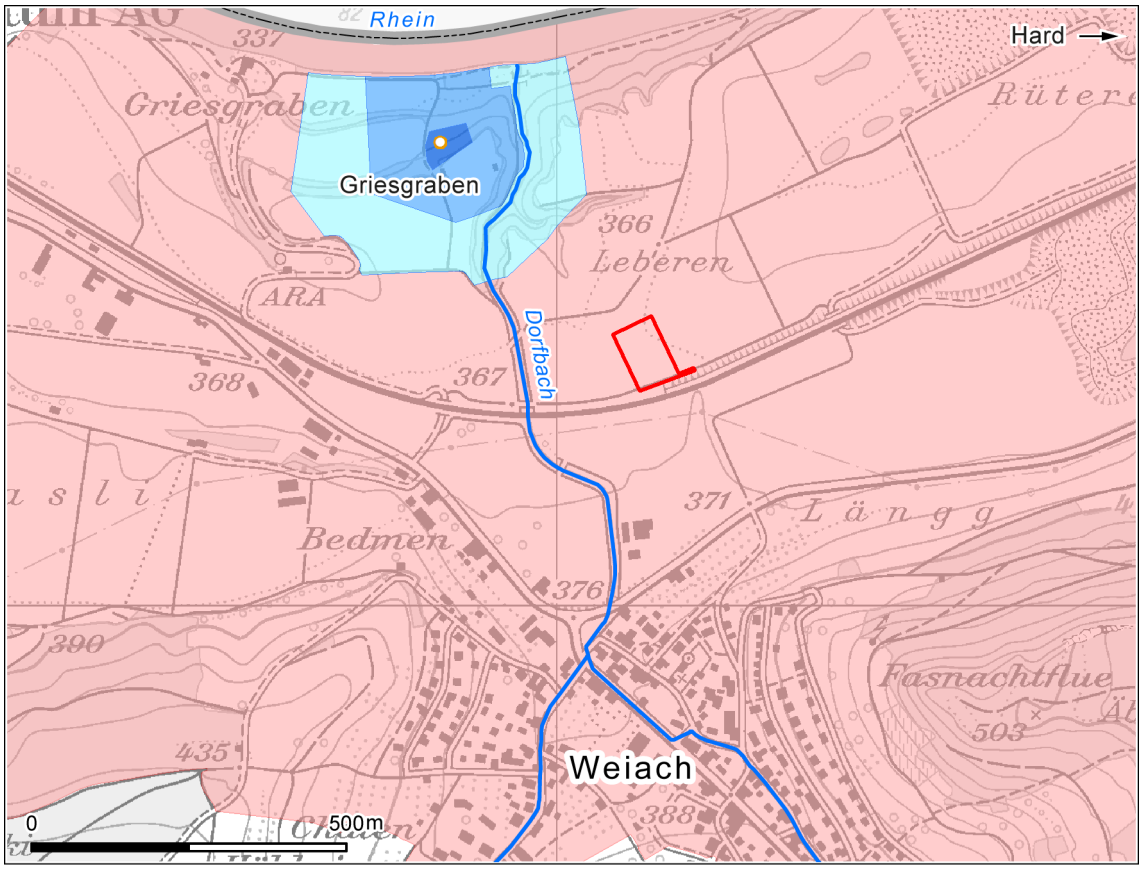


Fig. 6.9: Auszug aus der Gewässerschutzkarte des Kantons Zürich beim Standort der Sondierbohrungen Weiach 3.

Gemäss der Grundwasserkarte des Kantons Zürich (GIS-ZH 2017) beträgt die Grundwassermächtigkeit beim Bohrplatz 2 – 10 m (vgl. Fig. 6.10). Es ist anzunehmen, dass die Durchlässigkeit, die Wasserstände und die Fliessrichtung des Grundwassers innerhalb des wiederaufgefüllten Materials durch den Abbau massgebend verändert wurden und die heutigen Verhältnisse nicht mehr dem natürlichen Zustand entsprechen. Der Rhein dient dem Grundwassergebiet mit Fliessrichtung Nord bis Nordwest gemäss der Grundwasserkarte als Vorfluter. Im Bereich des Bohrplatzes liegen keine genaueren Messungen zu Mittel- oder Hochwasserständen vor. Weiter nördlich befindet sich der Mittelwasserspiegel jedoch auf Kote 332 m ü.M. bzw. rund 30 m u.T. Gemäss der Gewässerschutzkarte liegt der Bohrplatz Weiach 3 innerhalb des Gewässerschutzbereichs A_u (vgl. Fig. 6.9).

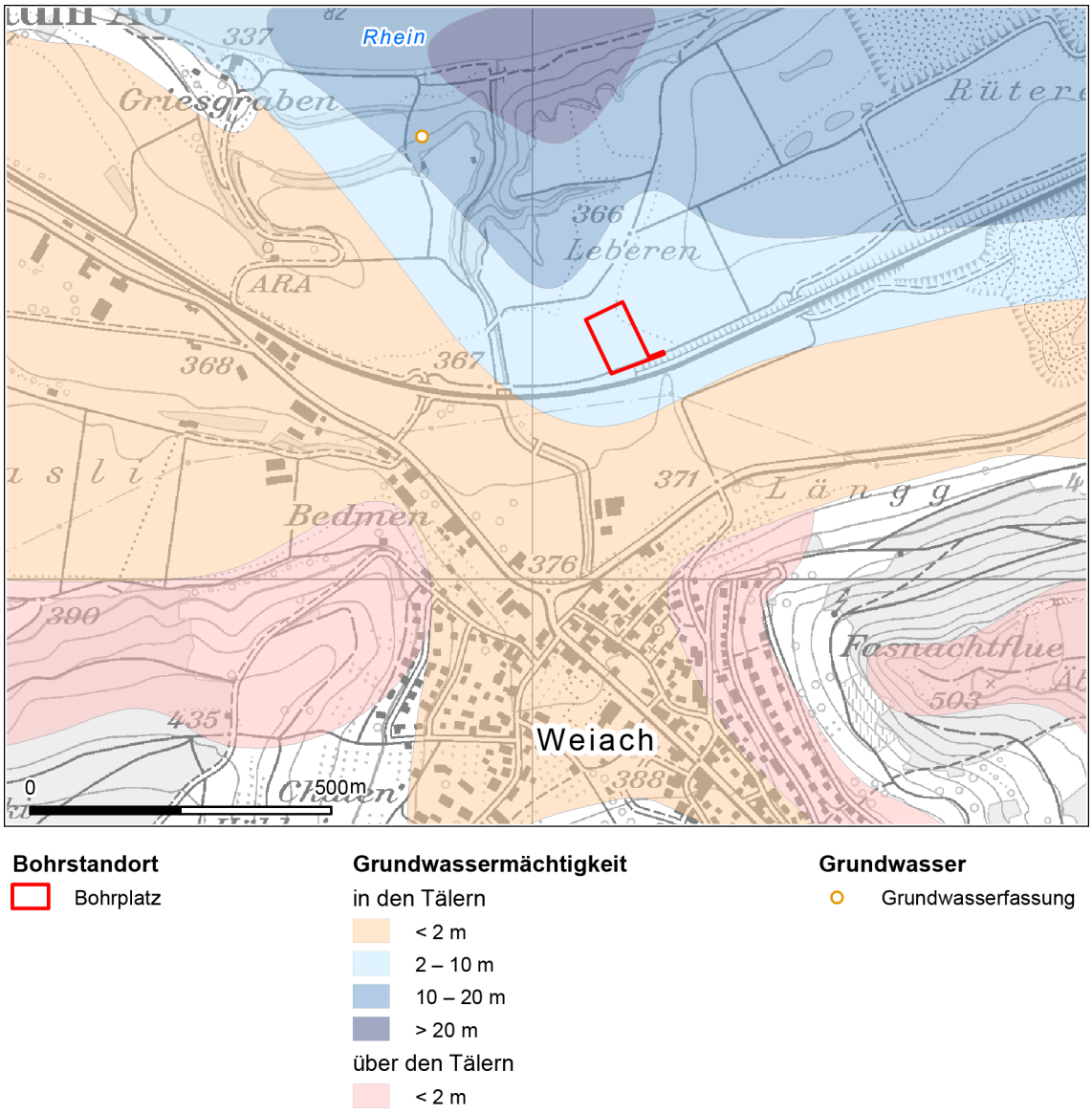


Fig. 6.10: Grundwasserverhältnisse (Mittelwasser) beim Standort der Sondierbohrungen Weiach 3.

Das Grundwasservorkommen wird weiter nordwestlich in der Grundwasserfassung "Griesgraben" zur Trinkwassergewinnung genutzt (Schutzzone "Griesgraben", 1500 l/min konzessionierte Entnahmemenge; vgl. Fig. 6.9). Der Fassungsbereich der Grundwasserschutzzone "Griesgraben" befindet sich ca. 450 m nordwestlich des geplanten Bohrplatzes. Der Bohrplatz liegt jedoch bezüglich der Zustromrichtung zur Fassung rund 350 m seitlich versetzt und somit sehr wahrscheinlich ausserhalb deren Einflussbereichs (vgl. Fig. 6.9).

Der geplante Leitungsgraben mit den neu zu erstellenden Anschlüssen des Bohrplatzes für Trink-, Meteor- und Schmutzwasser (vgl. Beilage 5, Kap. 5.6 – 5.7) verläuft innerhalb der Gemeindestrasse randlich entlang der Zone S3 der Grundwasserschutzzone "Griesgraben". Aufgrund des tief liegenden Grundwasserspiegels von ca. 30 m u.T. verläuft der Leitungsgraben über dem höchsten Grundwasserspiegel.

***Massnahmen**:* Zum Schutz des vorhandenen Grundwassers in der Umgebung des Bohrplatzes sind eine Reihe baulicher Massnahmen geplant (vgl. Kap. 3.2, 5.7.3 und 7.2), sodass die Versickerung von grundwassergefährdenden Fluiden ausgeschlossen werden kann. Der grosse Flurabstand von rund 30 m bei Mittelwasser ermöglicht es zudem, im Notfall Massnahmen zur allfälligen Eindämmung oder Beseitigung von Verunreinigungen zu treffen, bevor diese das Grundwasser erreichen.

Zum Schutz des Grundwasserträgers während der Bohrarbeiten wird zu Beginn ein Standrohr bis einige Meter in den Fels hinein gesetzt und einzementiert (vgl. Kap. 3.3). Dadurch kann der Grundwasserschutz während der eigentlichen Bohrarbeiten wirksam gewährleistet werden. Mit einer Beeinträchtigung der Grundwasserschutzzone "Griesgraben" ist somit nicht zu rechnen.

Wenn als notwendig erachtet, kann die Grundwasserfassung während der Bau- und Betriebsphase quantitativ und qualitativ überwacht werden. Das Überwachungskonzept wird in Abstimmung mit der Wasserversorgung der Gemeinde Weiach vor Beginn der Bauphase ausgearbeitet.

6.5.6 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme

In ca. 200 m Entfernung vom westlichen Rand des Bohrplatzes der Sondierbohrungen Weiach 3 fliesst der Weiacher "Dorfbach" von Süden nach Norden (vgl. Fig. 6.11). Im Nordosten des Bohrplatzes Weiach 3 mündet der "Dorfbach" in den Rhein, welcher in rund 500 m Entfernung nördlich des Bohrplatzes von Osten nach Westen fliesst.

Im Nordosten des Bohrplatzes befinden sich in einem Abstand von rund 250 m zum Bohrkeller verschiedene geschützte, wechselfeuchte Biotope. Beeinträchtigungen oder Auswirkungen des Bohrbetriebs auf den Weiacher "Dorfbach", den Rhein und die Biotope sind aufgrund deren Abstand zum Bohrplatz nicht zu erwarten. Auf das Einleiten von unverschmutztem Abwasser in die Gewässer wird verzichtet (vgl. Kap. 5.7). Insofern besteht auch in Bezug auf die Fischerei kein Handlungsbedarf.

Es sind keine Massnahmen notwendig.

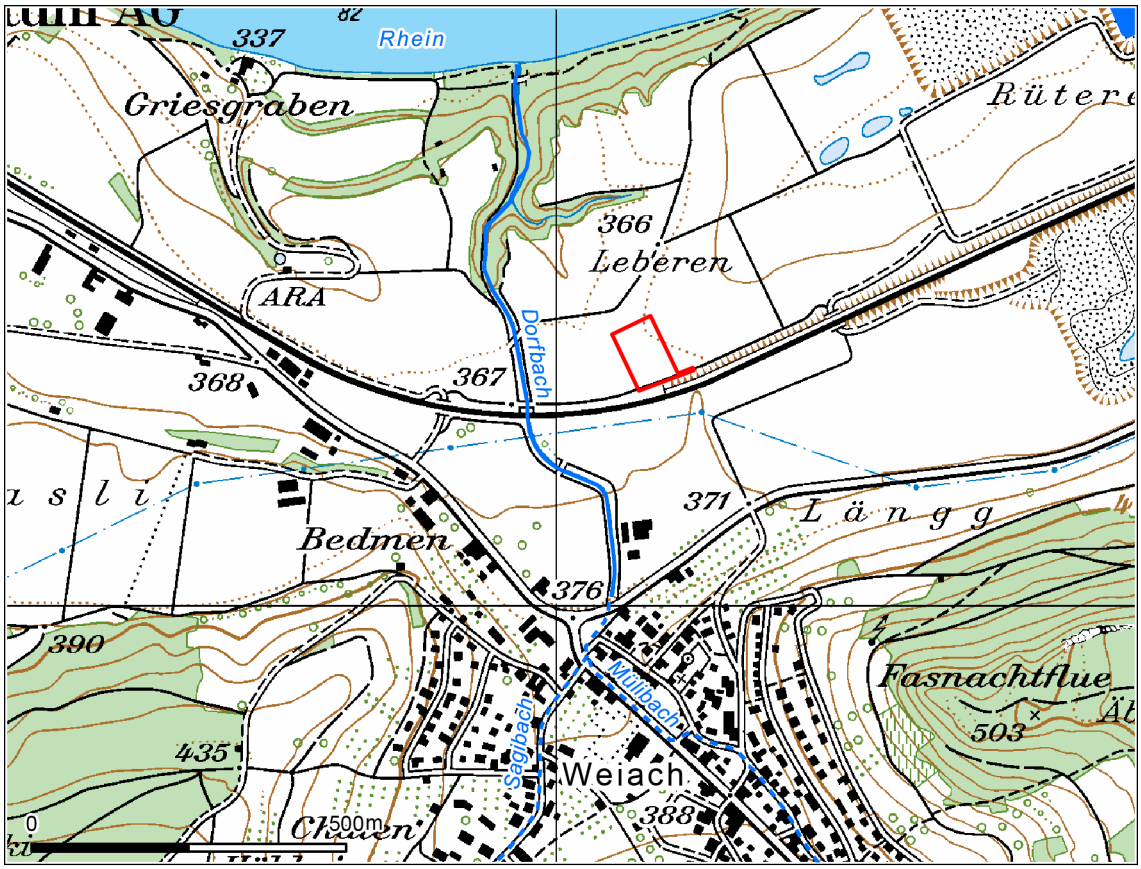


Fig. 6.11: Oberflächengewässer im Bereich des Standorts der Sondierbohrungen Weiach 3.

