

Erweiterung ARA Hard Stadtwerk Winterthur

Umweltverträglichkeitsbericht Hauptuntersuchung
zum öffentlichen Gestaltungsplan

Kunde

Stadtwerk Winterthur
Kläranlage Hard
CH-8403 Winterthur

—

Datum

26.11.2024



Impressum

Datum

26.11.2024

Bericht-Nr.

08213.100

Verfasst von

MCL, PHSC

Basler & Hofmann AG
Ingenieure, Planer und Berater

Bachweg 1
Postfach
CH-8133 Esslingen
T +41 44 387 15 22

Verteiler

Stadtwerk Winterthur
Kläranlage Hard
CH-8403 Winterthur

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1. Einleitung	2
1.1 Ausgangslage	2
1.2 UVP-Pflicht	3
1.3 Stellungnahmen Bund und Kanton	3
1.4 Projektspezifische Grundlagen	7
2. Verfahren	8
2.1 Massgebliches Verfahren	8
2.2 Erforderliche Spezialbewilligungen	8
2.3 Auftrag, Mitwirkende	8
3. Standort und Umgebung	9
3.1 Räumliche und zeitliche Systemabgrenzung	9
3.2 Projektumgebung	10
3.3 Abgrenzung zu anderen Projekten	11
4. Vorhaben	11
4.1 Beschreibung des Vorhabens	11
4.2 Übereinstimmung mit der Raumplanung	13
4.3 Eigentumsverhältnisse	16
4.4 Rationelle Energienutzung	16
4.5 Beschreibung der Bauphase (Baustelle)	19
5. Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt	21
5.1 Relevanzmatrix	21
5.2 Luft	22
5.3 Lärm	31
5.4 Erschütterungen und abgestrahlter Körperschall	36
5.5 Nichtionisierende Strahlung	37
5.6 Grundwasser	39
5.7 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	50
5.8 Entwässerung	55
5.9 Boden inkl. Fruchtfolgeflächen	59
5.10 Altlasten	64
5.11 Abfälle, umweltgefährdende Stoffe / Materialbewirtschaftung	66
5.12 Umweltgefährdende Organismen	69
5.13 Störfallvorsorge / Katastrophenschutz	71
5.14 Wald	73
5.15 Terrestrische Flora, Fauna und Lebensräume	78
5.16 Landschaft	108

5.17	Ortsbildschutz, Kulturdenkmäler, Archäologie u. hist. Verkehrswege	108
5.18	Fuss-, Veloverkehr und Erholung	109
5.19	Lichtemissionen	112
6.	Massnahmenübersicht	114
6.1	Massnahmen zum Schutz und Erhalt der Umwelt	114
6.2	Umweltbaubegleitung	117
6.3	Pflichtenheft nachgelagerte Planungs- und Bewilligungsverfahren	120
7.	Schlussfolgerung	125
8.	Anhangsverzeichnis	126

Zusammenfassung

Erweiterung der ARA Hard	Die bestehende Abwasserreinigungsanlage (ARA) Hard wird im Rahmen von drei zeitlich entkoppelten Teilprojekten zwischen 2024 und 2039 erweitert, um den für das Jahr 2065 prognostizierten wachsenden Abwassermengen gerecht werden zu können, die sich durch den Anschluss weiterer Gemeinden sowie durch das Bevölkerungswachstum ergeben.
UVP-Pflicht	Die Pflicht zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) besteht aufgrund der Änderung einer bestehenden UVP-pflichtigen Anlage mit wesentlichen Umbauten, Erweiterungen und Betriebsänderungen und da über die Änderung im gleichen Verfahren entschieden wird, das massgeblich wäre, würde die Anlage neu gebaut.
Auswirkungen auf die Umwelt	Das Erweiterungsprojekt basiert auf der Neuerschliessung von zwei Flächen, eine westlich und eine südöstlich des bestehenden ARA-Geländes. Dabei gehen Wald sowie schützenswerte Lebensräume verloren. Die Fassung von Grundwasser im Bereich Hard wird angepasst, damit das Bauvorhaben die geltenden Gewässerschutzvorschriften einhalten kann. Das Vorhaben tangiert voraussichtlich den zukünftig ausgewiesenen Gewässerraum der Töss, wobei eine Ausnahmegewilligung für Bauten und Anlagen durch den Kanton Zürich in Aussicht gestellt ist. Der Verlust von Fruchtfolgeflächen, bedingt durch die Ersatzaufforstung und die Anlagenerweiterung im Westen, wird prioritär durch die Aufwertung einer Landwirtschaftsfläche auf dem Gemeindegebiet der Stadt Winterthur zu FFF-Qualität sowie ergänzend durch den Kauf an Kompensationsrechten ausserhalb der Stadt ausgeglichen. Während der Bauphase ist der Fuss- und Veloverkehr im Umfeld der ARA Hard vom Vorhaben betroffen. Temporäre Sperrungen und Umleitungen von Wegabschnitten werden notwendig sein. Ersatzmassnahmen werden im Rahmen der Landschaftsaufwertung Niderfeld (Aufforstung, Ersatz für Trockenstandort) sowie im Umfeld des durch den Ausbau betroffenen Amphibienlaichgebiets von nationaler Bedeutung realisiert.
Spezialbewilligungen und weitere Verfahren	Es wird eine Rodungsbewilligung, eine Ausnahmegewilligung für die Errichtung von Bauten und Anlagen im zukünftig ausgewiesenen Gewässerraum, eine Bewilligung für Arbeiten im Gewässerschutzbereich, eine Ausnahmegewilligung für Eingriffe in besonders zu schützende Lebensräume, baurechtliche Bewilligungen sowie forstrechtliche Ausnahmegewilligungen für Anlagen innerhalb eines Waldmindestabstandes erforderlich werden. Für die Realisierung des Vorhabens ist eine Zonenplanänderung und ein Gestaltungsplan erforderlich. Das UVP-Verfahren wird an das Planungsverfahren des Gestaltungsplans angeknüpft, welcher zusammen mit dem Umweltverträglichkeitsbericht öffentlich aufgelegt wird.

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage

Hinweisende Bemerkung

Die vorliegende UVB-Hauptuntersuchung wurde unter Berücksichtigung der zum Zeitpunkt der Berichtverfassung zur Verfügung stehenden Grundlagen (vgl. Kap. 1.4 *Projektspezifische Grundlagen*) verfasst. Die drei dem Vorhaben zugrundeliegenden Teilprojekte West, Mitte und Ost sind bezüglich Planung unterschiedlich weit fortgeschritten. Teilprojekt West liegt als erweitertes Vorprojekt vor, die Teilprojekte Mitte und Ost als Konzeptstudie. Die im Rahmen des vorliegenden Berichts formulierten Aussagen betreffend die Umweltverträglichkeit des Vorhabens gelten unter dem Vorbehalt, dass sich bezüglich Umweltauswirkungen mit der zukünftigen Projektentwicklung keine relevanten Veränderungen ergeben.

Hintergrund

Die Abwasserreinigungsanlage (ARA) Hard behandelt sowohl das Abwasser der Stadt Winterthur als auch das umliegender Gemeinden. Mit rund 200'000 Einwohnerwerten (EW) handelt es sich um die zweitgrösste ARA im Kanton Zürich und die neuntgrösste Anlage der Schweiz. Die ARA liegt im westlichsten Stadtkreis Wülflingen im Nahbereich zur Töss und grenzt an die Gemeinden Pfungen und Neftenbach.

Gemäss Art. 1 und 7 GSchG ist Winterthur verpflichtet, verschmutztes Abwasser zu behandeln, um die Gewässer vor schädlichen Einflüssen zu schützen. Bund und Kanton haben die gesetzlichen Bestimmungen über die Einleitbedingungen in Gewässer verschärft. So müssen bis ins Jahr 2025 bezogen auf das Rohabwasser 80 % der organischen Spurenstoffe eliminiert werden und die Stickstoffeinträge auf 70 % reduziert werden. Das gereinigte Abwasser der ARA Hard fliesst in der Töss bis nach Tössegg, dort in den Rhein und schliesslich in die Nordsee. Der Rhein wiederum dient Millionen von Menschen zur Trinkwasserversorgung. Die verschärften gesetzlichen Bestimmungen haben den verbesserten Schutz der Tier- und Pflanzenwelt zum Ziel, indem u.a. die intakte Fortpflanzung der Fische sichergestellt werden soll. Weiter soll die Qualität der Trinkwasserressourcen gesichert werden, z.B. durch Elimination hormonaktiver Stoffe und Reduktion der ins Ausland abgeleiteten Menge an Spurenstoffen.

Für die Einhaltung der verschärften Bestimmungen ist der Bau einer weiteren Reinigungsstufe sowie die Adaption der bestehenden Anlagen auf die weitere Reinigungsstufe notwendig. Gleichzeitig soll die Anlage auf den aktuellen Stand der Technik gebracht werden. Aufgrund des anhaltenden Bevölkerungswachstums steigt die Menge des zu behandelnden Abwassers stetig. Bereits ab 2035 zeichnen sich deutliche Kapazitätsengpässe ab. Aus heutiger Sicht ist davon auszugehen, dass ungefähr 2065 eine Anlagenbelastung von 300'000 EW erreicht sein wird.

Realisierung

Die baulichen Vorhaben sind in drei Teilprojekte unterteilt, welche in unterschiedlichen Zeiträumen realisiert werden, was einen fortwährenden Betrieb der ARA gewährleistet. Das Projekt West soll bis 2029, das Projekt Ost zwischen 2030 und 2035 und das Projekt Mitte in verschiedenen Schritten zwischen 2025 und 2039 umgesetzt werden.

Projektorganisation

Stadtwerk Winterthur als öffentlich-rechtliches Unternehmen der Stadt Winterthur ist Betreiberin der ARA Hard und gleichzeitig Bauherrschaft für den geplanten Ausbau.