6.5.7 Entwässerung des Bohrplatzes

Während der Bau- und Betriebsphase des Bohrplatzes der Sondierbohrungen Weiach 3 fallen Abwässer von diverser Herkunft an. Je nach Herkunft und Verschmutzungsgrad sind diese entsprechend zu entsorgen.

***Massnahmen**:* Konkrete Entsorgungswege wurden bereits in Kap. 5.7 erläutert.

6.5.8 Naturgefahren

Naturgefahren sind kein eigentlicher Umweltbereich im Sinne einer Umweltprüfung. Trotzdem ist es sinnvoll, den Einfluss des Vorhabens auf Naturgefahren zu betrachten und zu beurteilen.

Der Bohrplatz liegt nur teilweise innerhalb des bisher kartierten Bereichs der Naturgefahrenkarte. Für die Beurteilung der nicht durch die Naturgefahrenkarte kartierten Gebiete wird auf die Gefahrenhinweiskarte zurückgegriffen, welche eine gewisse Gefährdung für die Felder westlich des Bohrplatzes modelliert (vgl. Fig. 6.12). Im Bereich der Flure "Leberen" sind Bereiche mit

Hangmuren und Spontanrutschungen eingetragen, welche auch den Perimeter des Bohrplatzes betreffen. Aufgrund der geringen Hangneigung (vgl. Fig. 6.5) sind Sturzprozesse jedoch nicht wahrscheinlich und es ist nicht von einer Gefährdung des Bohrplatzes auszugehen.

Entsprechend sind bezüglich Naturgefahren keine Massnahmen notwendig.

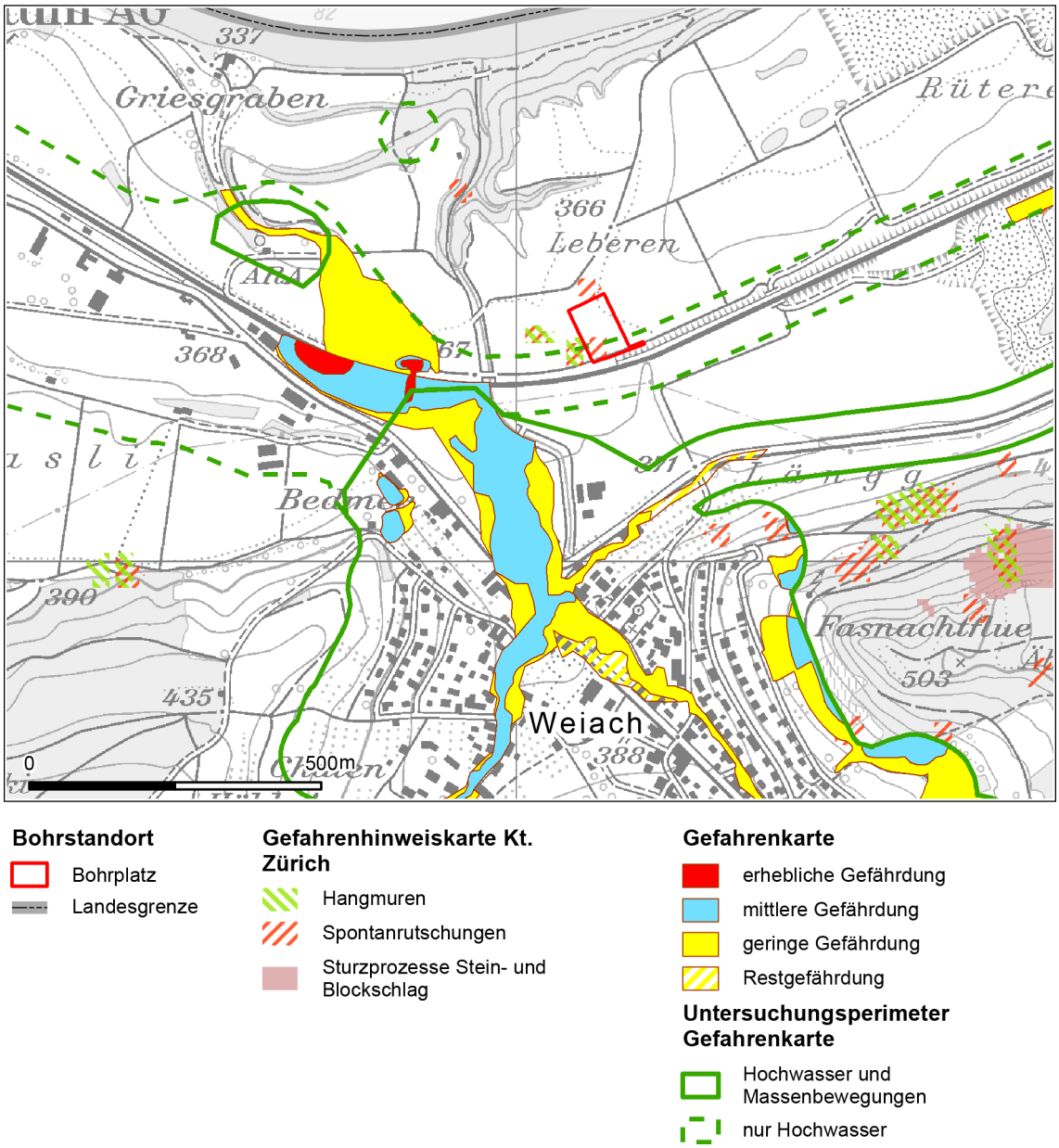


Fig. 6.12: Auszug aus der Naturgefahrenkarte und der Gefahrenhinweiskarte des Kantons Zürich beim Standort der Sondierbohrungen Weiach 3.

6.5.9 Boden / Fruchtfolgeflächen

Die Bohrplatzfläche befindet sich gemäss dem kantonalen Richtplan (Kt. Zürich 2015) und der Bau- und Zonenordnung der Gemeinde Weiach (BZO; Gemeinde Weiach 2014) in der Landwirtschaftszone (vgl. Fig. 6.13). Bei der betroffenen Fläche handelt es sich gemäss der landwirtschaftlichen Nutzungseignungskarte des Kantons Zürich überwiegend um Fruchtfolgeflächen mit bedingter Eignung (Futterbau bevorzugt, Ackerbau stark eingeschränkt). Auf der Fläche, die derzeit landwirtschaftlich genutzt wird, sind demnach bedingte Fruchtfolgeflächen ausgewiesen, ein kleiner Teil im Osten des Bohrplatzes hingegen ist nicht als Fruchtfolgefläche ausgeschieden.

Der Ober- und Unterboden muss für die Erstellung des Bohrplatzes auf der gesamten benötigten Fläche abgetragen werden (vgl. Kap. 5.2). Das abgetragene Ober- und Unterbodenmaterial wird während des Bohrplatzbetriebs seitlich als separate Aushub- und Humusdepots aufgeschüttet (vgl. Beilage 5). Auf der Bohrplatzfläche werden keine Vorbelastungen erwartet; sie ist nicht im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV) eingetragen (vgl. Fig. 6.14).

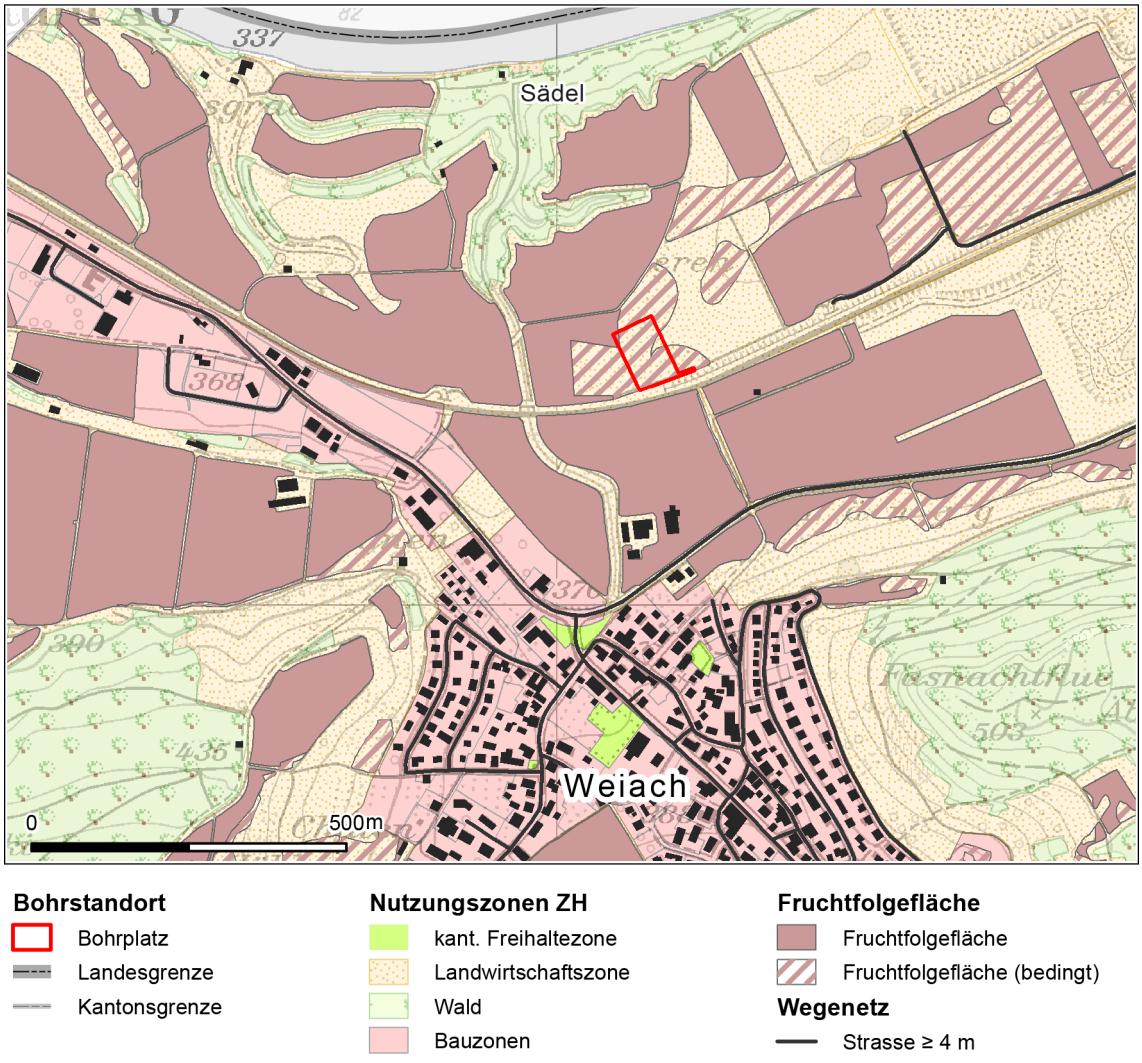


Fig. 6.13: Landnutzung im Bereich des Standorts der Sondierbohrungen Weiach 3.

Der Bohrkeller und die Zufahrt bleiben anschliessend während der Beobachtungsphase bestehen. Entsprechend wird diese Fläche von rund 200 m^2 (vgl. Beilage 9) erst nach Abschluss der Beobachtungsphase rekultiviert.

***Massnahmen**:* Vor Baubeginn wird ein Bodenschutz- und Rekultivierungskonzept erarbeitet, um die uneingeschränkte Nutzung von Fruchtfolgeflächen nach Abschluss der Arbeiten zu gewährleisten. Die Triage des Bodenaushubs, die Deponierung und Zwischenlagerung der Böden sowie die Rekultivierung werden durch eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) begleitet. Sämtliche Erdbauarbeiten werden gemäss dem Leitfaden Bodenschutz beim Bauen des BAFU (BAFU 2001, Häusler & Salm 2001) sowie den Schweizer Normen Erdbau, Boden SN 640 582 (VSS 1999) und SN 640 583 (VSS 2000) ausgeführt.

Mit den vorgeschlagenen Massnahmen aus dem zu erstellenden Bodenschutz- und Rekultivierungskonzept soll die Beeinträchtigung von Fruchtfolgeflächen minimiert werden. Das Konzept umfasst die durchzuführenden Erdarbeiten während des Baus, die Lagerung der Erdmaterialien und die anschliessende Rekultivierung des Bohrplatzes mit der Aufhebung der Depots (vgl. Kap. 5.12).

6.5.10 Altlasten

Die Parzelle Kat.-Nr. 548 befindet sich gemäss dem Kataster der belasteten Standorte (KbS; GIS-ZH 2017) ausserhalb von belasteten Flächen (vgl. Fig. 6.14).

Es sind keine Massnahmen vorgesehen.

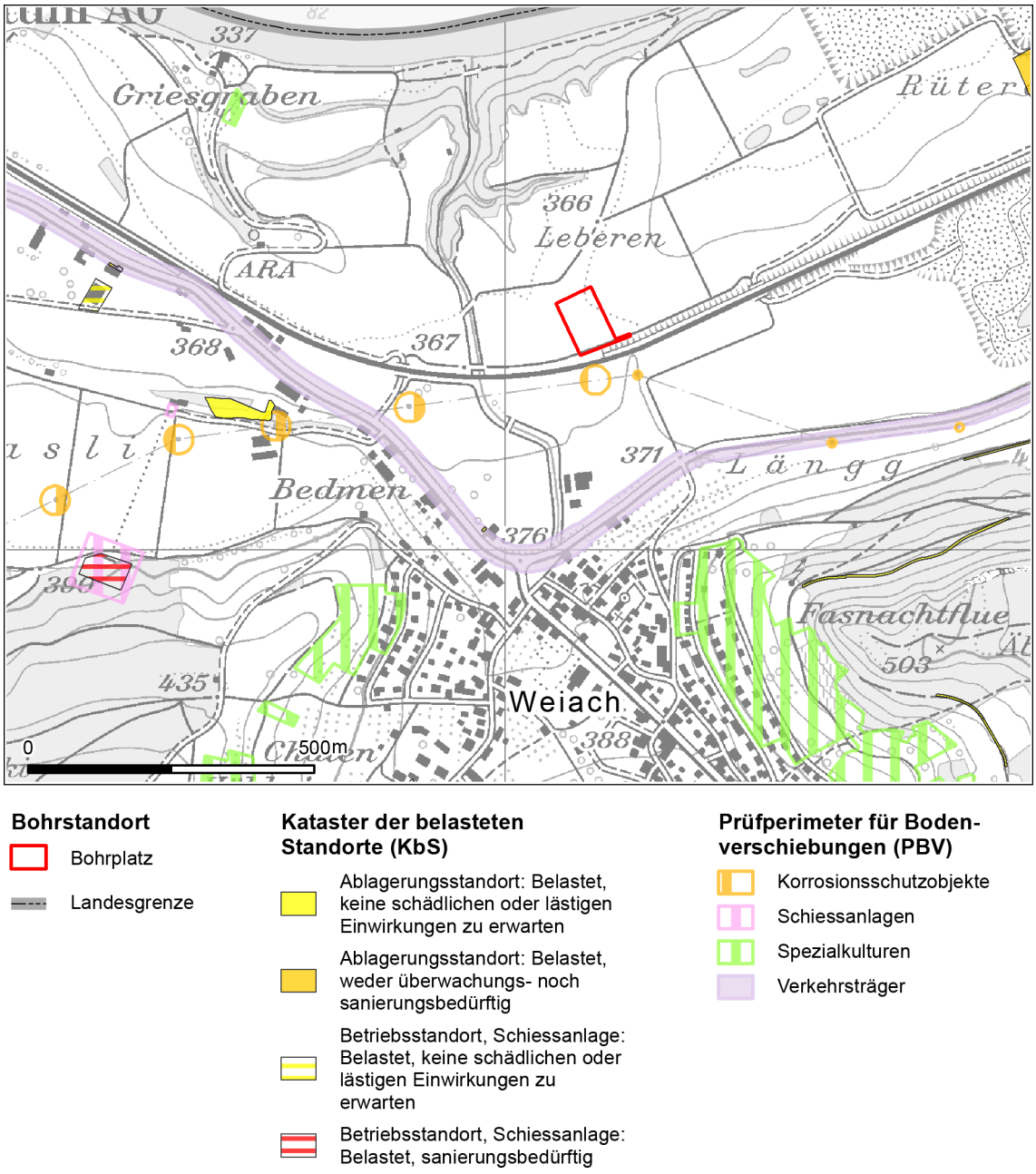


Fig. 6.14: Auszug aus dem Kataster der belasteten Standorte (KbS) und dem Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV) des Kantons Zürich beim Standort der Sondierbohrungen Weiach 3.

6.5.11 Abfälle, umweltgefährdende Stoffe

Auf dem Bohrplatz befinden sich keine Bauten, welche im Rahmen der Bau- und Betriebsphase des Bohrplatzes abgebrochen oder rückgebaut werden müssen. Im Untergrund des geplanten Bohrplatzes befinden sich Drainageleitungen, welche für den Bau des Bohrplatzes rückgebaut und fachgerecht entsorgt werden.

Während der Betriebsphase fällt Bohrschlamm an, welcher gegebenenfalls separat behandelt und entsorgt werden muss. Die Behandlung und Entsorgung von Abwässern (z.B. Bohrspülung) wird in Kap. 5.7 erläutert.

***Massnahmen**:* Die rückgebauten Drainageleitungen sind einer Deponie Typ B (Inertstoffe; vgl. Kap. 5.7.4) zuzuführen. Aushub, welcher für das Erstellen des Bohrkellers anfällt, wird soweit möglich wiederverwertet (Zwischenlager auf Aushubdepot, vgl. Kap. 5.2; Rekultivierung, vgl. Kap. 5.12) resp. wenn nötig auf den in Kap. 5.7.4 beschriebenen Entsorgungswegen entsorgt. Die Bohrspülung wird so lange wie möglich rezirkuliert und der dabei anfallende Bohrschlamm, wie in Kap. 5.7.3 detailliert beschrieben, von der Flüssigphase getrennt und fachgerecht entsorgt.

6.5.12 Umweltgefährdende Organismen

Gemäss der Neophyten-Kartierung des Kantons Zürich (GIS-ZH 2017) sind für den Bohrplatz keine Vorkommen von Neophyten verzeichnet. In einer Entfernung von ca. 140 m zum Bohrplatz, auf der anderen Seite der Eisenbahnlinie und in einer Distanz von über 380 m im Nordosten des Bohrplatzes im Bereich der Biotope und der bestehenden Kiesgrube sind jedoch Standorte von Goldruten (*Solidago*, Arten nicht genauer bestimmt) eingetragen. Aufgrund der grossen Distanz ist ein Goldrutenbefall des Bohrplatzes nicht wahrscheinlich.

Es sind keine Massnahmen vorgesehen.

6.5.13 Wald

Die nächste Waldfläche in der Nähe des Bohrplatzes Weiach 3 befindet sich im Abstand von rund 200 m im Gebiet "Sädel" (vgl. Fig. 6.13). Der Bohrplatz beeinflusst die Waldfläche aufgrund der grossen Distanz nicht.

Entsprechend sind keine Massnahmen zum Schutz des Walds erforderlich.

6.5.14 Flora, Fauna, Lebensräume

Die Fläche des Bohrplatzes der Sondierbohrungen Weiach 3 wird derzeit landwirtschaftlich genutzt. Aufgrund dieser bestehenden Nutzung sind im Bereich des eigentlichen Bohrplatzes wenig relevante Auswirkungen auf Flora und Fauna zu erwarten.

In südöstlicher Richtung grenzt das Amphibienlaichgebiet "Kiesgrube Rüteren ZH 953" (Fig. 6.15) an den Bohrplatz der Sondierbohrungen Weiach 3. Es handelt sich dabei um ein Amphibienlaichgebiet von nationaler und kantonaler Bedeutung. Das gemäss Amphibienlaichgebiet-Verordnung (AlgV) ortsfeste Objekt besteht aus der Kernzone A (Nordwestecke, ca. 15.3 ha) und aus dem Wanderkorridor B (Pufferfläche rundherum, ca. 84.2 ha). In der Kernzone A hat der Naturschutz strikten Vorrang. In der Zone B, welche meistens landwirtschaftlich genutzt wird, muss vor allem die Pufferfunktion zur Zone A erhalten werden. Der Bohrplatz sowie dessen Zufahrt über die interne Erschliessungsstrasse der "Kiesgrube Rüteren" tangiert die Zone B, wobei die Erschliessungsstrasse des Bohrplatzes durch die Zone B führt. Der Bohrplatz selbst befindet sich ausserhalb des Schutzgebiets.

Die Zufahrt führt über eine bereits bestehende Kiesgrubenerschliessung und wird lediglich auf den letzten Metern verbreitert. Die bisher unbefestigte Strasse wird ab der SBB-Unterführung bis zum Bohrplatz hin mit Belag befestigt (vgl. Beilage 5). Während der Amphibienwanderung

im Frühjahr können im Bereich des Bohrplatzes und der Erschliessungsstrasse Amphibien auftreten. Im Osten der Ortschaft Weiach befindet sich ein weiteres Schutzgebiet. Es handelt sich dabei um den Trockenwiesenstandort "Bifig" (Natur- und Landschaftsschutzinventar 1980; vgl. Fig. 6.15), welcher vom Bohrplatz nicht tangiert wird.

Im Norden sowie im Nordwesten des Bohrplatzes in einer Entfernung von mindestens 400 m resp. 850 m befindet sich die zweigeteilte kantonale Naturschutzobjektfläche "Rihalden", welche sich entlang des Rheins und über die Flure "Rüteren" erstreckt. Es ist nicht davon auszugehen, dass das Waldgebiet "Rihalden" von hoher wildtierökologischer Bedeutung ist. Daher sind im Bereich des eigentlichen Bohrplatzes wenig relevante Auswirkungen auf Flora und Fauna zu erwarten.

Ein Jagdrevier bzw. die überregionale Ausbreitungsachse für Wildtiere im Südosten und Südwesten des Betrachtungsraums werden von der Umsetzung des Bohrplatzes nicht tangiert bzw. die Jagd wird nicht eingeschränkt. Diesbezüglich sind keine Massnahmen erforderlich.

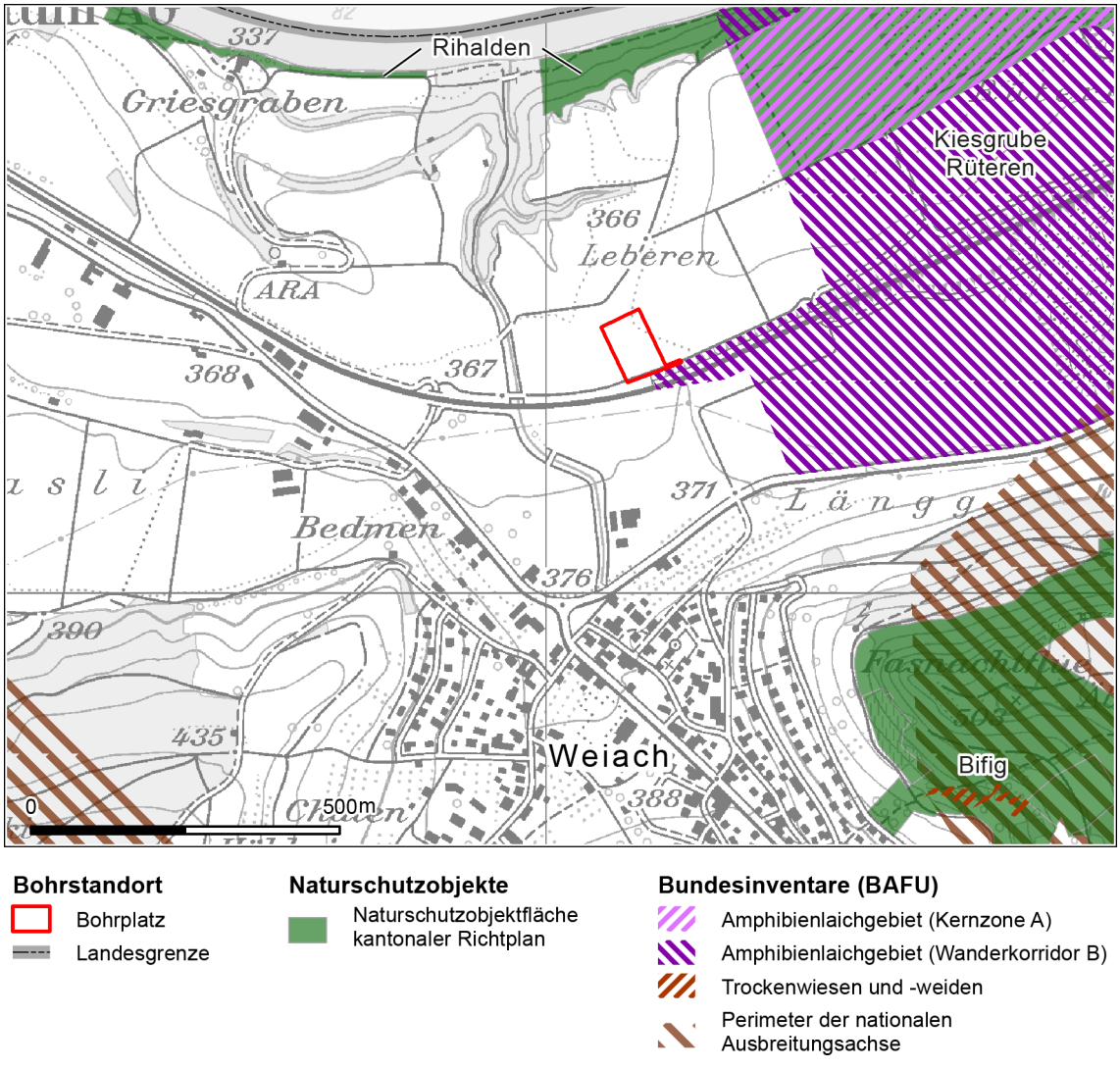


Fig. 6.15: Naturschutzobjekte beim Standort der Sondierbohrungen Weiach 3.

***Massnahmen**:* Vor Baubeginn zieht die Gesuchstellerin einen Experten der Koordinationsstelle Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (KARCH; oder eine entsprechende Nachfolgeorganisation) zu, um allenfalls notwendige temporäre Massnahmen zum Schutz der Amphibien, besonders entlang der Zufahrtsstrasse zu definieren.

6.5.15 Landschaft und Ortsbild

Der Bohrplatz der Sondierbohrungen Weiach 3 liegt den Angaben des kantonalen Richtplans (Kt. Zürich 2015) zufolge ausserhalb von geschützten Landschaften (vgl. Fig. 6.16).

Es sind keine Massnahmen zum Schutz der Landschaft oder des Ortsbilds notwendig.

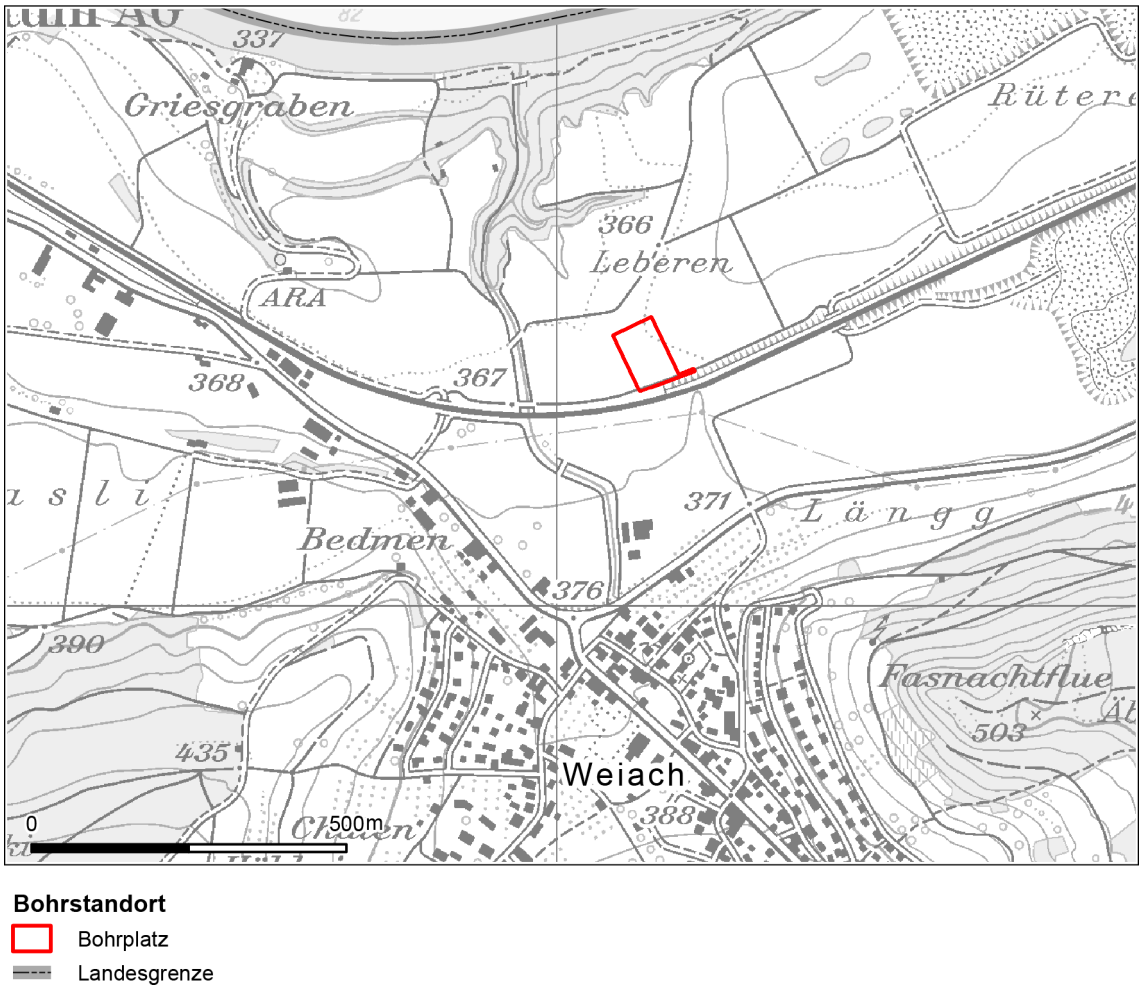


Fig. 6.16: Landschaftsschutzflächen beim Standort für die Sondierbohrungen Weiach 3.