Die Basler & Hofmann AG wurde durch Stadtwerk Winterthur mit der Ausarbeitung eines UVB im Zusammenhang mit dem Ausbauprojekt beauftragt.

Vorarbeiten / Untersuchungen

Das ARA-Areal ist umgeben von verschiedenen sensitiven Schutzgütern wie der Grundwasserschutzzone (Trinkwasserfassung Hard), dem Gewässerraum der Töss, dem Waldgebiet Hardholz, einem Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung, einem Trockenstandort mit dem Vorkommen seltener Orchideenarten und der Landwirtschaftszone mit Fruchtfolgeflächen. Für die Erweiterungs- und Erneuerungsbauten der ARA Hard wurde vor diesem Hintergrund ein Standortnachweis erarbeitet. Der Standortnachweis bestätigt den heutigen Standort der ARA Hard, das geplante Vorhaben inklusive dem vorgesehenen Reinigungsverfahren.

Der Standortnachweis der ARA Hard wurde von den kantonalen Ämtern geprüft und genehmigt [20].

1.2 UVP-Pflicht

Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung

Gemäss Anhang Nr. 40.9 der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) sind ARA ab einer Kapazität von mehr als 20'000 Einwohnergleichwerten UVP-pflichtige Anlagen. Die ausgelegte Kapazität von 300'000 EW für das Jahr 2065 der erweiterten ARA Hard übersteigt diesen Schwellenwert deutlich. Gemäss Art. 2 Abs. 1 lit. a und b UVPV besteht die UVP-Pflicht nicht nur für Neubauvorhaben, sondern auch für wesentliche Umbauten, Erweiterungen oder Betriebsänderungen, sofern über die Änderung im gleichen Verfahren entschieden wird, das massgeblich wäre, würde die Anlage neu gebaut. Somit ist das vorliegende Projekt UVP-pflichtig.

UVB-VU und UVB-HU

Die Abklärungen zur Umweltverträglichkeit erfolgten in zwei Schritten. Im ersten Schritt wurde eine Voruntersuchung (VU) mit Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung (HU) durchgeführt. Nach Stellungnahmen der zuständigen Behörden wurde in einem zweiten Schritt die UVB-HU mit integriertem Pflichtenheft für nachgelagerte Planungs- und Bewilligungsverfahren erarbeitet, wobei die Ergebnisse der UVP-VU in den vorliegenden Bericht integriert wurden. Das Pflichtenheft regelt den Umgang mit umweltrelevanten Pendenzen, welche im Rahmen der UVB-HU auf Stufe des Gestaltungsplanverfahrens mangels Detaillierungsgrad der Planungen noch nicht abgehandelt werden konnten.

1.3 Stellungnahmen Bund und Kanton

Abklärung Bewilligungsfähigkeit

Die Stadt Winterthur hat mit Schreiben vom 26. September 2022 eine Voranfrage zur Bewilligungsfähigkeit der Erweiterung ARA Hard beim Kanton Zürich eingereicht [16]. Seitens Kanton erfolgte eine Stellungnahme der folgenden Fachstellen und Ämter [20]:

- _ Amt für Mobilität (AFM) der Volkswirtschaftsdirektion
- _ Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL)
- _ Amt für Landschaft und Natur (ALN)
- _ Abteilung Planen & Steuern
- _ Fachstelle Lärmschutz des Tiefbauamts (TB)
- _ Fachstelle Landschaft des Amts für Raumentwicklung (ARE/FS LA)
- _ Abteilung Recht & Verfahren des Amts für Raumentwicklung (ARE/R&V)
- _ Abteilung Archäologie und Denkmalpflege des ARE (A&D).

Da sich aus der Komplexität des Vorhabens und der betroffenen Schutzgüter Abwägungsfragen gestellt haben, hat am 13. März 2023 eine Besprechung zwischen Vertretungen der ARA Hard, der Stadt Winterthur und verschiedenen Abteilungen des AWEL stattgefunden, in der einzelne Abwägungsfragen geklärt werden konnten [11].

Bereits am 8. Juli 2019 hat der Kanton Zürich die Unterlagen zur geplanten Reinigungsstufe der Elimination von organischen Spurenstoffen zur Anhörung gemäss Art. 52a Abs. 4 Gewässerschutzverordnung (GSchV) beim Bundesamt für Umwelt (BAFU) eingereicht [3]. Die umweltrelevanten Stellungnahmen und Hinweise sind in Tab. 1 zusammengefasst.

Stellungnahme	Erfolgt durch	Bemerkungen
Aus Sicht der Fachstelle Naturschutz (FNS) handelt es sich bei der Erweiterung der ARA Hard um Massnahmen nach dem GSchG. Entsprechend darf von den Schutzziele des ortsfesten IANB-Objektes [Bundesinventar Amphibienlaichgebiete] abgewichen werden.	FNS [20]	
Da das Vorhaben ein Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung betrifft, sind alle baulichen Eingriffe für den Bau der Anlage und der Ersatzmassnahmen mit der Fachstelle Naturschutz abzusprechen. Die Fachstelle Naturschutz weist bereits jetzt darauf hin, dass im nachfolgenden Bauprojekt ein besonderes Augenmerk auf eine amphibienfreundliche Gestaltung gerichtet werden soll. Es dürfen insbesondere keine Fallen für Amphibien entstehen (Ausstiegshilfen vorsehen) und der Bauzeitpunkt muss entsprechend gewählt werden (ausserhalb der wichtigen Wanderzeiten der Amphibien, keine Erdarbeiten im Winterhalbjahr). Die Planung und die Umsetzung des Bauprojekts müssen durch eine ausgewiesene ökologische Fachperson im Amphibienschutz begleitet werden, um sicherzustellen, dass die ökologischen Anforderungen zielführend umgesetzt werden.	FNS [20]	Gemäss der Fachperson für Amphibien des Kt. ZH (M. Lippuner), konnten auf der Bruni-Wiese keine Amphibien festgestellt werden. In Rücksprache mit der FNS kann auf die Bauzeitbeschränkung verzichtet werden. Stattdessen werden vor Aufnahme der Bauarbeiten Amphibien mit Leitplanken zur Lenkung und Sammeltöpfen eingesammelt und umgesiedelt. Zudem wird die Baustelle mit bodenebenen Abschränkungen von der Bruni-Wiese abgetrennt.
Die vorgeschlagene Aufwertung auf der Parzelle 1797, Pfungen, oder eine vergleichbare Aufwertung wird aus Sicht Fachstelle Naturschutz grundsätzlich als ausreichende Ersatzmassnahme für die Beeinträchtigung des IANB-Objekts, Bereich B, anerkannt. Damit diese für die Amphibien angemessenen Ersatz leisten, sind die Massnahmen ökologisch hochwertig umzusetzen. Dabei ist zu beachten, dass Laichgewässer und Landlebensräume für die im Objekt (potenziell) vorkommenden Arten erstellt werden. Insbesondere soll der Fokus auf den Fadenmolch und die Gelbbauchunke gelegt werden. Die Flächen müssen nach den Vorgaben der Vollzugshilfe zum Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (BAFU, 2002) ökologisch hochwertig gestaltet werden. <i>Anmerkung: Wurde von der Abteilung Wasserbau im Nachgang abgelehnt, da im Perimeter der Töss-Revitalisierung.</i>	FNS [20]	
Die Anpassung des [Amphibienlaichgebiet-] Inventars wird nach der Umsetzung durch die Fachstelle Naturschutz beim BAFU beantragt. Es ist bei der Planung und Umsetzung der Ersatzmassnahme (Aufwertung Parz. Kat.-Nr. 1797) darauf zu achten, dass die ökologischen Kriterien für ein IANB-Objekt, Bereich A, erfüllt werden. <i>Anmerkung: Wurde von der Abt. Wasserbau im Nachgang abgelehnt, da im Perimeter der Töss-Revitalisierung.</i>	FNS [20]	
Grundsätzlich können die bestehenden Naturwerte [(Trockenstandort Bruni-Wiese)] durch die Schaffung eines ausreichend grossen, ökologisch hochwertig erstellten Trockenstandorts im vorgeschlagenen Raum [Kat. Nr. WU5987] kompensiert werden. Entscheidend ist dabei, dass geeignete Standortbedingungen für die auf der Bruni-Wiese betroffenen Arten geschaffen werden. Dazu müssen die Flächen aus Sicht Fachstelle Naturschutz nährstoffarm und wasserdurchlässig gestaltet werden (Substrataustausch).	FNS [20]	