6.5.16 Kulturdenkmäler und archäologische Stätten

Nördlich des Bohrplatzes ist eine archäologische Zone verzeichnet, der Bohrplatz selbst ist davon jedoch nicht betroffen (vgl. Fig. 6.17).

Südlich der Bahnlinie ist im Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS) ein historischer Verlauf eines national bedeutenden historischen Verkehrswegs verzeichnet (Objekt-Nr. ZH 36.2), welcher in Ost-West-Richtung den gesamten Betrachtungsraum quert. Weitere regionale historische Verkehrswege verlaufen durch die Ortschaft Weiach. Aufgrund der grossen Distanz sind während des Baus und des Betriebs des Bohrplatzes keine Auswirkungen auf die genannten historischen Verkehrswege zu erwarten.

Entsprechend sind keine Massnahmen erforderlich.

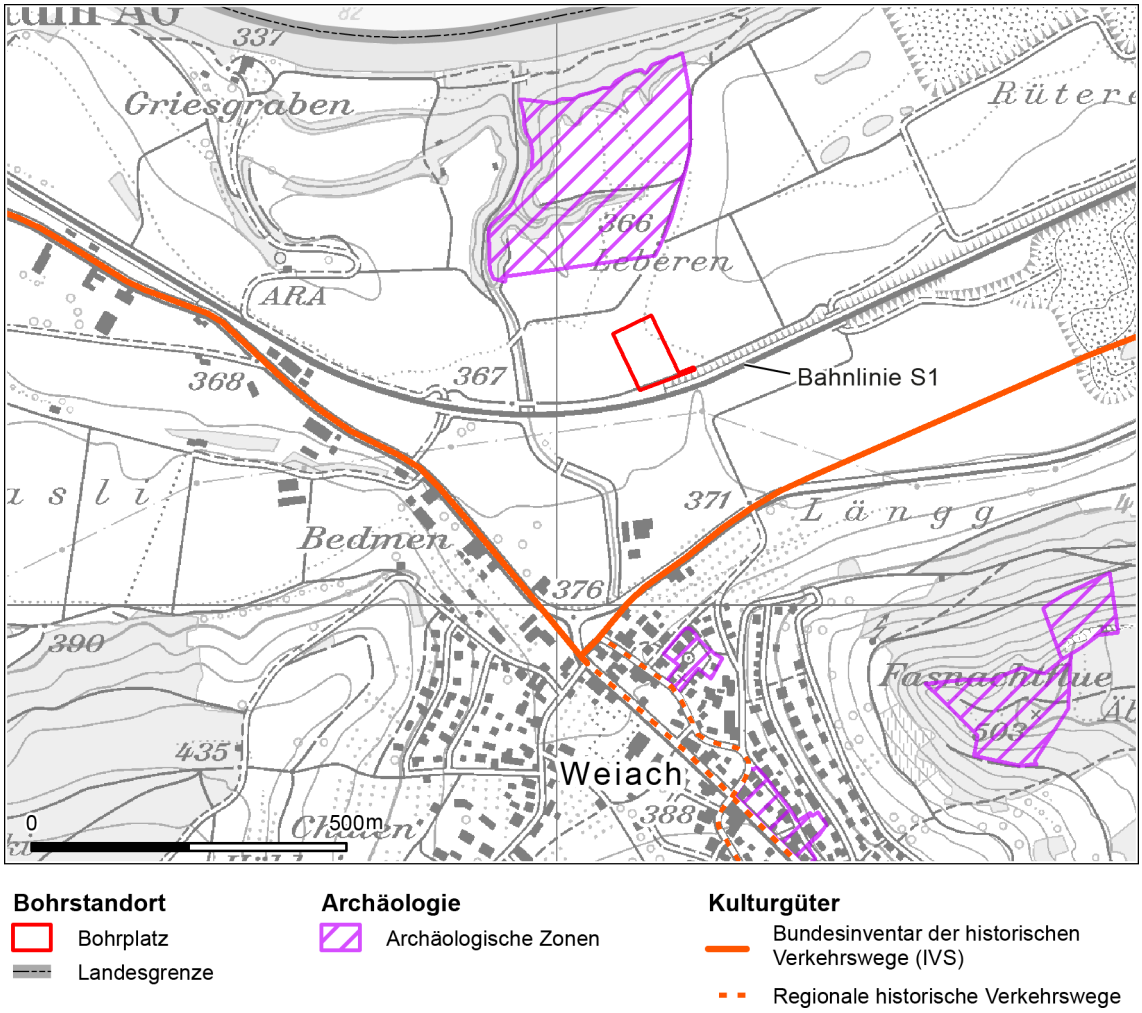


Fig. 6.17: Archäologisch relevante Flächen und Kulturgüter beim Standort der Sondierbohrungen Weiach 3.

6.5.17 Störfallvorsorge / Katastrophenschutz

Die Eisenbahnlinie, die südlich des Bohrplatzes der Sondierbohrungen Weiach 3 verläuft, ist gemäss dem Chemierisikokataster des Kantons Zürichs (vgl. GIS-ZH 2017) als störfallrelevante Infrastruktur verzeichnet, die der Verordnung über den Schutz vor Störfällen (StFV) unterliegt.

Der Bohrplatz befindet sich innerhalb des Konsultationsbereichs Eisenbahnen (Bahnlinie S1, BFS-Nr. 102; vgl. Fig. 6.17) mit einem Sicherheitspuffer um Eisenbahnlinien von 100 m. Gemäss Art. 18*m* Eisenbahngesetz (EBG) unterliegen alle Eingriffe und Arbeiten in der Nähe von Bahnarealen oder Bahnanlagen der Bewilligungspflicht durch die SBB, falls die Flächen Bahngrundstücke beanspruchen oder daran angrenzen. Dies ist beim vorliegenden Bohrplatz nicht der Fall, weil eine Gemeindestrasse (Kat.-Nr. 1163) die Fläche des Bohrplatzes vom Bahngrundstück abtrennt. Zudem befindet sich die Eisenbahnanlage um einige Meter erhöht auf einem Damm.

***Massnahmen**:* Die eigentliche Bohranlage befindet sich in rund 50 m Abstand zum Bahngrundstück und somit in ausreichender Sicherheitsdistanz zur Bahnanlage. Aus Sicherheitsgründen wird der Öltank, welcher zur Betankung der auf dem Bohrplatz verwendeten Fahrzeuge und Maschinen verwendet wird, soweit wie möglich abseits der Eisenbahnlinie platziert. Mit einer Gefährdung der Eisenbahnanlage durch den Bohrplatz ist somit nicht zu rechnen.

6.5.18 Raum- und Nutzungsplanung

Die Raum- und Nutzungsplanung ist kein eigentlicher Umweltbereich im Sinne einer Umweltprüfung, welche die Auswirkungen einer Anlage auf schutzwürdige Objekte beurteilt. Das Thema zukünftiger Nutzungen gemäss der kantonalen Richtplanung soll hier dennoch beschrieben werden, da der Bohrkeller bis zu 100 Jahre an Ort verbleiben kann.

Aktuell wird der Bohrplatz landwirtschaftlich genutzt. Er liegt im Landwirtschaftsgebiet und ist überwiegend als Fruchtfolgefläche mit bedingter Eignung (Futterbau bevorzugt, Ackerbau stark eingeschränkt) ausgeschieden (vgl. Fig. 6.13). Gemäss dem Richtplan des Kantons Zürich ist ein Ausbau der bisher einspurigen S-Bahn-Strecke zwischen Eglisau und Kaiserstuhl geplant (Kt. Zürich 2015). Der Realisierungshorizont wird als "langfristig" bezeichnet und dient insbesondere der Trasseesicherung. Der Bohrkeller, welcher längerfristig am Standort verbleiben kann, befindet sich ausserhalb dieses Perimeters und der Bohrplatz selbst tangiert den Perimeter der Trasseesicherung nur randlich.

Gemäss den Vorgaben des kantonalen Richtplans (Kt. Zürich 2015) sowie der Bau- und Zonenordnung der Gemeinde Weiach (BZO; Gemeinde Weiach 2014) wird der Bohrplatz der Sondierbohrungen Weiach 3 weiterhin dem Landwirtschaftsgebiet zugeordnet und nach Abschluss der Betriebsphase und erfolgter Rekultivierung auch künftig als Fruchtfolgefläche zur Verfügung stehen. Sollte längerfristig ein Trasseeausbau der S-Bahn-Strecke geplant werden, steht der Bohrkeller dem Bauvorhaben nicht entgegen.

7 Mögliche Auswirkungen der Untersuchungen auf die Geologie und Umwelt (nach Art. 58 KEV)

Wie bereits in Kap. 6.1 erwähnt, dienen erdwissenschaftliche Untersuchungen mittels Sondierbohrungen dazu, die Kenntnisse des Untergrunds im Hinblick auf ein geologisches Tiefenlager zu erweitern. Die Bewilligungen für Sondierbohrungen werden gemäss KEG Art. 35 Abs. 2 lit. a durch das UVEK u.a. dann erteilt, wenn die Eignung eines Standorts dadurch nicht beeinträchtigt wird. Hierzu hat der Gesuchsteller gemäss KEV Art. 58 als Teil der Gesuchsunterlagen einen Bericht über mögliche Auswirkungen der Untersuchungen auf Geologie und Umwelt einzureichen. Im Folgenden werden ausgewählte Aspekte zu den Auswirkungen der geplanten Sondierbohrungen auf die Geologie und die Umwelt betrachtet und bewertet.

7.1 Einschlusswirksamer Gebirgsbereich

Sondierbohrungen können relevante Veränderungen der Barrierenwirksamkeit des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs (EG) verursachen und somit die Eignung eines Standorts einschränken. In Nagra (2017b) werden die Auswirkungen der für SGT-E3 geplanten Sondierbohrungen im Standortgebiet NL auf die Barrierenwirksamkeit des EG detailliert untersucht. Dies geschieht anhand von generischen dreidimensionalen Modellrechnungen zur Radionuklidfreisetzung bei einem tiefen Bohrloch in unmittelbarer Nähe eines verschlossenen geologischen Tiefenlagers, welche in Poller et al. (2015) und Nagra (2017a) dokumentiert sind und auf den Dosisberechnungen zu den provisorischen Sicherheitsanalysen in SGT-E2 (Nagra 2014d) basieren.

Für die Bewertung wird ein sogenannter abdeckender Fall herangezogen, welcher alle in der Modellierung als relevant identifizierten Ungewissheiten bezüglich der Wechselwirkungen zwischen einem verschlossenen geologischen Tiefenlager und einem einzelnen tiefen verfüllten Bohrloch konservativ berücksichtigt. Zusätzlich werden die Ergebnisse des abdeckenden Falls für jedes betrachtete Tiefenlagersystem im Standortgebiet auf eine vollständige Lagerkonfiguration mit mehreren tiefen Bohrungen in der unmittelbaren Umgebung des verschlossenen Tiefenlagers übertragen.

Die berechneten Dosismaxima innerhalb des jeweiligen Betrachtungszeitraums für das Wirtgestein Opalinuston sind in Tab. 7.1 aufgeführt. Es zeigt sich, dass die Nutzung des geologischen Standortgebiets NL von den für SGT-E3 geplanten Sondierbohrungen in diesem Gebiet nicht eingeschränkt wird. Das behördlich definierte Schutzkriterium 1[7] von 0.1 mSv/a wird für alle möglichen Lagersysteme im geologischen Standortgebiet mit genügender Sicherheitsmarge eingehalten.

[7] Gemäss Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen ENSI-G03/d: Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis, April 2009 (ENSI 2009).

Tab. 7.1: Maximale Dosis innerhalb des jeweiligen Betrachtungszeitraums für vollständige Lagerkonfigurationen mit mehreren tiefen Bohrungen sowie für verschiedene Abstände zwischen Tiefenlager und tiefen Bohrungen in [mSv/a].

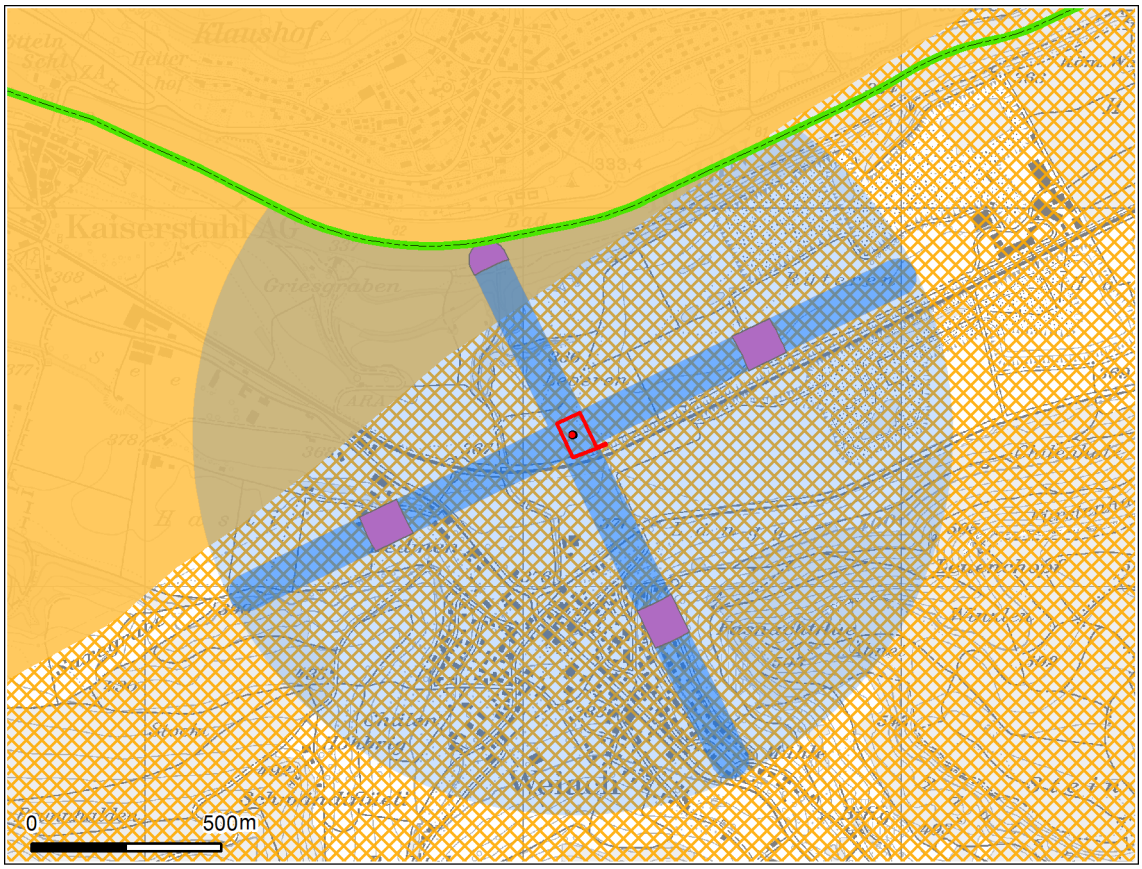
Freisetzungsort	**Abstand zwischen Tiefenlager und tiefen Bohrungen**			
	10 m	**20 m**	**50 m**	**100 m**
SMA-Lager				
Tiefe Bohrungen	2.0×10^{-2}	4.5×10^{-3}	9.0×10^{-4}	6.6×10^{-5}
Intakter EG	3.4×10^{-3}	3.4×10^{-3}	3.4×10^{-3}	3.4×10^{-3}
Gesamt	2.3×10^{-2}	7.9×10^{-3}	4.3×10^{-3}	3.5×10^{-3}
HAA-Lager bzw. Kombilager				
Tiefe Bohrungen	2.0×10^{-2}	4.6×10^{-3}	9.1×10^{-4}	6.9×10^{-5}
Intakter EG	3.7×10^{-3}	3.7×10^{-3}	3.7×10^{-3}	3.7×10^{-3}
Gesamt	2.4×10^{-2}	8.2×10^{-3}	4.6×10^{-3}	3.7×10^{-3}

Als Sicherheitsabstand zwischen sicherheitsrelevanten Anlagenteilen eines verschlossenen geologischen Tiefenlagers und einer tiefen Bohrung wird ein Mindestwert von 50 m festgelegt (exklusive allfällige aufgelockerte Bereiche der Bauwerke des verschlossenen Tiefenlagers und der Sondierbohrungen). Aus Sicht der Langzeitsicherheit bestehen bei Einhaltung dieses Sicherheitsabstands keine Anforderungen:

- bezüglich spezieller Versiegelungsmassnahmen zusätzlich zur geplanten Verfüllung der verbleibenden tiefen Bohrungen
- bezüglich der konkreten Anordnung der Bauwerke unter Tag sowie
- bezüglich der konkreten Abfallplatzierung im jeweiligen Tiefenlager

Für die Modellrechnungen wurde für die Verfüllung der tiefen Bohrung im Basisfall eine hydraulische Durchlässigkeit von 1×10^{-8} m/s angenommen, welche aufgrund einer Evaluation der Eignung von Zementen für die Verfüllung von Bohrungen sicher erreicht werden kann (Cloet & Traber 2015). Im für die Bewertung verwendeten abdeckenden Fall wurde zusätzlich ein pessimistischer Wert von 1×10^{-6} m/s verwendet. Generell basieren die Modellrechnungen und auch die nachfolgende Bewertung auf einer Kombination von zahlreichen pessimistischen und konservativen Annahmen, weshalb die Ergebnisse als sehr robust eingestuft werden. Zudem bestehen Reserven für allfällige weitere Tiefbohrungen in späteren Phasen der Lagerrealisierung sowie in Bezug auf das eingelagerte Inventar.

Da heute noch nicht definitiv festgelegt ist, ob und in welche Richtung letztendlich vom Bohrplatz der Sondierbohrungen Weiach 3 aus gebohrt wird, stellt Fig. 7.1 umhüllend die Lage und Ausdehnung der möglichen Bohrpfade von Schrägbohrungen mit bis zu 45° aus der Vertikalen in die vier vorgesehenen Richtungen NNW, SSE, WSW und ENE gemäss Beilagen 4 und 5 und unter Berücksichtigung des festgelegten Sicherheitsabstands von 50 m (d.h. ein Radius von 50 m um die potenziellen Bohrpfade) dar. Der Bohrplatz Weiach 3 ist für eine Vertikalbohrung sowie Schrägbohrungen Richtung NNW, SSE, WSW und ENE ausgelegt (vgl. Kap. 5.3).



Bohrstandort
- Bohrplatz
- Bohrturm
- Möglicher Einflussbereich
- Sicherheitsabstand um Schrägbohrrichtungen bis Endteufe (Breite: 100 m)
- Teufe auf Niveau Opalinuston (ca. 495 m - 605 m u.T.)

Störungen & Tektonik
- Zu meidende tektonische Zonen
- Regionale Störungszonen

Politische Grenzen
- Landesgrenze CH-D

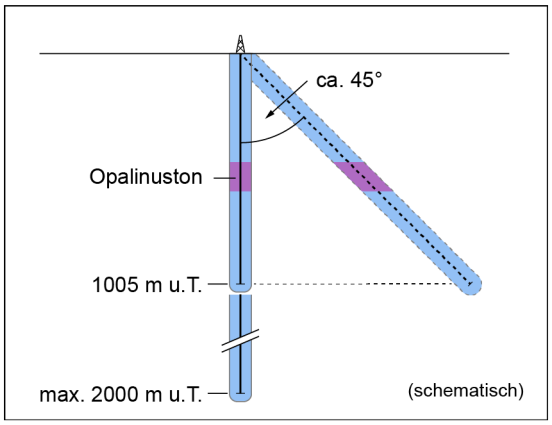


Fig. 7.1: Lage und Ausdehnung der möglichen Bohrpfade der Sondierbohrungen Weiach 3 in Bezug auf die SMA- und HAA-Lagerperimeter mit Sicherheitsabstand von r = 50 m um die potenziellen Bohrpfade.

Basierend auf dem Prognoseprofil (vgl. Beilage 3) sind das Tiefenniveau des Wirtgesteins Opalinuston sowie die vorgesehene Endteufe von ca. 50 m unterhalb der Basis des Mesozoikums (entspricht einer Endteufe von ca. 1'005 m u.T.) angegeben sowie die maximal vorgesehene Bohrteufe von 2'000 m u.T. Keiner der fünf möglichen Bohrpfade reicht in den weiter östlich gelegenen SMA- und HAA-Lagerperimeter hinein. Der Bohrpfad der Schrägbohrung gegen NNW wird wegen der Landesgrenze zu Deutschland verkürzt ausgeführt (vgl. Fig. 7.1). Er erreicht das Wirtgestein auf rund 500 m u.T. nur knapp.

Somit ist die Sicherheit eines späteren geologischen Tiefenlagers für SMA und HAA gewährleistet und es bestehen keine Einschränkungen bezüglich der späteren Platzierung des geologischen Tiefenlagers innerhalb der SMA- und HAA-Lagerperimeter.

7.2 Grundwasser und Aquifere

Relevante Auswirkungen auf das oberflächennahe Grundwasser bzw. die tiefen Aquifere durch Bohrungen sind nicht zu erwarten, wenn die Bohrarbeiten sowie der Ausbau der Bohrungen nach dem aktuellen Stand der Technik ausgeführt werden (vgl. Kap. 3.2). Zu beachten ist, dass sich der Bohrplatz und die Bohrungen innerhalb eines Gebiets mit einer Grundwassermächtigkeit zwischen 2 und 10 m befinden, wobei der Grundwasserspiegel rund 30 m u.T. liegt (vgl. Kap. 6.5.5). Das Grundwasservorkommen wird ca. 450 m nordwestlich des Bohrplatzes zu Trinkwasserzwecken gefördert (vgl. Fig. 6.9 und 6.10).

Im Übrigen können Risiken schon im Vorfeld durch eine auf den konkreten Fall angepasste Bohrplanung weitestgehend minimiert bzw. ausgeschlossen werden. Die Konstruktion des Bohrplatzes (vgl. Kapitel 5) ermöglicht es zudem, die anfallenden Flüssigkeiten aufzufangen, zu kontrollieren, zu behandeln und entsprechend zu entsorgen, sodass auch eine Beeinträchtigung des oberflächennahen Grundwassers ausgeschlossen werden kann.

Durch die Lockergesteine bis zum Fels wird in der Regel mit Frischwasser gebohrt und anschliessend sofort ein entsprechendes Standrohr gesetzt und einzementiert (vgl. Kap. 3.3). Damit wird eine Beeinträchtigung des oberflächennahen Grundwasservorkommens durch die nachfolgenden Bohrarbeiten verhindert. In der Folge werden in den Bohrungen sukzessive weitere Verrohrungen eingebaut und zementiert. Mit diesem Einbau werden die tieferen Aquifere ebenfalls geschützt und schon während des Abteufens der Bohrung wirksam voneinander getrennt, sodass es zu keinen langfristigen hydraulischen Kurzschlüssen kommen kann. Damit wird sichergestellt, dass das hydraulische Potenzial der Aquifere durch die Bohrungen nicht gestört wird und es nicht zu einer Vermischung von unterschiedlich mineralisierten Formationswässern kommt.

Die Qualität der Einbauten und der Zementationen der Verrohrungen wird mittels eines bohrtechnischen Loggings (vgl. Kap. 3.3.2) überprüft. Im Fall einer nicht ausreichenden Abdichtung kann der geforderte Grundwasserschutz durch nachträgliche Sanierungsmassnahmen (z.B. Nachzementationen) erreicht werden. Dies sind Standardmethoden bzw. -verfahren, die jederzeit zur Anwendung kommen können.

Dass die oben beschriebenen Massnahmen in Bezug auf einen umfassenden Grundwasserschutz zielführend sind, hat die Nagra bereits in der Vergangenheit bei zahlreichen Sondierbohrungen (z.B. Nordschweiz, Wellenberg, Sondierbohrung Benken etc.; Nagra 1985, Nagra 1986a – e und Gassler & Macek 1994) den Aufsichtsbehörden aufgezeigt. Entsprechende allfällige Auflagen durch die Aufsichtsbehörden konnten in der Vergangenheit jeweils vollumfänglich erfüllt werden.

7.3 Langzeitbeobachtung

Zur Langzeitbeobachtung der Formationsdruckhöhen in einer Bohrung sowie zur Entnahme von Grundwasserproben werden in der Regel Langzeitbeobachtungssysteme in die verrohrten Bohrungen eingebaut. In bestimmten Bohrlochabschnitten besteht über Perforationen, Zementfenster oder offene Bohrlochstrecken Zugang zu der zu beobachtenden Formation.

Mit Hilfe hydraulischer Packer und/oder Dichtstrecken (z.B. aus Zement oder Compactonit) werden die einzelnen Aquifere hydraulisch innerhalb des Bohrlochs voneinander getrennt. Die Langzeitbeobachtungssysteme lassen sich im Versagensfall aus dem Bohrloch bergen und reparieren bzw. durch ein neues Messsystem ersetzen (Jäggi & Frieg 2010).

Nach Abschluss der Beobachtungsphase, welche Jahre bzw. Jahrzehnte dauern kann, werden die Messsysteme aus den Bohrungen ausgebaut. Danach werden die Bohrungen nach den Vorgaben der Aufsichtsbehörden ordnungsgemäss verfüllt oder versiegelt (vgl. Kap. 7.4).

7.4 Verfüllung / Versiegelung von Sondierbohrungen

Nach Abschluss der Untersuchungen in den Sondierbohrungen (gegebenenfalls erst nach Abschluss der Langzeitbeobachtungen) werden die Sondierbohrungen nach dem Stand der Technik verfüllt oder – falls gefordert – versiegelt. Hierbei kommen – im Sinne von Richtlinien und mangels vergleichbarer schweizerischer Vorgaben – die gemäss dem deutschen Bundesberggesetz (BbergG, BMJV 2013) von verschiedenen Bundesländern erlassenen Tiefbohrverordnungen (BVOT 2006a und b, BVOT 1981, BVT 1981) mit ihren Bestimmungen zur Anwendung, die das Verfüllen von auflässigen Bohrungen bzw. die Sicherung stillliegender Bohrungen zum Schutz der Umwelt regeln.

Die Verfüllung von Bohrungen ist in der Tiefbohrtechnik eine Routineaufgabe und dementsprechend liegen erprobte Verfahren vor, die auch schon bei früheren Nagra-Tiefbohrungen in der Nordschweiz (Frieg et al. 2002a – d) und am Wellenberg (Frieg et al. 2004) mehrfach erfolgreich angewandt wurden und die obengenannten Richtlinien vollumfänglich erfüllen.

Die Rückverfüllung mit sulfatbeständigen Tiefbohrzementen ist ein Standardverfahren, und die erreichten hydraulischen Durchlässigkeiten des ausgehärteten Verfüllmaterials variieren zwischen 10^{-10} und 10^{-14} m/s, sodass die angestrebte hydraulische langzeitstabile Trennung von Aquiferen erreicht wird (Cloet & Traber 2015).

Für den Fall, dass Bohrungen in den einschlusswirksamen Gebirgsbereich, d.h. in den potenziellen Lagerbereich, abgeteuft werden und zu einem späteren Zeitpunkt doch eine Versiegelung dieser Bohrungen gefordert wird, hat die Nagra, teilweise in Zusammenarbeit mit ihren Schwesterorganisationen, bereits in der Vergangenheit entsprechende Konzepte und Vorgehensweisen entwickelt (Brenner & Jedelhauser 1989, Gaus et al. 2012, AMEC 2014), deren Funktionsfähigkeit auch ausgetestet wurde (Pusch et al. 1987, Pusch et al. 1991). Im Rahmen der Standortuntersuchungen am Wellenberg wurde die Sondierbohrung SB4a/s nach einem von der Aufsichtsbehörde (HSK, heute ENSI) geprüften und genehmigten Konzept für Sedimentgesteine erfolgreich versiegelt (Nagra 2002b). Weitere Forschungsarbeiten zum Thema Versiegelung wurden von der Nagra im Felslabor Grimsel durchgeführt, um die Versiegelung von geneigten oder subhorizontalen Bohrungen sicherzustellen (Blümling & Adams 2008).

Im Rahmen des SB-Experiments im Felslabor Mont Terri Projekt wurden in einer senkrechten Bohrung von der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) GmbH (Braunschweig, Deutschland) Sand/Bentonit-Mischungen auf ihre Eignung als Versiegelungsmaterial für geologische Tiefenlager im Wirtgestein Opalinuston getestet (Rothfuchs et al. 2013). Es zeigte sich auch bei einem Mock-up Test im Labor, dass die Materialmischungen mit einem Anteil von 35 bis 50 % Bentonit geeignet sind. Die erreichten Wasserpermeabilitäten nach der vollständigen Aufsättigung des In situ-Tests lagen bei 4.2 bis 5.2×10^{-18} m/s und erfüllten damit die Erwartungen und Anforderungen an ein Versiegelungsmaterial.