Stellungnahme	Erfolgt durch	Bemerkungen
Eine Umsiedlung [der Orchideen] auf den neuen Trockenstandort wird aus Sicht Fachstelle Naturschutz bevorzugt. Entscheidend für eine erfolgreiche Umsiedlung ist, dass der neu geschaffene Trockenstandort die Lebensraumbedingungen der Orchideen erfüllen. Aus Sicht Fachstelle Bodenschutz: Bei dem geplanten Ersatzstandort auf der Parzelle Kat. Nr. WU5987 handelt es sich teilweise um natürlich gewachsene Böden. Die ganze Parzelle ist als Fruchtfolgefläche ausgeschieden. Falls für die Zielerreichung bodenverändernde Massnahmen (z.B. Oberbodenabtrag) notwendig sind, ist hinsichtlich Bodenschutz der Standort auf bereits naturnahen Flächen der Deponie Bruni zu priorisieren.	FNS u. FaBo [20]	
Aus Sicht der Fachstelle Naturschutz wird dies [(landschaftliche Aufwertung des Niederfelds zugunsten der extensiven Bewirtschaftung (und zu Ungunsten der intensiven Bewirtschaftung))] befürwortet. Aus Sicht Landwirtschaft: Sofern nachvollziehbar aufgezeigt wird, dass die Extensivierung auf Kat. Nr. WU5987 die beste verschiedener Varianten darstellt, sind wir damit einverstanden.	ALN (FNS u. AL) [20]	
Hinsichtlich der Bewertung der verschiedenen Interessen, ist darauf hinzuweisen, dass der FFF-Verlust insbesondere durch die Aufforstung auf der Parzelle Kat. -Nr. WU7392 erheblich ist. Zudem sollte bei der Interessenabwägung beachtet werden, dass die Kompensationspflicht eine Folge der FFF-Beanspruchung und kein Argument für die Beanspruchung von FFF darstellt. Die Möglichkeit des Einkaufs von FFF-Rechten bei landwirtschaftlichen Bodenaufwertungen Dritter wird anerkannt. Ein aktiver Austausch mit der Fachstelle Bodenschutz wird begrüsst. Hinsichtlich des zu kompensierenden Gesamtverlustes der Stadt Winterthur verweisen wir auf das Schreiben vom 15.09.2022.	FaBo [20]	
Die Rodungsvoraussetzungen (Notwendigkeit, Standortgebundenheit, überwiegendes öffentliches Interesse, Ersatzmassnahmen) wurden im Rahmen der vorliegenden «Voranfrage zur Bewilligungsfähigkeit», der «Konzeptstudie 300'000 EW» und dem «Nachweis Standortgebundenheit, Biologie / EMV-Stufe ARA Hard» nachgewiesen. Eine Rodungsbewilligung kann damit in Aussicht gestellt werden, sofern in Bezug auf die anderen Schutzgüter (Grundwasserschutzzone, FFF, Swissgrid-Leitung) keine Einwände erfolgen und die Ersatzaufforstung entsprechend realisiert werden kann. Aus forstrechtlicher Sicht sind die geplanten Bauten und Anlagen gemäss Vorprojekt grundsätzlich bewilligungsfähig. Ihre Standortgebundenheit und das öffentliche Interesse sind ausreichend nachgewiesen und die Ersatzmassnahmen genügen den gesetzlichen und kantonalen Anforderungen.	ALN [20]	
Aus Sicht der FNS wurden die Schwerpunkte der Ersatzmassnahmen richtig gelegt, d.h., die Schaffung der Ersatzfläche für die Bruni-Wiese (Trockenwiese) sowie die 1:1 Ersatzaufforstung wird höher gewertet als der Verlust der Landwirtschafts- und Fruchtfolgefläche.	FNS [20]	
Der neue Vorschlag zur Schutzzonendimensionierung [Grundwasser] ist in einer kurzen hydrogeologischen Stellungnahme darzulegen. Es wird dabei empfohlen, gleichzeitig die Ausserbetriebnahme der Fassung Kläranlage mit den zuständigen Stellen zu klären u. allenfalls in demselben Vorschlag zu berücksichtigen.	AWEL [20]	Hydrogeologisches Gutachten indessen dem Kanton zur Beurteilung eingereicht [52].
In der weiteren Planung ist ein Nachweis der Hochwassersicherheit zu erbringen (Sonderrisikoobjekt). Zudem ist die Gefährdung durch gewässerunabhängigen Oberflächenabfluss bei der weiteren Planung von Bauten und Anlagen zu berücksichtigen.	AWEL [20]	
Die Einzonung [WA zu Oe] soll bis zum aktuell gültigen Uferstreifen von 20 m erfolgen. Wird die Standortgebundenheit nachgewiesen, so kann für die zukünftig gemäss Gewässerraumgutachten auszuscheidende Gewässerraumbreite von 100 m [13] eine Ausnahmbewilligung in Aussicht gestellt werden.	AWEL [11]	
Aus Sicht des ARE ist die grundsätzliche Standortgebundenheit des Vorhabens ausreichend dargelegt. Mit dem geplanten Eintrag im regionalen Richtplan und dem Nachweis der Standortgebundenheit des Vorhabens wird dargelegt, dass eine Durchstossung des Landwirtschaftsgebiet durch eine Zone für öffentliche Bauten und Anlagen gerechtfertigt ist. Das Ausmass der einzuzonenden Fläche ist möglichst gering zu halten. Die Einzonung in die Zone für öffentliche Bauten und Anlagen ist gleichzeitig mit dem Gestaltungsplan zur Vorprüfung einzureichen. Das UVP-Verfahren soll an das Gestaltungsplanverfahren angeknüpft werden. Dieses Vorgehen ist zweckmässig und angemessen.	ARE [20]	

Stellungnahme	Erfolgt durch	Bemerkungen
Aus Sicht der Fachstelle Naturschutz ist diese [ZP-Änderung] voraussichtlich bewilligungsfähig, sofern es sich bei dem Eingriff in das IANB-Objekt um Massnahmen gemäss dem GSchG handelt und ausreichende Schutz-, Wiederherstellungs- oder ansonsten angemessene Ersatzmass. geleistet werden.	FNS [20]	FNS hält Massnahme nach GSchG im selben Dokument auf S. 4 fest [20].
Der Nachweis zur Standortgebundenheit des ARA-Zulaufs im Osten ist plantechnisch aufzuzeigen. Hierfür ist der Freispiegelverlauf anhand von Schnitten und Höhenkurve aufzuzeigen. Der Nachweis der Standortgebundenheit kann hiermit erbracht werden.	AWEL [11]	Der Nachweis zur Standortgebundenheit des ARA-Zulaufs ist indessen erfolgt [52].
Die Kompensationsmassnahmen im Westen [(Ersatz Trockenwiese)] sind aufgrund der Töss-Aufweitung gemäss [Gewässer-]Revitalisierungsplanung nicht möglich. Es braucht alternative Ansätze.	AWEL [11]	Der Ersatz für das kommunale Naturschutzobjekt (TR 15.01) wird im Rahmen der Landschaftsaufwertung Niderfeld realisiert.
Die Erweiterung der ARA Hard in der Stadt Winterthur wurde durch die Fischerei- und Jagdverwaltung vorgeprüft und ist aus fischereirechtlicher und wildtierökologischer Sicht genehmigungsfähig.	ALN [20]	
Es werden keine Landschaftsschutzinventare oder Gebiete, welche von einer Schutzverordnung betroffen sind, beeinträchtigt. Auch Landschaftsförderungsgebiete gemäss Richtplan sind nicht betroffen. Durch die geplante Erweiterung der ARA Hard werden die landschaftlichen Werte der Stadt Winterthur sowie der angrenzenden Gemeinden nicht negativ beeinträchtigt. Aus landschaftlicher Sicht steht der Erweiterung bzw. Umzonung nichts entgegen.	ARE [20]	
In der weiteren Planung wird nachzuweisen sein, wie die Führung von Velorouten und Wanderwegen von überkommunaler Bedeutung gewährleistet bleibt oder wie diese verlegt werden sollen. Ein wichtiges Augenmerk wird auf die Verknüpfungspunkte untereinander und mit weiteren Verkehrsinfrastrukturen für den Betrieb der ARA zu legen sein.	AFM [20]	
Das Thema Mehrwertausgleich wird in den Unterlagen nicht explizit erwähnt. Den Angaben zu den zusätzlich benötigten Landflächen ist aber zu entnehmen, dass je nach Variante Einzonungen und ein Gestaltungsplan vorgesehen sind. In diesem Fall kann eine Mehrwertabgabe anfallen - je nach Ausgestaltung beim kantonalen oder kommunalen Mehrwertausgleich oder bei beiden. Es sind die im Mehrwertausgleichsgesetz und der entsprechenden Verordnung vorgegebenen Prozessabläufe einzuhalten.	ARE [20]	
Ein Überwachungskonzept für die ARA Hard ist betr. des GAK-Schlupfs [granul. Aktivkohle] umzusetzen.	BAFU [3]	

Tab. 1 Übersicht umweltrelevanten Stellungnahmen

1.4 Projektspezifische Grundlagen

Die folgenden Grundlagen wurden für die Erstellung des UVB berücksichtigt:

- [1] Abwasserreinigung in Winterthur – Zahlen, Daten und Fakten zur Abwasserreinigungsanlage (ARA) in Winterthur. Stadtwerk Winterthur, Ausgabe 12.2015.
- [2] Antrag und Bericht zum Postulat betreffend mehr Power für Winterthur, eingereicht von den Gemeinderäten U. Glättli (GLP), Z. Dähler (EDU/CVP), M. Gross (SVP/PP) und U. Hofer (FDP). Winterthur, 12. August 2020.
- [3] Anhörung gemäss Art. 52a Abs. 4 GschV betreffend ARA Hard-Winterthur. Bundesamt für Umwelt (BAFU), 12. November 2019.
- [4] ARA Hard – Standortgebundenheit Anlagenzulauf. Hunziker Betatech AG, 31. Mai 2023.
- [5] Energieeffizienz auf Zürcher ARA – Stand 2020. AWEL, Abt. Gewässerschutz.
- [6] Erweitertes Vorprojekt – Biologie / MV-Stufe / Filtration, Technischer Bericht. Hunziker Betatech AG, 30. September 2020.
- [7] Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen, Gesuch um Bestätigung der Gesetzeskonformität. Schreiben des AWEL ans BAFU betreffend der Erweiterung ARA Hard, 08. Juli 2019.
- [8] Lachgasemissionen aus ARA – Reduktionsmassnahmen zeichnen sich ab. Aqua & Gas N°1, 2022.
- [9] Nachweis Standortgebundenheit Biologie / EMV-Stufe ARA Hard. 27460-200-B-Standortgebundenheit, TBF + Partner AG, 27. Juli 2022.
- [10] Elimination Mikroverunreinigungen, Nachweis Standortgebundenheit, Management Summary. Hunziker Betatech AG, 19. September 2019.
- [11] Protokoll Interessenabwägung, Ausbau ARA Hard-Winterthur. Kanton Zürich, Baudirektion, AWEL, 13. März 2023.
- [12] Protokoll 1. Projektausschuss-Sitzung vom 08. Januar 2019, ARA Hard: Biologie / Mikroverunreinigungen / Filtration. Hunziker Betatech AG, 21. Januar 2019.
- [13] Revitalisierungsplanung Kanton Zürich – Beschlossene Planung, Technischer Bericht. Kanton Zürich, Baudirektion, AWEL Abt. Wasserbau, 30. April 2015.
- [14] UVP-Handbuch – Richtlinie des Bundes für die Umweltverträglichkeitsprüfung. BAFU, Bern, 2009.
- [15] UVP «Öffentlicher Gestaltungsplan ARA Hard»: Koordinierte Stellungnahme der in die UVP einbezogenen Fachstellen zur Voruntersuchung mit Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung. Stadt Winterthur, Fachstelle Umwelt, 14. Juni 2024.
- [16] Voranfrage zur Bewilligungsfähigkeit Erweiterung ARA Hard Winterthur. Stadt Winterthur, 26. September 2022.
- [17] Anhang 1 zu [16]: Konzeptstudie 300'000 EW, Technischer Bericht. Hunziker Betatech AG, 02. September 2022.
- [18] Anhang 2 zu [16]: Nachweis Standortgebundenheit Biologie / EMV-Stufe ARA Hard. 27460-110-B-Standortgebundenheit, TBF + Partner AG, 09. September 2022.
- [19] Anhang 3 zu [16]: Ausbau ARA Winterthur, Hydrogeologische Ersteinschätzung. Jäckli Geologie AG, 22. März 2022.
- [20] Erweiterung ARA Hard in der Stadt Winterthur – Stellungnahme. Kanton Zürich, Baudirektion, ARE, 15. Mai 2023.