Die detaillierten Anforderungen an die Verfüllung bzw. Versiegelung der Bohrungen werden erst definiert, wenn die geowissenschaftlichen Untersuchungen und/oder Langzeitbeobachtungsphasen in den Sondierbohrungen abgeschlossen sind. Zu diesem Zeitpunkt wird auch erst die genaue Auslegung der Verfüllung bzw. Versiegelung festgelegt. Die oben aufgeführten Untersuchungen und Erfahrungen zeigen, dass bereits heute die Konzepte und Techniken vorhanden sind, um die entsprechenden Anforderungen an eine Verfüllung oder Versiegelung von Bohrungen zu erfüllen.

7.5 Induzierte Seismizität

Aufgrund der geplanten Bohr- und Testarbeiten in den Sondierbohrungen und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass es sich um relativ untiefe Bohrungen in den mesozoischen Deckschichten (Sedimente) handelt, wird die Wahrscheinlichkeit für spürbare induzierte Seismizität als gering angesehen. Generell sind Beben erst ab einer Magnitude von ca. 2 bis 2.5 auf der Richterskala vom Menschen spürbar.

In der Vergangenheit konnte bei keiner Nagra-Sondierbohrung oder vergleichbaren Bohrungen in der Schweiz die Auslösung von spürbaren Erschütterungen beobachtet werden. Im Geothermieprojekt Schlattingen, an dem die Nagra mit vergleichbaren Messungen und Untersuchungen beteiligt war, registrierte der Schweizerische Erdbebendienst (SED) keine Beben. Bei der Ausführung von Stimulationsmassnahmen mit Salzsäure in den Schichten des Oberen Muschelkalks der Geothermiebohrung Schlattingen SLA-2 kam es über den kurzen Stimulationszeitraum von wenigen Stunden lediglich zu Mikrobeben mit einer Magnitude von unter 0.5 auf der Richterskala, welche jedoch für den Menschen nicht spürbar sind (Kraft et al. 2016).

Im Rahmen der Bohr- und Testarbeiten der Sondierbohrungen und/oder der anschliessenden Langzeitbeobachtungsphase werden keinerlei Stimulationsmassnahmen (d.h. eine Injektion von grossen Fluidmengen unter hohem Druck) zur Erhöhung der Transmissivität in den verschiedenen Gesteinsformationen durchgeführt. Solche Stimulationsmassnahmen waren in der Vergangenheit bei schweizerischen Geothermieprojekten (Basel, St. Gallen) verantwortlich für induzierte Erdbeben. Lediglich bei der Durchführung der geplanten hydraulischen Tests und/oder bei Spannungsbestimmungen könnten geringe Mengen von Frischwasser bzw. Formationswasser zum Einsatz kommen, welche jedoch mit geringerem Druck in die Formation injiziert werden.

Im Übrigen betreibt der SED gemeinsam mit der Nagra ein Schwachbebenmessnetz im Bereich der Standortgebiete, mit dem allfällige Ereignisse kontinuierlich aufgezeichnet werden (Plenkers 2014) und welches zur Beweissicherung eingesetzt werden kann. Alle aktuell betriebenen Messstationen des SED findet man unter http://www.seismo.ethz.ch/index.

7.6 Auftreten von Gas

Für die Ausführung der Bohr- und Testarbeiten werden die Unternehmer verpflichtet, die Bestimmungen, die sich aus den von den deutschen Bundesländern erlassenen Tiefbohrverordnungen ergeben, zur Anwendung zu bringen (vgl. BVOT 1981, BVOT 2006a und b, BVT 1981)[8]. Dies bedeutet beispielsweise, dass während der gesamten Bohr- und Testphase aus Gründen der Arbeitssicherheit eine kontinuierliche Überwachung für das allfällige Auftreten von Gasen (CH_4/Kohlenwasserstoffe, CO_2, H_2S) aus dem Untergrund stattfindet.

[8] Vergleichbare Regelungen sind in der Schweiz nicht erlassen worden.

Beim Durchbohren von gashaltigen Formationen (z.B. Molasse) können Gase unter Umständen in die Bohrung eintreten. Geringe Gaskonzentrationen sind nicht kritisch, da sie sich beim Austritt an die Oberfläche sofort mit der Umgebungsluft vermischen. In der Regel verhindert das Spülungsgewicht das Eintreten von Fluiden sowie freien und gelösten Gasen in die Bohrung. Sollten doch grössere Gasmengen unkontrolliert auftreten, kann die Bohrung mit den standardmässig installierten Sperrvorrichtungen, z.B. Ringpreventer, Gassperrtool oder einem sogenannten Blow Out Preventer (BOP), gasdicht verschlossen werden, um allfällig auftretende Gefahren abzuwenden. Anschliessend kann über das weitere Vorgehen entschieden werden. Zum Beispiel kann Gas kontrolliert abgeführt oder im Falle von brennbaren Gasen auch abgefackelt werden. Danach können weitere Massnahmen getroffen werden, um das Eintreten von Gas in die Bohrung zu verhindern bzw. zu minimieren und so die sichere Fortführung der Arbeiten zu gewährleisten.

Mit einer Ausführung der Bohrarbeiten nach dem aktuellen Stand der Technik und in Verbindung mit den zur Anwendung kommenden Kontroll- und Sicherheitsmassnahmen sowie den zur Verfügung stehenden bohrtechnischen Mitteln und Möglichkeiten ist das Auftreten von Gas in einer Sondierbohrung jederzeit beherrschbar und stellt keine Gefährdung dar.

8 Antrag

8.1 Bewilligungsvoraussetzungen (nach Art. 35 KEG)

8.1.1 Eignung (gemäss Art. 35 Abs. 2 lit. a KEG)

In Kapitel 2 "Geologischer Bericht" wurden die geologischen und hydrogeologischen Randbedingungen für die Sondierbohrungen dargelegt und der derzeitige Wissensstand zusammenfassend dargestellt.

Die Zielsetzungen für die Standortuntersuchungen und das resultierende Untersuchungsprogramm für Etappe 3 des Sachplanverfahrens wurden in Kapitel 3 aufgeführt. Sie stützen sich auf das für SGT-E3 aufgestellte Explorationskonzept (Nagra 2016a).

Die geplanten Untersuchungen sind grundsätzlich geeignet, die erforderlichen Grundlagen für die spätere Beurteilung der Sicherheit eines geologischen Tiefenlagers zu erbringen, ohne die Eignung des Standorts zu beeinträchtigen (vgl. Kapitel 7).

8.1.2 Entgegenstehende Interessen (Abwägung nach Art. 3 RPV)

Das Bauvorhaben steht gemäss Kapitel 6 nach durchgeführter Standortevaluation (vgl. Kap. 6.2 und 6.3) noch in Konflikt mit folgenden Interessen:

- *Grundwasserschutz:* Die im Gesuch vorgesehenen Massnahmen zum Schutz des Grundwassers, d.h. sowohl des oberflächennahen Aquifers (rund 30 m u.T.) als auch der tieferen Aquifere, sind geeignet, bohrbedingte Gefährdungen wirksam zu verhindern (vgl. Kap. 3.2, 5.7 und 7.2).
- *Landwirtschaftszone und Fruchtfolgeflächen:* Die Landwirtschaftszone und insbesondere Fruchtfolgeflächen sollen von Überbauungen weitgehend freigehalten werden (Art. 16 RPG). Dies schliesst auch Anlagen wie Sondierbohrungen mit ein. Die Interessenabwägung gemäss Art. 3 Abs. 1 lit. a RPV zeigt jedoch, dass im Betrachtungsraum der Sondierbohrungen Weiach 3 keine Bauzonen für Bohrplätze zur Verfügung stehen. Aufgrund der positiven Standortgebundenheit der Sondierbohrungen ist ein Ausweichen mit dem Bohrplatz in eine umliegende Bauzone somit nicht möglich. Weiterhin ist festzuhalten, dass der Bohrplatz temporär betrieben wird und anschliessend bis auf den ebenerdigen Bohrkeller mit Dimensionen von ca. 7.5 m × 5.5 resp. 3.1 m (L × B; vgl. Beilage 9) und dessen Erschliessung rückgebaut und vollständig rekultiviert wird.
- *Lärmschutz:* Aufgrund der bereits heute vorgesehenen baulichen und betrieblichen Massnahmen (vgl. Kap. 5.9 und 6.5.2) wird davon ausgegangen, dass die Planungswerte nach Anhang 6 LSV mit den vorgesehenen Dämmmassnahmen eingehalten werden können. Technische Lärmschutzmassnahmen am Bohrgerät sind zusätzlich möglich, falls die noch durchzuführende Lärmprognose zeigt, dass trotzdem Lärmimmissionen über dem Grenzwert auftreten sollten.
- *Natur:* Der Bohrplatz der Sondierbohrungen Weiach 3 grenzt an das Amphibienlaichgebiet "Kiesgrube Rüteren", einem Amphibienlaichgebiet von nationaler und kantonaler Bedeutung. Während der Amphibienwanderung im Frühjahr könnten im Bereich des Bohrplatzes und besonders entlang der Erschliessungsstrasse Amphibien auftreten. Deshalb ist vorgesehen, bei Bedarf temporäre Massnahmen zum Schutz der Amphibien zu treffen. Nach dem Rückbau des Bohrplatzes bleibt einzig der Bohrkeller mit seiner Erschliessung zurück.

Daraus ergibt sich, dass dem Abteufen von Sondierbohrungen am Bohrplatz Weiach 3 keine höher zu gewichtenden Interessen entgegenstehen und die Arbeiten im vorgesehenen Umfang ausgeführt werden können.

8.2 Befristungen (nach Art. 36 Abs. 2 KEG)

Es wird eine Bewilligung mit einer Geltungsdauer von zehn Jahren ab Rechtskraft beantragt. Die Gewinnung der nötigen Erkenntnisse über den Untergrund im Hinblick auf die Standortentscheide in SGT-E3 bedingt ein systematisches Vorgehen an verschiedenen Orten während längerer Zeit. Dies bedeutet, dass die Zeitdauer, innert der von einer konkreten Bewilligung Gebrauch gemacht werden kann, sich über zehn Jahre erstrecken muss.

Das Bestehen des Bohrplatzes wird auf maximal fünf Jahre veranschlagt. In dieser Zeit sind das Erstellen des Bohrplatzes und das Abteufen von bis zu drei Bohrungen möglich. Entsprechend ist die Befristung der Bewilligung für die Durchführung der Bohrarbeiten ab Baubeginn auf fünf Jahre festzusetzen.

Nach Beendigung der Bohrarbeiten und der Rekultivierung der entsprechenden Flächen werden der Bohrkeller und eine entsprechende Zufahrt sowie eine Energie- und Telekommunikationszuleitung bei Bedarf weiterbestehen (vgl. Beilage 9). Der Bohrkeller dient dem Betrieb einer Langzeitbeobachtungsstation, allenfalls bis zum Verschluss eines allfälligen geologischen Tiefenlagers. Dafür ist die Bewilligung zunächst bis zum rechtskräftigen Entscheid über eine nukleare Baubewilligung maximal auf 45 Jahre zu befristen. Die Betriebsdauer kann auf Gesuch hin bis auf 100 Jahre verlängert werden, sofern sich dies für Langzeitbeobachtungen in Zusammenhang mit einem geologischen Tiefenlager als erforderlich erweist. Danach sind Bohrkeller, Zufahrt sowie Daten- und Stromleitung ebenfalls zu entfernen und die entsprechenden Flächen sind zu rekultivieren.

Falls die veranschlagten Zeiträume aus heute nicht vorhersehbaren Gründen nicht ausreichen, behält sich die Gesuchstellerin vor, rechtzeitig ein Gesuch um Verlängerung der entsprechenden vorgenannten Fristen einzureichen.

8.3 Anträge

Die Gesuchstellerin ersucht um folgende Bewilligungen:

- Der Gesuchstellerin wird die Bewilligung für zehn Jahre ab Rechtskraft (Geltungsdauer Bewilligung) für die Erstellung eines Bohrplatzes gemäss den beiliegenden Plänen und Unterlagen unter den nachgesuchten Auflagen und Bedingungen erteilt.
- Der Gesuchstellerin wird die Bewilligung erteilt, ab Baubeginn den Bohrplatz für die Dauer von fünf Jahren zu betreiben. Die Betriebsdauer kann auf Gesuch hin angemessen verlängert werden, sofern dies für die Gewinnung zusätzlicher Daten erforderlich ist.
- Der Gesuchstellerin wird die Bewilligung erteilt, von dem beantragten Bohrplatz aus bis zu drei Sondierbohrungen (vertikal, schräg oder abgelenkt) bis zu einer Teufe von maximal 2'000 m u.T. abzuteufen und ein entsprechendes geowissenschaftliches Untersuchungsprogramm auszuführen.

- Der Gesuchstellerin wird die Bewilligung für die Erstellung und den Betrieb eines Bohrkellers mit entsprechender Zufahrt gemäss den beiliegenden Plänen erteilt. Diese Bewilligung wird auf die Dauer von 45 Jahren nach Beendigung des Bohrbetriebs erteilt. Die Bewilligung kann auf Gesuch hin bis auf 100 Jahre verlängert werden, sofern sich dies für Langzeitbeobachtungen in Zusammenhang mit einem geologischen Tiefenlager als erforderlich erweist.
- Der Gesuchstellerin wird die Bewilligung erteilt, einen Anschluss an das Mittelspannungsnetz (16 kV) westlich des Bohrplatzes zu erstellen sowie die entsprechende Zuleitung zum Bohrplatz zu verlegen und eine temporäre Trafostation auf dem Bohrplatz zu betreiben.
- Das für das letzte Teilstück der Zufahrt zum Bohrplatz Weiach 3 geltende Fahrverbot wird für die Gesuchstellerin und deren Auftragnehmende temporär ausgesetzt.

Eine Informationstafel mit den Gesuchsinformationen und dem Situationsplan wird auf Parzelle Kat.-Nr. 548 vor der öffentlichen Auflage der Sondiergesuche aufgestellt.

9 Literaturverzeichnis

AG Sika & KES (2016): Sachplan Geologische Tiefenlager (SGT) Etappe 2. Fachbericht vom 11. Januar 2016 zum 2×2-Vorschlag der Nagra. Arbeitsgruppe Sicherheit Kantone (AG SiKa) und Kantonale Expertengruppe Sicherheit (KES), Zürich. *Bezug:* AWEL, Abteilung Energie, Stampfenbachstr. 12, 8090 Zürich, www.radioaktiveabfaelle.zh.ch (Ausschuss der Kantone).

Albert, W. & Bläsi, H.R. (2001): Stratigraphie Nordostschweiz. Unpubl. Nagra Interner Ber.

Albert, W., Bläsi, H.R., Hertrich, M. & Weber, H.P. (2012): Erdwärmesondenbohrungen Löhningen (SH), Osterfingen (SH), Hemmental (SH), Beringen (SH), Schönenwerd (SO), Wölflinswil (AG): Geologische Aufnahme und bohrlochgeophysikalische Messungen (Rohdaten). Nagra Arbeitsber. NAB 12-24.

AMEC (2014): Sealing deep site investigation boreholes – Phase 1 Report. Bericht zu Handen des Radioactive Waste Management Directorate (RWMD) der Nuclear Decommissioning Authority (NDA). Ref: RWMD/03/042. NDA, Oxford, UK.

AWEL (2017): Gewässerraum – das Wichtigste in Kürze. Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Abteilung Wasserbau. AWEL, Zürich, Februar 2017.

BAFU (2001): Bodenschutz beim Bauen. Leitfaden Umwelt Nummer 10. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, BAFU, Bern.

BAFU (2004): Wegleitung Grundwasserschutz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, BAFU, Bern.

BAFU (2005): Elektrosmog in der Umwelt. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, BAFU, Bern.

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, Bern, Stand 2011.

BAFU (2016): Luftreinhaltung auf Baustellen. Richtlinie über betriebliche und technische Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoff-Emissionen von Baustellen (Baurichtlinie Luft). Ergänzte Ausgabe, Bern, Februar 2016. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, BAFU, Bern.

Beauheim, R. (2013): Hydraulic conductivity and head distributions in the host rock formations of the proposed siting regions. Nagra Arbeitsber. NAB 13-13.

BG (2015): Plangenehmigung Transformatorenstation Weid in Busswil. Urteil (des Bundesgerichts) 1C_604/2014 vom 12.05.2015. I. öffentlich-rechtliche Abteilung, Raumplanung und öffentliches Baurecht.

Bläsi, H.R., Deplazes, G., Schnellmann, M. & Traber, D. (2013): Sedimentologie und Stratigraphie des 'Braunen Doggers' und seiner westlichen Äquivalente. Nagra Arbeitsber. NAB 12-51.

Bläsi, H.R., Weber, H.P. & Hertrich, M. (2014): Ergänzende Untersuchungen in EWS-Bohrungen: Effingen, Gansingen-Galten, Herznach, Tegerfelden-1, Tegerfelden-2, Wölflinswil-1, Wölflinswil-2 (AG) und Hemmental-2 (SH): Stratigraphie und Bohrlochgeophysik – Rohdatenbericht. Nagra Arbeitsber. NAB 14-12.

Blümling, P. & Adams, J. (2008): Grimsel Test Site Investigation Phase IV – Borehole Sealing. Nagra Tech. Ber. NTB 07-01.

BMJV (2013): Bundesberggesetz (BbergG). Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. Gesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), Stand 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154). BMJV, Berlin, D.

Brenner, R.P. & Jedelhauser, P. (1989): Bohrlochversiegelung: Konzept und Machbarkeitsnachweis. Nagra Tech. Ber. NTB 89-26.

Buechi, M.W.E. (2016): Overdeepened glacial basins as archives for the Quaternary landscape evolution of the Alps. Philosophisch-naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Bern.

Büchi, U.P. (1959): Bohrung Eglisau Nr. 2 – Ergebnisse der technischen Tests. Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol. u. Ing. Vol. 26, Nr. 70, S. 15-16.

BVOT (1981): Landesverordnung – Bergverordnung über Tiefbohrungen, Tiefspeicher und die Gewinnung von Bodenschätzen durch Bohrungen im Lande Schleswig-Holstein (Tiefbohrverordnung – BVOT). 15. Oktober 1981, GVOBl Schl.-H. S. 264, Clausthal-Zellerfeld, D.

BVOT (2006a): Bergverordnung für Tiefbohrungen, Untergrundspeicher und für die Gewinnung von Bodenschätzen durch Bohrungen im Land Nordrhein-Westfalen (Tiefbohrverordnung – BVOT). Rundverfügung der Abteilung Bergbau und Energie in NRW der Bezirksregierung Arnsberg, 30. November 2006, Arnsberg, D.

BVOT (2006b): Bergverordnung für Tiefbohrungen, Untergrundspeicher und für die Gewinnung von Bodenschätzen durch Bohrungen im Land Niedersachsen (Tiefbohrverordnung – BVOT). Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, 20. September 2006, Clausthal-Zellerfeld, D.

BVT (1981): Bergverordnung für Tiefbohrungen und für die Gewinnung von Bodenschätzen durch Bohrungen (Tiefbohrverordnung – BVT). Hessisches Oberbergamt, 3. August 1981, StAnz. S. 1696, StAnz. 1983 S. 1282, Wiesbaden, D.

Cadisch, J. (1959): Geologische Ergebnisse der Mineralquellenbohrung Eglisau 3. Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol. u. Ing. 26/70, 5-8.

Cloet, V. & Traber, D. (2015): Evaluation of suitability of cement backfill for deep boreholes. Nagra Arbeitsber. NAB 15-50.

Deplazes, G., Bläsi, H.R., Schnellmann, M. & Traber, D. (2013): Sedimentologie und Stratigraphie der Effinger Schichten. Nagra Arbeitsber. NAB 13-16.

Drozdzewski, G. (1979): Grundmuster der Falten und Bruchstrukturen im Ruhrkarbon. Z. dtsch. geol. Ges. 130/1, 51-67.

ENSI (2009): Spezifische Auslegungsgrundsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis. Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen ENSI-G03/d, Ausgabe April 2009. Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI, Brugg.

ENSI (2017): Sicherheitstechnisches Gutachten des ENSI zum Vorschlag der in Etappe 3 SGT weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete. Sachplan geologische Tiefenlager, Etappe 2. ENSI 33/540, April 2017. Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI, Brugg.

Frieg, B., Gassler, W. & Jäggi, K. (2002a): KRI – Tiefbohrung Leuggern: Verfüllungsbericht. Unpubl. Nagra Interner Ber.

Frieg, B., Gassler, W. & Jäggi, K. (2002b): KRI – Tiefbohrung: Verfüllungsbericht. Unpubl. Nagra Interner Ber.

Frieg, B., Gassler, W., Jäggi, K. & Albert, W. (2002c): KRI – Tiefbohrung Böttstein: Verfüllungsbericht. Unpubl. Nagra Interner Ber.

Frieg, B., Gassler, W., Jäggi, K. & Albert, W. (2002d): KRI – Tiefbohrung Weiach: Verfüllungsbericht. Unpubl. Nagra Interner Ber.

Frieg, B., Gassler, W. & Jäggi, K. (2004): Sondierstandort Wellenberg: Verfüllungsbericht der Sondier- und Piezometerbohrungen. Unpubl. Nagra Interner Ber.

Frieg, B., Pingel, R. & Gassler, W. (2008): Tiefe Erdsondenbohrung NOK Unterwerk Oftringen – Bohrtechnik. Nagra Arbeitsber. NAB 08-21.

Gassler, W. & Karsch, H. (1996): Sondierbohrungen Wellenberg SB1, SB2, SB3, SB4, SB4a/v, SB4a/s und SB6 – Bau- und Umweltaspekte, Bohrtechnik. Nagra Tech. Ber. NTB 94-09.

Gassler, W. & Macek, A. (1994): Sondierbohrung Siblingen – Bau- und Umweltaspekte, Bohrtechnik. Nagra Tech. Ber. NTB 90-38.

Gaus, I., Vomvoris, S., Rueedi, J., Frieg, B. & Sakaki, T. (2012): Long term stability of potential system components for sealing deep investigation boreholes – Experiences and approaches at Nagra. Nagra Project Report. Commercial-in-confidence.

Gemeinde Weiach (1994): Zonenplan der Gemeinde Weiach. Genehmigt mit Regierungsratsbeschluss Nr. 2470 vom 17.08.1994.

Gemeinde Weiach (2014): Revision der Bau- und Zonenordnung [BZO]. Gemeinde Weiach vom 25.03.2014.

GIS-ZH (2017): Geographisches Informationssystem des Kantons Zürich. http://maps.zh.ch/ Stand 2017.

Gmünder, C., Malaguerra, F., Nusch, S. & Traber, D. (2014): Regional Hydrogeological Model of Northern Switzerland. Nagra Arbeitsber. NAB 13-23.

Graf, H.R. (1993): Die Deckenschotter der zentralen Nordschweiz. Diss. ETH Zürich.

Graf, H.R. (2009): Stratigraphie von Mittel- und Spätpleistozän in der Nordschweiz. Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 168, 198 S.

Graf, H.R., Bitterli-Dreher, P., Burger, H., Bitterli, T., Diebold, P. & Naef, (2006): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt 1070 Baden, mit Erläuterungen. Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern (Bern).

Green, A.G., Merz, K., Marti, U. & Spillmann, T. (2013): Gravity data in Northern Switzerland and Southern Germany. Nagra Arbeitsber. NAB 13-40.

GVM-ZH (2014): Gesamtverkehrsmodell des Kantons Zürich. http://www.geolion.zh.ch/geodatenservice/show?nbid=1027

Häusler, S. & Salm, Ch. (2001): Leitfaden Nummer 10 – Bodenschutz beim Bauen. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern.

Interreg II (2001): Erkundung der Grundwasserleiter und Böden im Hochrheintal zwischen Schaffhausen und Basel. Abschlussbericht zum INTERREG II-Projekt. Landratsamt Waldshut.

ISO DIN 4150-2 (1999): Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden.

Jäckli, H. & Kempf, Th. (1972): Hydrogeologische Karte der Schweiz 1:100'000, Blatt 1, Bözberg Beromünster – Erläuterungen. Schweizerische Geotechnische Komm., Zürich.

Jäggi, K. & Frieg, B. (2010): OPA: Sondierbohrung Benken: Langzeitbeobachtung 2009, Dokumentation der Messdaten. Nagra Arbeitsber. NAB 10-28.

Jordan, P., Malz, A., Heuberger, S., Pietsch, J., Kley, J. & Madritsch, H. (2015): Regionale geologische Profile durch die Nordschweiz und 2D-Bilanzierung der Fernschubdeformation im östlichen Faltenjura: Arbeitsbericht zu SGT Etappe 2. Nagra Arbeitsber. NAB 14-105.

Kempf, Th., Freimoser, M., Haldimann, P., Longo, V., Müller, E., Schindler, C., Styger, G. & Wyssling, L. (1986): Die Grundwasservorkommen im Kanton Zürich. Beitr. zur Geol. der Schweiz, Geotechn. Serie, Lfg. 69.

Klemenz, W., Blaser, P. & Küpfer, T. (2000): Hydrogeologie des Gebietes Lägern – Zürcher Weinland. Unpubl. Nagra Interner Ber.

Kraft, T., Herrmann, M. & Diehl, T. (2016): Analyse der Mikrobebenaktivität im Rahmen des Geothermieprojektes Schlattingen. Nagra Project Report. Commercial-in-confidence.

Kt. Zürich (2015): Richtplan des Kantons Zürich (Stand 29. April 2015).

Leu, W. (2012): Swiss oil/gas exploration history and lessons learnt. Swiss Bull. Angew. Geol. 17/1, 49-59

Leu, W. (2014): Potenzial der Kohlenwasserstoff-Ressourcen in der Nordschweiz. Nagra Arbeitsber. NAB 14-70.

Macek, A. & Gassler, W. (2001): Sondierbohrung Benken – Bohrtechnik, Bau- und Umweltaspekte. Nagra Tech. Ber. NTB 99-12.

Madritsch, H. & Hammer, P. (2012): Characterisation of Cenozoic brittle deformation of potential geological siting regions for radioactive waste repositories in Northern Switzerland based on structural geological analysis of field outcrops. Nagra Arbeitsber. NAB 12-41.

Madritsch, H., Meier, B., Kuhn, P., Roth, Ph., Zingg, O., Heuberger, S., Naef, H. & Birkhäuser, Ph. (2013): Regionale strukturgeologische Zeitinterpretation der Nagra 2D-Seimik 2011/12. Nagra Arbeitsber. NAB 13-10.

Malz, A., Madritsch, H., Meier, B. & Kley, J. (2016): An unusual triangel zone in the external northern Alpine foreland (Switzerland): Structural inheritence, kinematics and implications for the development of the adjacent Jura fold-and-thrust belt. Tectonophysics 670, 127-143.

Matousek, F., Wanner, M., Baumann, A., Graf, H.R., Nüesch, R. & Bitterli, T. (2000): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt 1050 Zurzach, mit Erläuterungen. Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern (Bern).

Matter, A., Peters, T., Isenschmid, C., Bläsi, H.R. & Ziegler, H.-J. (1987): Sondierbohrung Riniken – Geologie. Nagra Tech. Ber. NTB 86-02.

Matter, A., Peters, T., Bläsi, H.-R., Meyer, J., Ischi, H. & Meyer, C. (1988): Sondierbohrung Weiach – Geologie. Nagra Tech. Ber. NTB 86-01.

Meier, B. & Deplazes, G. (2014): Reflexionsseismische Analyse des 'Braunen Doggers'. Nagra Arbeitsber. NAB 14-58.

Meier, B., Kuhn, P., Muff, S., Roth, Ph. & Madritsch, H. (2014): Tiefenkonvertierung der regionalen Strukturinterpretation der Nagra 2D-Seismik 2011/12. Nagra Arbeitsber. NAB 14-34.

Naef, H. & Deplazes, G. (2016): Stratigraphische Korrelation der Standortgebiete in der Nordschweiz: Grundlagen zu den Profildarstellungen im NTB 14-02, Dossier II: Sedimentologische und tektonische Verhältnisse. Nagra Arbeitsber. NAB 15-44.

Naef, H. & Madritsch, H. (2014): Tektonische Karte des Nordschweizer Permokarbontrogs: Aktualisierung basierend auf 2D-Seismik und Schweredaten. Nagra Arbeitsber. NAB 14-17.

Nagra (1985): Sondierbohrung Böttstein – Bau- und Umweltaspekte, Bohrtechnik. Nagra Tech. Ber. NTB 85-12.

Nagra (1986a): Sondierbohrung Weiach – Bau- und Umweltaspekte, Bohrtechnik. Nagra Tech. Ber. NTB 86-06.

Nagra (1986b): Sondierbohrung Riniken – Bau- und Umweltaspekte, Bohrtechnik. Nagra Tech. Ber. NTB 86-07.

Nagra (1986c): Sondierbohrung Schafisheim – Bau- und Umweltaspekte, Bohrtechnik. Nagra Tech. Ber. NTB 86-08.

Nagra (1986d): Sondierbohrung Kaisten – Bau- und Umweltaspekte, Bohrtechnik. Nagra Tech. Ber. NTB 86-09.

Nagra (1986e): Sondierbohrung Leuggern – Bau- und Umweltaspekte, Bohrtechnik. Nagra Tech. Ber. NTB 86-10.

Nagra (1989): Sondierbohrung Weiach – Untersuchungsbericht. Nagra Tech. Ber. NTB 88-08.

Nagra (2001): Sondierbohrung Benken – Untersuchungsbericht. Nagra Tech. Ber. NTB 00-01.

Nagra (2002a): Projekt Opalinuston: Synthese der geowissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse – Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive sowie langlebige mittelaktive Abfälle. Nagra Tech. Ber. NTB 02-03.