2. Verfahren

Planungsverfahren

2.1 Massgebliches Verfahren

Das massgebliche Verfahren für die Umsetzung des vorliegenden Projekts ist das Verfahren zur Festsetzung eines öffentlichen Gestaltungsplans gemäss § 84 Abs. 1 PBG. Die Festsetzung des Gestaltungsplans erfolgt durch das Winterthurer Stadtparlament, die Baudirektion des Kantons Zürich ist für dessen Genehmigung zuständig.

Die notwendige Zonenplanänderung ist gleichzeitig mit dem Gestaltungsplan zur Vorprüfung dem Kanton einzureichen. Das UVP-Verfahren wird an das Gestaltungsplanverfahren angeknüpft.

2.2 Erforderliche Spezialbewilligungen

Aus gegenwärtiger Sicht sind nachfolgende Spezialbewilligungen erforderlich:

- _ Bewilligung nach Art. 19 Abs. 2 Gewässerschutzgesetz für Arbeiten im Gewässerschutzbereich sowie in Grundwasserschutzzonen (mit Konkretisierungen in Art. 31 GSchV und Anhang 4, Ziffer 211 GSchV).
- _ Bewilligung für die Erstellung der ortsgebundenen und im öffentlichen Interesse liegenden Anlage nach Art. 41c Abs. 1 GSchV.
- _ Bewilligung für die Unterschreitung des gesetzlichen Waldabstandes bzw. eine Bewilligung für eine nichtforstliche Kleinbaute auf Waldareal nach § 9 Abs. 2 KWaG.
- _ Baurechtliche Ausnahmebewilligung und forstrechtliche Bewilligung für Anlagen innerhalb eines Waldmindestabstandes gemäss Art. 17 Abs. 3 des Waldgesetzes (WaG) (mit Konkretisierungen in § 3 der kantonalen Waldverordnung).
- _ Ausnahmebewilligung für die Rodung von Wald nach Art. 5 Abs. 2 des WaG für den Bau der ortsgebundenen Teilprojekte Mitte und Ost der ARA Hard innerhalb von Waldareal (dauerhafte Rodung).
- _ Ausnahmebewilligung für Eingriffe in besonders zu schützende Lebensräume gemäss Art. 18 Abs. 1^{bis} des Natur- und Heimatschutzgesetzes (NHG).

2.3 Auftrag, Mitwirkende

Die Firma Basler & Hofmann AG wurde von der Stadt Winterthur beauftragt, die Umweltrelevanz der Erweiterung der ARA Hard zu prüfen. Die vorliegende UVB-Hauptuntersuchung mit Pflichtenheft für nachgelagerte Planungs- und Bewilligungsverfahren zeigt auf, welche Umweltbereiche weiterer Massnahmen bedürfen. Aufgrund des Planungsstands des Projekts wird in erster Linie die Betriebsphase beurteilt, währenddem Aussagen zur Bauphase nur teilweise möglich sind respektive auf nachgelagerte Planungs- und Bewilligungsverfahren verschoben werden müssen. Der Umweltbereich *terrestrische Flora, Fauna und Lebensräume* (Kap. 5.15) wurde vollumfänglich durch die Quadra GmbH erarbeitet.

3. Standort und Umgebung

3.1 Räumliche und zeitliche Systemabgrenzung

Projektperimeter

Der Projektperimeter erstreckt sich im Bereich der bestehenden ARA Hard zwischen dem südlichem Tössufer und dem nördlichen Waldrand des Hardholz auf dem bestehenden ARA Hard-Areal (Abb. 1). Im Osten betrifft der Projektperimeter ein Waldstück des Hardholzes und ist bis an die Hardgutstrasse ausgedehnt. Im Westen erstreckt sich der Projektperimeter circa 100 m über das bestehende ARA-Areal hinaus. Der Projektperimeter beinhaltet die drei Teilprojektperimeter West, Mitte und Ost, welche zu unterschiedlichen Zeitpunkten realisiert werden (vgl. Kap. 4.1 *Beschreibung des Vorhabens*). Als Ist-Zustand wird der gegenwärtige Zustand des Projektperimeters angesehen mit dem bestehenden Betriebsgelände der ARA Hard. Da die Teilprojekte zu unterschiedlichen Zeitpunkten realisiert werden, wird als Ausgangszustand vereinfacht der Zustand vor der Realisierung des ersten Teilprojekts (Teilprojekt West) angenommen. Für den Betriebszustand wird der Zustand nach Abschluss der letzten Bauarbeiten im Jahr 2039 angenommen.

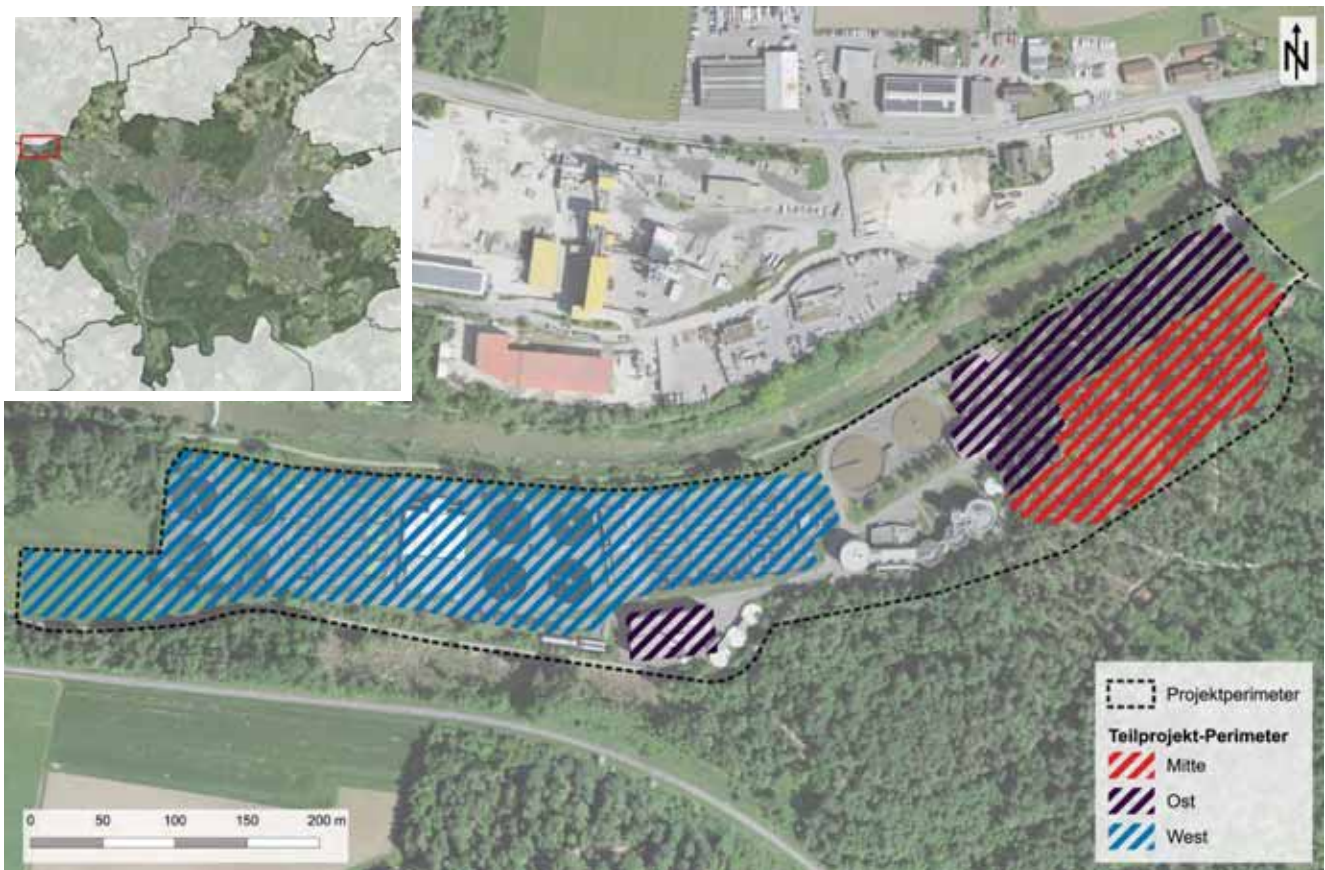


Abb. 1 Übersicht Projektperimeter Erweiterung ARA Hard

Untersuchungsperimeter

Mit Ausnahme der Umweltbereiche Luft, Lärm, aquatische Ökosysteme und Landschaft, bei denen die projektbedingten Auswirkungen weiträumiger betrachtet werden, entspricht der Untersuchungsperimeter dem Projektperimeter.