Nagra (2002b): SMA/WLB Bohrlochversiegelung/-verfüllung SB4a/schräg. Nagra Tech. Ber. NTB 02-24.

Nagra (2008): Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager – Geologische Grundlagen. Nagra Tech. Ber. NTB 08-04.

Nagra (2014a): 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. Nagra Tech. Ber. NTB 14-01.

Nagra (2014b): SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlage – Geologische Grundlagen. Dossiers I bis VII. Nagra Tech. Ber. NTB 14-02.

Nagra (2014c): Konzepte der Standortuntersuchungen für SGT Etappe 3. Nagra Arbeitsber. NAB 14-83.

Nagra (2014d): SGT Etappe 2: Vorschlag weiter zu untersuchender geologischer Standortgebiete mit zugehörigen Standortarealen für die Oberflächenanlage. Charakteristische Dosisintervalle und Unterlagen zur Bewertung der Barrierensysteme. Nagra Tech. Ber. NTB 14-03.

Nagra (2016a): Konzepte der Standortuntersuchungen für SGT Etappe 3 – Nördlich Lägern. Nagra Arbeitsber. NAB 16-28.

Nagra (2016b): ENSI-Nachforderung zum Indikator "Tiefenlage im Hinblick auf bautechnische Machbarkeit" in SGT Etappe 2 – Zusammenfassende Darstellung der Zusatzdokumentation (Hauptbericht). Nagra Arbeitsber. NAB 16-41.

Nagra (2017a): Elektronischer Daten- und Resultateordner (EDR) für Modellrechnungen zur Radionuklidfreisetzung bei einem tiefen Bohrloch in unmittelbarer Nähe eines geologischen Tiefenlagers. Nagra Arbeitsber. NAB 15-38_Rev.1.

Nagra (2017b): Evaluation der Auswirkungen der für Etappe 3 geplanten Sondierbohrungen im Standortgebiet Nördlich Lägern auf die sicherheitstechnische Eignung dieses Standortgebiets. Nagra Arbeitsber. NAB 17-04.

Natur- und Landschaftsschutzinventar (1980): Inventar der überkommunal bedeutenden Natur- und Landschaftsschutzobjekte des Kantons Zürich 1980 (Inventar80).

Nusch, S., Gmünder, C. & Traber, D. (2013): Hydrogeologisches Regionalmodell – Datenkompilation Hydrodaten. Nagra Arbeitsber. NAB 13-43.

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

Plenkers, K. (2014): Das neue Schwachbebennetz in der Nordschweiz: Standortsuche, Standortauswahl, realisierte Stationen. Nagra Arbeitsber. NAB 14-56.

Poller, A., Mayer, G. & Hayek, M. (2015): Modellrechnungen zur Radionuklidfreisetzung bei einem tiefen Bohrloch in unmittelbarer Nähe eines geologischen Tiefenlagers. Nagra Arbeitsber. NAB 15-13.

Pusch, R., Börgesson, L. & Ramqvist, G. (1987): Final report of the borehole, shaft and tunnel sealing test – Volume 1: Borehole plugging. Nagra Tech. Ber. NTB 87-25.

Pusch, R., Karnland, O., Hökmark, H., Sanden, T. & Börgesson, L. (1991): Final report of the Rock Sealing Project – Sealing properties and longevity of smectitic clay grouts. SKB Technical Report, Stripa Project, 91-30, December 1991. SKB Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm.

Rothfuchs, T., Czaikowski, O., Hartwig, L., Hellwald, K., Komischke, M., Miehe, R. & Zhang, C.-L. (2013): SB Experiment – Self-Sealing Barriers of Sand/Bentonite Mixtures in a Clay Repository. Mt. Terri Technical Report 2009-03. Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bern.

Rybarczyk, G. (2012): Abschlussbericht des Reprozessings der regionalen seismischen Profildaten in der Nordschweiz. Unpubl. Nagra Interner Ber.

Rybarczyk, G. (2013): Seismische Datenverarbeitung der Nagra 2D-Seismik 2011/12 in Zeit. Nagra Arbeitsber. NAB 13-09.

Rybarczyk, G. (2014): Seismische Datenbearbeitung der Nagra 2D-Seismik 2011/12 in Tiefe. Nagra Arbeitsber. NAB 13-80.

Sans, M., Muñoz, J.A. & Vergés, J. (1996): Triangle zone and thrust wedge geometries related to evaporitic horizons (southern Pyrenees). Bulletin of Canadian Petroleum Geology 44/2, 375-384.

SIA (1993): SN 509 430 Entsorgung von Bauabfällen. Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich.

SIA (1997): SN 509 431 Entwässerung von Baustellen. Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich.

SIA (2000): SN 533 190 Kanalisationen. Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich.

SIA (2013): SN 586 491 Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum. Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich.

Sperber, A. & Frieg, B. (2015): Geothermiebohrung Schlattingen SLA-1 – Bohrtechnik. Nagra Project Report. Commercial-in-confidence.

SUVA (2011): Richtlinien für den Einsatz von Kranen und Baumaschinen im Bereich elektrischer Freileitungen. Form 1863.d: Ausgabe 12.1972.

VÖV (2012): Sicherheit bei Arbeiten im Bereich von Bahnstromanlagen der SBB – Reglement RTE 20600 (Version ab 1. Juli 2012). Verband Öffentlicher Verkehr VÖV, Bern.

VSA (2002): Richtlinie Dichtheitsprüfungen an Abwasseranlagen. Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA, Glattbrugg.

VSS (1999): Erdbau, Boden: Erfassung des Ausgangszustandes, Triage des Bodenaushubs. Schweizer Norm SN 640 582. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, Zürich.

VSS (2000): Erdbau, Boden: Eingriff in den Boden, Zwischenlagerung, Schutzmassnahmen, Wiederherstellung und Abnahme. Schweizer Norm SN 640 583. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, Zürich.

Waber, H.N., Heidinger, M., Lorenz, G. & Traber, D. (2014): Hydrochemie und Isotopenhydrogeologie von Tiefengrundwässern in der Nordschweiz und im angrenzenden Süddeutschland. Nagra Arbeitsber. NAB 13-63.

Wersin, P., Mazurek, M., Waber, H.N., Mäder, U.K., Gimmi, T., Rufer, D. & De Haller, A. (2013): Rock and porewater characterisation on drillcores from the Schlattingen borehole. Nagra Arbeitsber. NAB 12-54.

Anhang A: Liste der verwendeten GIS-Daten Weiach 3

(Stand der Daten 31.01.2017)

Dateiname	Beschreibung	Zeit-stand	Datenlieferant
bln2010.shp	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN)	2010	BAFU
smaragd.shp	Bundesinventar der Smaragd-gebiete von nationaler Bedeutung	2010	BAFU
ra.shp	Bundesinventar der Ramsar-gebiete von nationaler Bedeutung	2010	BAFU
wv.shp	Bundesinventar der Wasser- und Zugvogelreservate von nationaler Bedeutung	2010	BAFU
tww.shp / TWW_A2.shp	Bundesinventar der Trockenwie-sen und -weiden von nationaler Bedeutung	2010	BAFU
ml.shp	Bundesinventar der Moorland-schaften von nationaler Bedeutung	2010	BAFU
jb.shp	Bundesinventar der Jagdbann-gebiete von nationaler Bedeutung	2010	BAFU
hm.shp	Bundesinventar der Hochmoore von nationaler Bedeutung	2010	BAFU
fm.shp	Bundesinventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung	2010	BAFU
au.shp	Bundesinventar der Auen von nationaler Bedeutung	2010	BAFU
am_l.shp	Bundesinventar der Amphibien-laichgebiete von nationaler Bedeu-tung	2010	BAFU
ko_überreg.shp	Wildtierkorridor von überregio-naler Bedeutung	2013	BAFU
Bauzonen_NAGRA.shp	Bauzonen Schweiz	2012	Bundesamt für Raumentwicklung ARE
ivs_linienobjekte.shp	Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz	2010	Bundesamt für Strassen (ASTRA), Bereich Langsam-verkehr
2016-02-22-Va-ISOS_ Ortsbildattribute_Release_7.shp	Bundesinventar der schützens-werten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung	2016	Bundesamt für Kultur
ghk_hmur_zh.shp	Gefahrenhinweiskarte – Hang-muren	2013	Kanton Zürich

Dateiname	Beschreibung	Zeit-stand	Datenlieferant
ghk_spon_zh.shp	Gefahrenhinweiskarte – Spontan-rutschungen	2013	Kanton Zürich
ghk_mura_zh.shp	Gefahrenhinweiskarte – Murab-lagerungen	2013	Kanton Zürich
ghk_murg_zh.shp	Gefahrenhinweiskarte – Murgang-prozesse in Gerinnen	2013	Kanton Zürich
ghk_stur_zh.shp	Gefahrenhinweiskarte – Sturzpro-zesse Stein- und Blockschlag	2013	Kanton Zürich
WB_SYN_GK_F.shp	Synoptische Gefahrenkarte Hochwasser	2017	Kanton Zürich
WB_SYN_PERIMETER_F.shp	Perimeter Gefahrenkarte	2017	Kanton Zürich
GISZHPUB_FJ_WTK_ACHSEN _NATIONAL_F.shp	Nationale Ausbreitungsachsen	2012	Kanton Zürich
GISZHPUB_FJ_WTK_ PERIMETER_F.shp	Wildtierkorridore – Perimeter	2012	Kanton Zürich
INV80_LGEOMORPH_F.shp	Geomorphologisch bedeutende Objekte	2012	Kanton Zürich
GRUNDWASSERFASSUNGEN _P.shp	Grundwasserfassungen	2015	Kanton Zürich
GISZHPUB_GS_GEWSCHUTZ BEREICH_AU_F.shp	Gewässerschutzbereich A_u	2017	Kanton Zürich
WB_GEWAESSERAUS PRAEGUNG_L_M.shp	Öffentliche Oberflächengewässer	2017	Kanton Zürich
GISZHPUB_GS_SCHUTZZONE _TEILFLAECHEN_F.shp	Grundwasserschutzzonen	2016	Kanton Zürich
GISZHPUB_GS_ SCHUTZAREALE_F.shp	Grundwasserschutzareale	2016	Kanton Zürich
GISZHPUB_FJ_WTK_ACHSEN _REGIONAL_F.shp	Perimeter der regionalen Ausbreitungsachse	2012	Kanton Zürich
GISZHPUB_NSO_2011_ KANTONAL_F_V.shp	Kantonal bedeutende Naturschutzobjektflächen	2017	Kanton Zürich
GISZHPUB_NSO_2011_ REGIONAL_F_V.shp	Regional bedeutende Naturschutzobjektfläche	2017	Kanton Zürich
GISZHPUB_GS_GW_LEITERF .shp	Mächtigkeit Grundwasserleiter	2015	Kanton Zürich
AWEL_AW_AL_KBS_F.shp	Kataster der belasteten Standorte (KbS)	2017	Kanton Zürich
ARV_KAZ_ARCHZONEN_F_ polygon.shp	Archäologische Zonenpläne	2015	Kanton Zürich
GISZHPUB_SLA_LASCHUTZ_ F.shp	Landschaftsschutzgebiete und Landschaftsfördergebiete	2015	Kanton Zürich
nutz_ubes_10.shp	Zonenpläne	2012	Kanton Zürich
QUELLFASSUNGEN_P.shp	Quellfassungen	2015	Kanton Zürich

Dateiname	Beschreibung	Zeit-stand	Datenlieferant
reb1990.shp	Rebberg	2013	Kanton Zürich
ALN_FABO_FFF_F.shp	Fruchtfolgeflächen (FFF)	2015	Kanton Zürich
gasleitungen.shp	Erdgasleitung	2014	Kanton Zürich
Nagra_BohrungsDB_20161121 .mdb	Bohrungsdatenbank	2016	Nagra
CRS_CDP_111214_Lines.shp / CDP_2D11_12.shp	Seismische Linien	2011/ 2012	Nagra
iso_mqu_140612.shp	Basis Quartär	2014	Nagra
Betrachtungsraum_ Interessenabwaegung.shp	Betrachtungsraum der Interessen-abwägung	2017	Nagra
regio090129n.shp	Geologisches Standortgebiet	2011	Nagra
Bohrplaetze_NL_aktuell.shp	Bohrstandort Sondiergesuch	2017	Nagra
dtm10_znsr_sp.shp	Hangneigung in Prozent, Stand-ortgebiet Nördlich Lägern	2014	Nagra
Standort_Bohrturm.shp	Standort des Bohrturms innerhalb des Bohrplatzes	2017	Nagra
Moegl_Einflussbereich.shp	Möglicher Einflussbereich der Bohrung im Untergrund	2017	Nagra
Lagerperimeter_NIB15_01_Rev1 _Diss.shp	Lagerperimeter	2016	Nagra
RegStoer_KTZ_Puffer_20141021 .shp	Tektonik Nordschweiz	2016	Nagra
Swissgridnetz_AG_ZH.shp	Stromleitungen	2016	Swissgrid
NAGRA_Netz.dwg	Stromleitungen	2015	EKZ
20160317_Leitung_Axpo.shp	Stromleitungen	2015	Axpo
EGLISAU_POLYGON_ MAIN.shp / EGLISAU_ POLYGON_AUX.shp	Geol. Hauptflächenelemente – Geo25 (Vektordaten) Eglisau	2010	swisstopo (GeoCover)
BUELACH_POLYGON_ MAIN.shp / BUELACH_ POLYGON_AUX.shp	Geol. Hauptflächenelemente – Geo25 (Vektordaten) Bülach	2010	swisstopo (GeoCover)
komb1051.tif	Pixelkarte Topographie 1:25'000	2013	swisstopo
komb1071.tif	Pixelkarte Topographie 1:25'000	2013	swisstopo
krel27.tif	Pixelkarte Topographie 1:100'000	2004	swisstopo
krel28.tif	Pixelkarte Topographie 1:100'000	2004	swisstopo
krel32.tif	Pixelkarte Topographie 1:100'000	2004	swisstopo
krel37.tif	Pixelkarte Topographie 1:100'000	2004	swisstopo
TLM_HOHEITSGRENZE.shp	Administrative Grenzen	2014	swisstopo
TLM_FLIESSGEWAESSER.shp	TLM 3D Fliessgewässer	2016	swisstopo
TLM_EISENBAHN.shp	TLM 3D Eisenbahnlinien	2016	swisstopo

Dateiname	**Beschreibung**	**Zeit-stand**	**Datenlieferant**
TLM_STRASSE.shp	TLM 3D Strassennetz	2016	swisstopo
TLM_GEBAEUDE_ FOOTPRINT.shp	TLM 3D Gebäude	2016	swisstopo
VECTOR200_Produkt_LV03.mdb	Vector 200	2016	swisstopo
mm0001	Digitales Höhenmodell DHM25	2010	swisstopo
61_We_2017-01_sew_LV95.dxf / 61_We_2017-01_was_LV95.dxf	Werkkataster Wasser/Abwasser Weiach	2017	Scheidegger + Partner AG