Nutzungszone

3.2 Projektumgebung

Gemäss den Zonenplänen der Gemeinden Winterthur, Pfungen und Neftenbach grenzt der Projektperimeter an Wald und kantonale Landwirtschaftszonen und überlagert eine kantonale Landwirtschaftszone, eine Zone für öffentliche Bauten sowie Wald (Abb. 2). Die nächstgelegenen Wohnbauten resp. Büroräumlichkeiten befinden sich in einer Distanz grösser 120 m vom Projektperimeter entfernt.



Abb. 2 Zonenplanung im Umfeld der ARA Hard

Landschaftsaufwertung Niderfeld

Der unmittelbar an den Siedlungsrand anknüpfende grüne Saum rund um die Stadt ist ein Alleinstellungsmerkmal von Winterthur. Dieser Stadtrandpark ist Winterthurs grüner Rahmen. Die Entwicklung des durchgehenden Stadtrandparks zu einem Naherholungs-, Natur- und Erlebnisraum ist ein Schlüsselement der städtischen Freiraumplanung. Das Niderfeld ist dabei ein ökologisches Aufwertungsprojekt, zu welchem ein landschaftspflegerischer Begleitplan ausgearbeitet wird. Aktuell wird das Niderfeld vorwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzt. Im Rahmen des Aufwertungsprojekts soll es ökologisch aufgewertet werden. Bei einem Teil der ökologisch wertvollen Flächen, welche im Niderfeld angelegt werden, handelt es sich um Ersatzmassnahmen, die sich aus den Beanspruchungen des ARA-Ausbaus ergeben (Perimeter in Abb. 3).

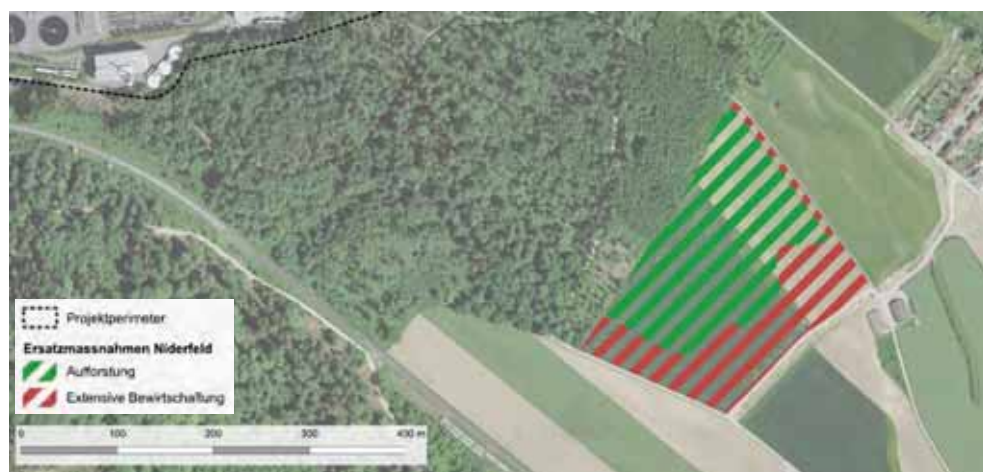


Abb. 3 Perimeter Landschaftsaufwertung Niderfeld

Revitalisierungsplanung / Dynamisierung Töss

3.3 Abgrenzung zu anderen Projekten

Der Töss-Verlauf westlich des ARA-Geländes ist gemäss der Revitalisierungsplanung des Kantons Zürich [13] ein priorisierter Gewässerabschnitt, welcher im kantonalen Richtplan verankert ist. Die Zuständigkeit für die Revitalisierung obliegt dem Kanton. Die Revitalisierung soll bis 2035 realisiert werden. Eine erhöhte Flussschwindigkeit steht dabei im Vordergrund, indem der Fluss zukünftig lokal mäandrieren soll [10]. Für die Revitalisierung dieses Abschnitts sind Massnahmen notwendig, um den Rückstau der Töss während Extremereignissen zu verhindern und damit den sicheren Betrieb der ARA Hard zu bewahren.

Weitere Drittprojekte sind vom vorliegenden Vorhaben nicht betroffen.

4. Vorhaben

Ausbau ARA Hard

4.1 Beschreibung des Vorhabens

Stadtwerk Winterthur hat im Jahr 2016 mit der Planung des Ersatzes der biologischen Reinigungsstufe und der zusätzlichen Reinigungsstufe Elimination der Mikroverunreinigung (EMV) im Westen des bestehenden ARA-Areals begonnen. Um das Entwicklungspotenzial der Anlage zukünftig zu sichern, wurden alle Erweiterungsmöglichkeiten am Standort in Absprache mit dem AWEL, Sektion Abwasserreinigungsanlagen vertieft geprüft (Standortgebundenheit) [9]. Eine Übersichtsgrafik ist Abb. 4 zu entnehmen.

Der Ausbau der ARA Hard sieht zudem eine Anlagenerweiterung in der Mitte und im Osten für eine beinahe Verdoppelung der Kapazität im Anlagenzulauf und der Schlammbehandlung vor, die Adaption der gesamten bestehenden Anlage zur Kapazitätssteigerung sowie die Anpassung der bestehenden Anlagenteile auf die neue zusätzliche Reinigungsstufe EMV. Für den Baustellenbetrieb des Teilprojekts West sowie für die spätere ARA-Logistik ist in einer ersten Phase eine Verbreiterung und in einer zweiten Phase eine teilweise Umlegung der Strasse *Im Bruni* notwendig.

Notwendigkeit

Das eidgenössische Gewässerschutzgesetz (GSchG) besagt, dass verschmutztes Abwasser behandelt werden muss (Art. 7 Abs. 1 GSchG). Die Kantone sind dabei für die Erstellung öffentlicher Kanalisationen und zentraler Anlagen zur Reinigung von verschmutztem Abwasser (ARA) zuständig und sorgen für einen wirtschaftlichen Betrieb (Art. 10 GSchG). Gemäss § 7 des kantonalen Einführungsgesetzes zum Gewässerschutzgesetz (EG GSchG) sorgen die Gemeinden für die Einhaltung der gewässerschutzrechtlichen Bestimmungen. Die Gemeinden haben gemäss § 15 unter anderem die Pflicht, ARA zu erstellen, zu verbessern, zu unterhalten und zu betreiben. Zur Sicherstellung der Reinigungsleistung von ARA und zur Verminderung des Risikos einer Gewässerverunreinigung im Rahmen ausserordentlicher Ereignisse, sind ARA-Betreibende gemäss Art. 16 GSchV dazu angehalten, geeignete und wirtschaftlich tragbare Massnahmen zu treffen. Es ist somit sowohl ein Normalbetrieb als auch ein Betrieb in Gefahrenlagen zu gewährleisten, wobei sich diese im Umfeld des gesamten Entwässerungsnetzes ergeben können.

Die Gewässerqualität hat sich in der Schweiz in den letzten Jahrzehnten dank ARA signifikant verbessert. Die ständige verfahrenstechnische Weiterentwicklung der Reinigungsprozesse hat in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle gespielt. Für die weitere Verbesserung der Wasserqualität sind ARA-Betreibende in einem aktuellen Schritt gesetzlich dazu verpflichtet, neue Reinigungsstufen zur Elimination von Mikroverunreinigungen (EMV) zu bauen. Die Realisierung der für die ARA Hard geplanten Erweiterungs- und Erneuerungsbauten erlauben dem gesetzlichen Auftrag Folge leisten zu können. Gleichzeitig wird die Umweltleistung der ARA weiter ausgebaut und auf diese Weise die Umwelt besser geschützt.

Teilprojekt West

Die gesetzlichen Vorgaben gemäss GSchV erfordern den Ersatz der biologischen Reinigungsstufe, die Umsetzung bezüglich Elimination von Mikroverunreinigungen (EMV) und des im Energieplan aufgeführten Wärmeverbunds. Aufgrund des prognostizierten Bevölkerungswachstums bis zum Jahr 2065 in der Region Winterthur ist ausserdem die Kapazität bis zu 300'000 EW anzuheben.

Das Teilprojekt West umfasst die baulichen Massnahmen für die biologische Reinigungsstufe und die MV-Stufe mit Filtration (BIO/MV/FIL). Die Hälfte der Biologiebecken muss komplett neu erstellt werden. Bei der anderen Hälfte der Biologiebecken sowie bei allen acht Nachklärbecken und dem Filtrationsgebäude sind Umbauten erforderlich. Es kann die vorhandene Bausubstanz weiterverwendet werden, was eine grosse Einsparung an grauer Energie bedeutet. Das bestehende Filtrationsgebäude wird in eine Anlage zur Elimination von Mikroverunreinigungen umgebaut und um sechs Filterzellen erweitert. Zusätzlich muss für die Elimination von Mikroverunreinigungen ein neues Gebäude auf der Wiese im Westen der ARA erstellt werden, welche als Erweiterungsgebiet ausgewiesen ist. Die Integration des neuen Gebäudes innerhalb des bestehenden Anlagenlayouts ist aufgrund der bereits hohen Anlagendichte nicht möglich. Die Projektrealisierung des Teilprojekts West soll zwischen 2024 und 2029 stattfinden.

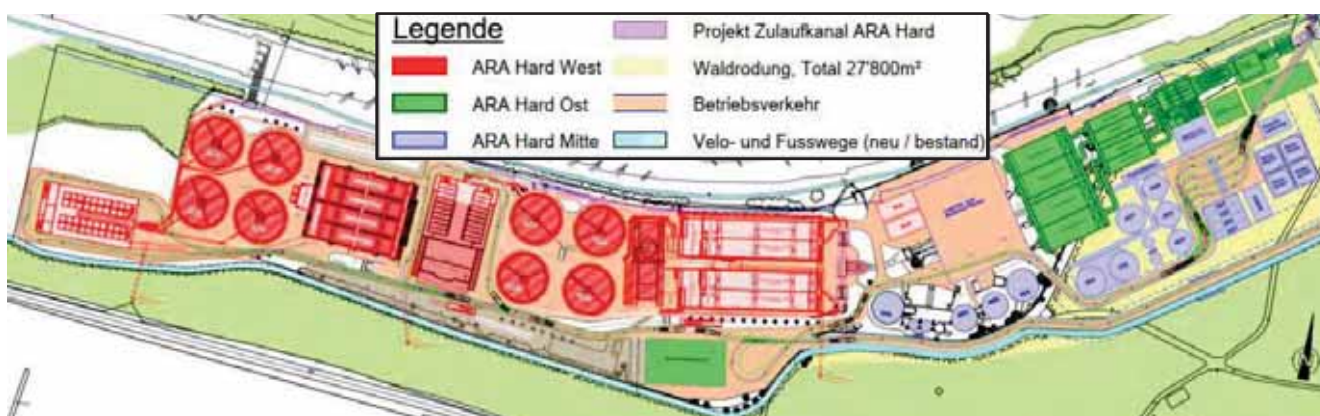


Abb. 4 Mögliche Situation ARA Hard 2065 gemäss Konzeptstudie [17]

Teilprojekt Mitte

Das Teilprojekt Mitte umfasst die Schlammbehandlung und die Gasanlagen. Die Anlagen werden so ausgebaut, dass sie künftig eine Menge von 350'000 EW bewältigen können. Da in der Winterthurer ARA auch Schlamm von anderen ARA (u.a. ARA Seuzach, ARA Pfungen) behandelt wird, liegt die neue Zielkapazität entsprechend höher als beim Anlagenzulauf (300'000 EW). Weiter umfasst das Teilprojekt Mitte die Erweiterung der Notstromversorgung gemäss den Vorgaben der Organisation für Stromversorgung in ausserordentlichen Lagen (OSTRAL) für Grossverbraucherinnen wie der

ARA Hard. Heute besteht ein Notstrombedarf für circa einen Tag. Zukünftig müssen Gas- oder Dieselreserven für die Überbrückung einer Strommangellage «über längere Zeit» bereitstehen. Die Umsetzung des Projekts Mitte soll hauptsächlich in der Zeitspanne zwischen 2036 und 2039 erfolgen.

Teilprojekt Ost

Das Teilprojekt Ost umfasst den Anlagenzulauf mit der mechanischen Reinigung und die Schlammentwässerung. Darin enthalten sind Zulaufkanal, Vorentlastung inkl. Regenüberlauf- und Regenfangbecken, Havariebecken, Kiesfang, Rechenanlage, Sandfang/-reinigung, Vorbelüftungsbecken, Vorklärung und Zwischenhebewerk zur Biologie. Der Zulauf kann künftig max. 4'700 l/s annehmen. Davon können max. 2'000 l/s über die ARA geführt und die übrigen 2'700 l/s vom Regenüberlaufbecken aufgenommen werden. Während im Winterthurer Entwässerungsnetz in der Vergangenheit bereits sechs grosse Regenbecken und diverse kleinere Regenbecken erstellt wurden, besteht im heutigen Zustand der ARA Hard kein modernes Regenbecken. Zudem liegen die bestehenden Regenüberlauf- und Regenfangbecken mitten in der ARA an einem betrieblich ungünstigen Ort. Sie sollen im Rahmen des Vorhabens aufgehoben werden und durch ein neues Regenüberlaufbecken an bestmöglichem Standort ersetzt werden. Das Versetzen der Regenüberlaufbecken bedingt auch eine neue Einleitstelle für den Regenüberlauf. Aus Sicherheitsgründen wird der Bau eines zusätzlichen Havariebeckens erforderlich. Nur so kann sichergestellt werden, dass verschmutztes Wasser aus einer Havarie (z.B. mit Benzin verunreinigt) vom übrigen Wasser getrennt werden kann und damit grosse Schäden an der Anlage verhindert werden. Im gegenwärtigen Zustand der ARA Hard gibt es kein geeignetes Havariebecken und somit keine Möglichkeit, im Falle einer grossen Havarie im Entwässerungsnetz das zuströmende Abwasser an der ARA vorbei in den Vorfluter zu leiten. Mit vier neuen belüfteten Sand- und Fettfängen können die zu erwartenden Mengen an anfallenden Feststoffen abgefangen werden. Als Teil des Projekts Ost wird ein Betriebsgebäude an einem im Vergleich zum gegenwärtigen Zustand veränderten Standort geplant.

Verlegung der Infrastruktur für den Fuss- und Veloverkehr

Die Teilprojektperimeter Mitte und Ost tangieren sowohl einen bestehenden Veloweg als auch einen Wanderweg. Damit die Durchgängigkeit bzw. Velo- und Wanderroute weiterhin gewährleistet bleibt, ist eine Anpassung der öffentlichen Wegverbindung im Rahmen des Gesamtprojekts notwendig. Aus Gründen der Verkehrssicherheit werden die öffentlichen Wegverbindungen von den zukünftigen betrieblichen Verbindungen für die ARA möglichst getrennt. Eine detaillierte Abhandlung bezüglich Fuss- und Langsamverkehr findet sich in Kap. 5.18 *Fuss-, Veloverkehr und Erholung*.

4.2 Übereinstimmung mit der Raumplanung

Sachplanung

Der Perimeter betrifft keine vom Bund erlassene Sachplanungen.

Kantonale Richtplanung

Der Projektperimeter tangiert gem. kantonalem Richtplan (Stand: 06.02.2023) eine Fruchtfolgefläche im Landwirtschaftsgebiet, welches ebenfalls als Materialgewinnungsgebiet (Teilprojektperimeter West) ausgewiesen ist. Weiter wird Siedlungsgebiet, übriges Landwirtschaftsgebiet (Teilprojektperimeter Ost) und Wald (Teilprojektperimeter Mitte u. Ost) tangiert. Südlich des Projektperimeters ist der Ausbau der Bahnlinie geplant. Der Tössverlauf westlich der bestehenden ARA ist als Bereich für Gewässerrevitalisierungen vermerkt.

Regionale Richtplanung

Der südöstliche Bereich des Projektperimeters ist im regionalen Richtplan als Grundwasserschutzzone erfasst. Weiter ist der Projektperimeter von den folgenden Richtplaneinträgen betroffen:

- _ zwei bestehende Fuss- / Wanderwege
- _ eine bestehende Schmutz- oder Mischwasserleitung
- _ eine bestehende Wassertransportleitung
- _ bestehende Abwasserreinigungsanlage (ARA Hard)
- _ ein langfristig anzustrebender Radweg (südlich entlang ARA-Areal)

Die Erweiterung der ARA Hard wurde in die Teilrevision des regionalen Richtplans von 2022 aufgenommen. Die Teilrevision lag bereits öffentlich auf und wurde dem Kanton zur Genehmigung eingereicht.

Kommunaler Richtplan

Vom 26. September bis am 27. November 2023 lag der revidierte kommunale Richtplan zur öffentlichen Mitwirkung auf. Zurzeit wird der kommunale Richtplan aufgrund der eingegangenen Einwendungen überarbeitet. Im aufgelegten Dokument wurde die angestrebte ARA-Erweiterung im Kapitel Ver- und Entsorgung festgehalten. Dabei wurde die Verankerung des Ausbaus der ARA Hard im regionalen Richtplan ebenfalls aufgeführt. Weiter soll die Aufnahme im kantonalen Richtplan aufgrund des überregionalen Interesses an der Erweiterung der ARA Hard angestrebt werden. Die notwendigen Flächen sollen im Rahmen einer Zonenplanrevision gesichert werden.

Nutzungsplan

Der Perimeter tangiert eine kantonale Landwirtschaftszone, eine Zone für öffentliche Bauten sowie Wald. Da die im Konzept projektierte Anlage über das bisherige Areal der Zone für öffentliche Bauten hinausgeht, entspricht das Projekt nicht den Vorgaben des Zonenplans. Somit hat im östlichen Bereich eine Umzonung von Wald zu Zone für öffentliche Bauten, im Westen eine Einzonung von kantonaler Landwirtschaftszone zu Zone für öffentliche Bauten zu erfolgen. Das Verfahren zur Zonenplanänderung erfolgt parallel zum Gestaltungsplanverfahren. Die in diesem Zusammenhang erforderliche Rodung im Osten sowie die Beanspruchung des Trockenstandorts (kommunales Natur- und Landschaftsschutzinventar) resp. Amphibienlaichgebiet Bereich B (Umgebungsgebiet) im Westen (Bundeinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung) werden im Kap. 5. *Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt* weiter ausgeführt.

Naturgefahrenkarte

Das bestehende ARA-Areal sowie die voraussichtliche Erweiterungsfläche liegen aufgrund der topografischen Gegebenheiten gemäss der synoptischen Gefahrenkarte des Kantons Zürich ausserhalb der Gefährdungsbereiche (Abb. 5).



Abb. 5 Gefahrenkarte Hochwasser und Massenbewegungen [Zugriff: 06. Oktober 2023]

Gemäss Leitfaden *Gebäudeschutz Hochwasser* des AWEL zählen ARA aufgrund des erheblichen Gefährdungspotenzials für die Umwelt zu Sonderrisiko-Objekten. Damit ist die Bauherrschaft verpflichtet, einen höheren Schutz als das empfohlene Schutzziel zu prüfen. Der Kanton Zürich hat in der koordinierten Stellungnahme zur UVB-Voruntersuchung [15] den Antrag gestellt (Antrag 59), in Anbetracht des Umfangs der geplanten Baumassnahmen die Einwirkung eines extremen Hochwasserereignisses (EHQ) zu prüfen. Der Antrag betrifft das Baubewilligungsverfahren und wurde in das entsprechende Pflichtenheft übernommen. Bei der Einstufung als Sonderrisiko-Objekt mit dem entsprechenden Schutzziel besteht kein Interpretationsspielraum. Zusammen mit dem Baugesuch muss aufgezeigt werden, ob das Gebäude gegen Hochwasser geschützt werden muss oder nicht. Der Beizug eines Fachgutachters wird empfohlen. Im Bereich des Teilprojekts West wird der Damm gemäss Modellrechnung sowohl vom 100-jährlichen als auch vom 300-jährlichen Hochwasserereignis überflutet (Abb. 6).

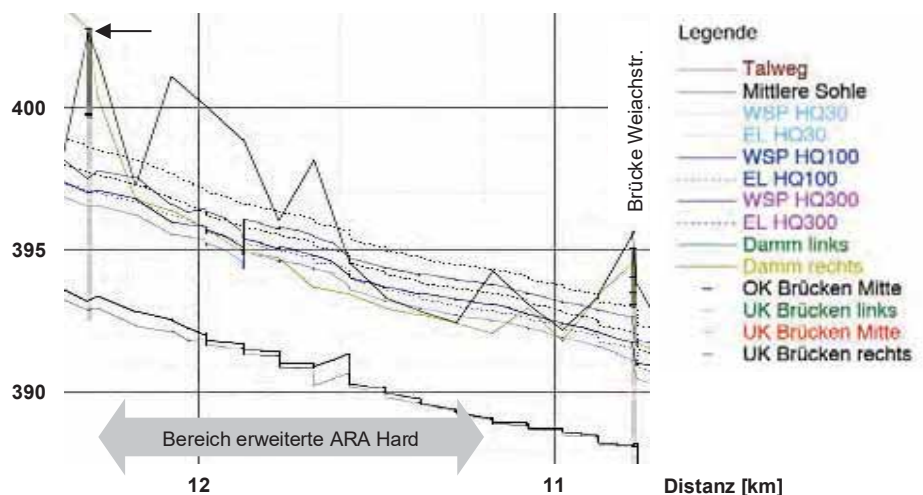


Abb. 6 Hochwasserspiegel Töss – Ausschnitt ARA Hard

Die ARA Hard liegt im Bereich des linksufrigen Damms. Ein 300-jährliches Hochwasserereignis (HQ300), sowie ein HQ100 wird beim betroffenen Damm flussabwärts ab Kilometer 11.6 unterschritten. Planauszug *Hochwasserspiegel Töss Abschnitt Winterthur Schlosstal – Pfungen (km 116.000 – km 9.500, AWEL, 2010*.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Hw-1	Zusammen mit dem Baugesuch ist aufzuzeigen, ob das neue Gebäude gegen Hochwasser geschützt werden muss oder nicht.

Erdbeben

Der Projektperimeter liegt in der Erdbebenzone 1a nach Baunorm SIA 261.

4.3 Eigentumsverhältnisse

Die betroffenen Liegenschaften WU6317-WU6319, WU 6438, WU3577 und WU7392 sowie die bestehende ARA Hard sind Eigentum der Stadt Winterthur (Abb. 7).

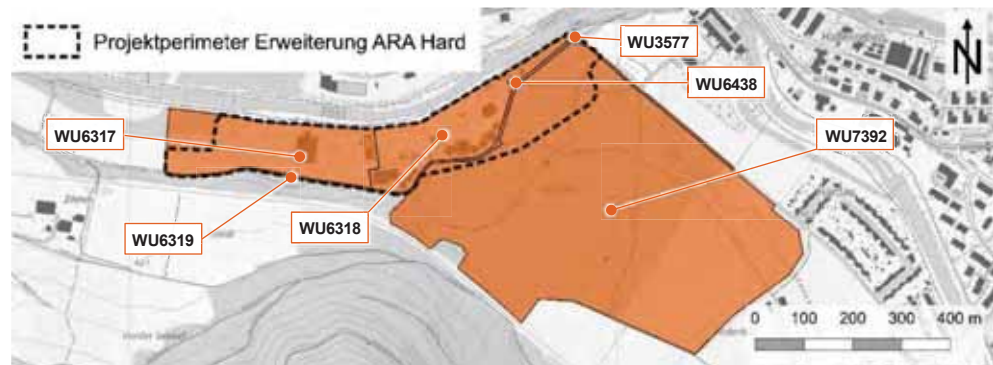


Abb. 7 Die betroffenen Liegenschaften und ihre Eigentümerschaft

4.4 Rationelle Energienutzung

Energieversorgung

Abwasserreinigungsanlagen (ARA) leisten den zentralen Beitrag zum Schutz der Schweizer Gewässer. Gemäss Art. 16 GSchV sind die Betreiber von ARA verpflichtet, geeignete und wirtschaftlich vertretbare Massnahmen zu treffen, um das Risiko von Gewässerverunreinigungen durch ausserordentliche Ereignisse zu verringern. Zu diesen Ereignissen zählen u. a. Stromausfälle, womit der Notstromversorgung von ARA während eines Ausfalls eine zentrale Rolle zukommt. ARA-Betreiber sind dazu angehalten, Notstromkonzepte zu erstellen.

Nutzung Klärgas

Stadtwerk Winterthur hat sich aufgrund ausführlicher Vergleichsberechnungen hinsichtlich der Einspeisung des anfallenden Klärgases ins lokale Gasnetz oder der eigenen Nutzung des daraus erzeugbaren Stroms in einem leistungsfähigen Blockheizkraftwerk (BHKW) für letzteres entschieden. Durch diese Wärme-Kraft-Kopplungslösung kann sowohl elektrische Energie als auch Wärmeenergie lokal und bedarfsgerecht erzeugt werden. Das im Jahr 2018 in Betrieb genommene BHKW mit einer elektrischen Leistung von 600 kW, erlaubt bereits heute eine Eigenversorgung mit Strom von rund 75 % [5]. Zudem wird die gesamthaft benötigte Wärmeenergie für den ARA-Betrieb durch das BHKW autark generiert.

Für die erweiterte ARA Hard plant Stadtwerk Winterthur mit dem Einsatz eines zusätzlichen BHKW. Heute können im Notstrombetrieb nur 50 % der Biologiebecken bei minimaler Belüftung für ca. 8 bis 24 h betrieben werden, ohne Betrieb der Faulung. Die Notstromversorgung muss in Zukunft wahrscheinlich in einer Kombination mit Dieseldieselnageneratoren oder anderen leistungsstarken Aggregaten sichergestellt werden (Regelschwindigkeit und Bandbreite).

Anlagengeometrie

Das grösste Energiepotenzial bei Um- und Neubauten in der ARA Hard besteht in einem möglichst energieeffizienten Betrieb. Dabei ist die Anlagengeometrie von höchster Bedeutung. Die verbesserte Nutzung der Abwärme oder des Klärgases stellt ein geringfügiges Energiepotenzial dar. Die ARA Hard und ihre Reinigungsstufen werden folglich in der Planung möglichst so angeordnet, dass das Abwasser der natürlichen Topografie folgend immer abwärts fliesst und keine Niveauanpassungen durch Pumpen notwendig werden. Im Weiteren sind die Anlagen und Reinigungsstufen so

auszugestalten und laufend zu verbessern, dass die Schmutzlast gleichmässig auf alle Anlagenteile verteilt wird. Damit wird die Anlagensicherheit erhöht und der Energieverbrauch gesenkt.

Schlamm Entsorgung

Die Schlamm Entsorgung erfolgt im Kanton Zürich seit 2015 zentral über eine Monoverbrennung am Standort Zürich-Werdhölzli. Daher ist auch die energetische Restverwertung des ausgefaulten und entwässerten Klärschlammes sichergestellt. Aus der Verbrennung des Winterthurer Klärschlammes werden 2.1 Mio. kWh Wärme ausgewiesen.

Photovoltaikanlage

Bereits 2012 prüfte Stadtwerk Winterthur mit externen Experten die Möglichkeiten einer Photovoltaikanlage bzw. deren Energiepotenzial in der ARA. Das technische Potenzial lag damals bei einer Produktion von rund 1 Mio. kWh pro Jahr und bei Investitionskosten von rund 6 Mio. Franken und ermöglichte keinen wirtschaftlichen Bau und Betrieb. Als Kostentreiber wurde die komplexe Anlagengeometrie identifiziert. So darf eine Photovoltaikanlage den Betrieb der ARA (u.a. Zugänglichkeit zu den Becken mit Spezialfahrzeugen) in keinsten Weise behindern, da ansonsten die Sicherheit der Anlage und die Reinigungsleistung nicht gewährleistet werden kann. Im Jahr 2021 hat der Stadtrat die Weisung für den Bau und den Betrieb von Photovoltaikanlagen durch Stadtwerk Winterthur auf Liegenschaften der Stadt Winterthur (SR.21.473-2) erlassen. Diese sieht vor, auf Liegenschaften der Stadt Winterthur die maximal mögliche Fläche mit Photovoltaikanlagen auszustatten und stellt dementsprechend mehr finanzielle Mittel zur Verfügung, als im Jahr 2012 vorhanden waren. Ebenfalls wird geprüft, über den Biologiebecken mobile Faltdachanlagen zu installieren. Die Erstellung dieser Anlagen wird anhand wirtschaftlicher Aspekte und unter Berücksichtigung der Zugänglichkeit geprüft.

Abwasserwärmenutzung

Die Fachleute der Stadt Winterthur sehen das maximal nutzbare Potenzial an Wärme aus dem gereinigten Abwasser bei rund 35 Mio. kWh pro Jahr und bei rund 12 Mio. kWh pro Jahr aus dem ungereinigten Abwasser. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich diese Potenziale über das ganze Jahr verteilen; die Wärme jedoch nur genutzt werden kann, wenn auch eine genügend grosse Nachfrage nach Wärme besteht (vorwiegend in der Heizperiode). Heute werden schätzungsweise 12,5 Mio. kWh Wärme aus dem gereinigten bzw. ungereinigten Abwasser der Winterthurer ARA genutzt.

Die ARA liefert aus dem gereinigten Abwasser rund 480'000 kWh Wärme pro Jahr an eine benachbarte Überbauung in der Tössallmend (Gemeinde Neftenbach). Diese Wärmeversorgung wurde 2008 in Betrieb genommen und ist im Eigentum der Überbauung. Die Wärmeversorgung ist so dimensioniert, dass sie bei einer Erweiterung der Überbauung um einen Drittel erweitert werden könnte. Es zeigte sich, dass die Wärmeversorgung aus der ARA technisch anspruchsvoll ist und erst seit 2017 einwandfrei funktioniert. Im Rahmen des im vorliegenden UVB behandelten Vorhabens wurde gemäss Stadtwerk Winterthur in der Planung bewusst ein Bereich vorgesehen, um einen späteren Ausbau der Wärmeentnahme aus dem Abwasser ermöglichen zu können. Allerdings ist dies explizit nicht Bestandteil des Vorhabens, könnte aber zukünftig durch politische Willensbildung realisiert werden.

Neben der Wärmeentnahme aus dem gereinigten Abwasser wird bereits im Kanalnetz vor der ARA Wärme aus dem ungereinigten Abwasser entnommen, wobei die

Entnahmeleistung auf 2'000 kW begrenzt bleibt, woraus eine Wärmeproduktion von rund 12 Mio. kWh pro Jahr resultiert. Der Wärmeentzug (max. 2'000 kW) bzw. -eintrag (Kühlung; max. 1'000 kW) aus bzw. ins ungereinigte Abwasser ist stark eingeschränkt. Eine stärkere Leistungsnutzung des ungereinigten Abwassers würde sich negativ auf den Reinigungsprozess auswirken. Würde beispielsweise zu viel Wärme entzogen, müsste im schlechtesten Fall im Reinigungsprozess das Abwasser wieder aufgeheizt werden, was energetisch nicht zielführend ist. Die Wärmeentnahme erfolgt durch verschiedene private Anlagen. Die Anlage *Maierenried* wird durch das Energie-Contracting von Stadtwerk Winterthur betrieben.

Energieeffizienz durch Zusammenschlüsse

Grössere Anlagen weisen einen deutlich geringeren spezifischen Stromverbrauch auf. Durch den potenziellen Anschluss der Gemeinden des oberen Tösstals sowie der Gemeinde Illnau-Effretikon kann die Energieeffizienz im Sinne einer Regionalisierung der Abwasserreinigung weiter gesteigert werden.

Klimaschutz

ARA stellen eine relevante Belastung für das Klima dar, da sie in verschiedenen Bereichen Treibhausgase verursachen [8]. Insgesamt sind es mehr als 1 % der gesamtschweizerischen Treibhausgasemissionen, welche durch ARA emittiert werden. Bei Lachgas (N_2O) sind es bis zu 20 % der Gesamtemissionen, welche gesamtschweizerisch durch den Betrieb der ARA anfallen, was im Jahr 2019 rund 1'050 Tonnen Lachgas entsprochen hat. Damit ist Lachgas deutlich die wichtigste Treibhausgasemission von ARA mit Anteilen bis zu 80 %. Dies haben Langzeitmessungen der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (eawag) aufgezeigt. Dabei stellt Lachgas ein starkes Treibhausgas und die wichtigste ozonzerstörende Substanz in der Stratosphäre dar. Folglich ist eine Reduktion der Lachgasemissionen aus ARA von nationaler Bedeutung, insbesondere da kein Zielkonflikt zur primären Absicht der ARA, dem Gewässerschutz, besteht. Zudem ist eine Optimierung der Lachgasemissionen zweckmässig, da damit bis zu 75 % der Gesamtemissionen einer ARA reduziert werden können.

Lachgas wird auf ARA während des biologischen Stickstoffabbaus gebildet, wobei die grössten Emissionen im Rahmen der Belüftung des Abwassers anfallen. Geringere Mengen Lachgas bilden sich in unbelüfteten Zonen der biologischen Reinigung sowie in der Nachklärung. Ausserdem kann die Verbrennung von Klärschlamm bei nicht optimiertem Betrieb ebenfalls hohe Emissionen verursachen. Zwei relevante Einflussfaktoren auf die Lachgasemissionen konnten aus den eawag-Langzeitmessungen und damit verbundenen Experimenten abgeleitet werden und damit Optimierungspotenzial identifiziert werden. Einerseits ist eine stabile, fortwährende Nitrifikation prozesstechnisch sicherzustellen. Andererseits hängen die Lachgasemissionen mit der Denitrifikationsrate zusammen. Grundsätzlich konnte gezeigt werden, dass eine hohe Stickstoffeliminationsleistung die Lachgasemissionen von ARA zu senken vermag.

Das im vorliegenden UVB behandelte Vorhaben berücksichtigt die mit einer hohen Stickstoffeliminationsleistung einhergehenden, verschärften nationalen sowie kantonalen Bestimmungen über die Einleitbedingungen von Stickstoff (vgl. Kap. 5.7.6). Sämtliche Anlagenbestandteile und Prozesse werden gemäss dem aktuellen Stand der Technik geplant. Dies bedeutet hinsichtlich der Lachgasemissionen exemplarisch, dass die Biologiestufe mit einer ganzjährigen Nitrifikation geplant wird. Der Klärschlamm wird

zudem auch zukünftig der kantonalen Klärschlammverbrennung Zürich-Werdhölzli zu-geführt.

Neben Lachgas emittieren ARA zwei weitere Treibhausgase: Kohlendioxid (CO₂) und Methan (CH₄). Methan wird unter anaeroben Prozessbedingungen im Kanalnetz und zu einem grösseren Anteil in der anaeroben Schlammbehandlung gebildet und emittiert. Wie Lachgas wird auch Methan als direkte Treibhausgasemission im Treibhausgasinventar der Schweiz des BAFU berücksichtigt. Kohlendioxid gilt einerseits als indirekte Emission, verursacht durch den Stromverbrauch und andererseits als direkte Emission beim Kohlenstoffabbau während des Klärprozesses. Aufgrund des biogenen Ursprungs der Kohlenstofffracht im Abwasser werden die direkten Kohlendioxid-Emissionen im Treibhausgasinventar nicht berücksichtigt.

Der Massnahmenplan Verminderung der Treibhausgase des Kantons Zürich hat bezüglich ARA zum Ziel, Methanemissionen künftig erheblich zu reduzieren, indem keine offenen Stapelbehälter mehr betrieben werden. Die Planung der Anlagen der erweiterten ARA Hard berücksichtigen diese Massnahme.

Das Vorhaben trägt zu einer Reduktion von Lachgas- sowie Methanemissionen bei und bewirkt damit eine deutliche Verbesserung der Treibhausgasbilanz der ARA Hard im Vergleich zur gegenwärtigen Situation.

4.5 Beschreibung der Bauphase (Baustelle)

Bauzeit

Die Realisierung der drei Teilprojekte ist gemäss gegenwärtigem Stand in den folgenden individuellen Zeiträumen angedacht, wobei der Zeitraum der Hauptarbeiten fett dargestellt wird [17]:

_ Realisierung Teilprojekt West:

_ Biologie / MV-Stufe / Filtration	bis 2029
_ Rücklaufbehandlung	2038
_ Leistungssteigerndes Verfahren Biologie	2049

_ Realisierung Teilprojekt Ost:

_ Zulauf / mechanische Reinigung	2030 – 2035
---	--------------------

_ Realisierung Teilprojekt Mitte:

_ Sofortmassnahmen	2025 – 2026
_ Schlammmentwässerung (zusammen mit Projekt Ost)	2031 – 2032
_ Schlammbehandlung inkl. Peripherie	2036 – 2039

Bauablauf

Die Planung des Teilprojekts West ist bereits am weitesten fortgeschritten und liegt als erweitertes Vorprojekt [6] vor, in welchem Aussagen zum Bauablauf gemacht werden. Um einen effizienten Umbau zu ermöglichen, ist ein etappenweises Vorgehen notwendig. Es sind eine Vorbereitungs- und zwei Hauptetappen vorgesehen: Die Etappe 1 entspricht dem Umbau im Westen (neue GAK-Filtration, Strassen 3+4, Sanierung und Umbau der Biologie, Strassen 3+4). Die Etappe 2 enthält den Neubau der Biologie, Strassen 1+2, sowie den Neubau, Umbau und die Sanierung der bestehenden Sandfiltration zu einer GAK-Filtration (Strassen 1+2). Auf detailliertere Darstellungen der Bauphasen der einzelnen Teilprojekte muss im vorliegenden Bericht verzichtet werden, da

die Bauprojekte noch nicht vorliegen. Die Beschreibung des Bauablaufs kann folglich erst im Rahmen nachgelagerter Planungs- und Bewilligungsverfahren erfolgen.

Installationsplätze und Baustellenerschliessung

Für den Baustellenbetrieb des Teilprojekts West und die spätere GAK-Logistik wird eine Strassenverbreiterung notwendig. Zwar werden im erweiterten Vorprojekt zur westlichen Erweiterung bereits Installationsplätze ausgewiesen. Zum Zeitpunkt der Erarbeitung des Vorprojekts hat die Anordnung der GAK-Filtration auf dem erweiterten ARA-Gelände noch anders vorgelegen als heute. Folglich wird auf die Dokumentation der Installationsplätze verzichtet, da diese obsolet sind. Stattdessen werden diese im Zuge der Erarbeitung der Bauprojekte eingeplant.

Aufgrund des aktuellen Planungsstands sind weiter noch keine Informationen bezüglich Baustellenerschliessung und Installationsplätze im Zusammenhang mit den Teilprojekten vorhanden. Somit muss die Beschreibung von Installationsplätzen und Baustellenerschliessung auf nachgelagerte Planungs- und Bewilligungsverfahren verlagert werden.

Materialbewirtschaftung

Eine Materialbilanz für die jeweiligen Teilprojekte konnte im Rahmen der UVB-Hauptuntersuchung nicht aufgestellt werden, da dies der aktuelle Planungsstand noch nicht zulässt.

5. Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt

5.1 Relevanzmatrix

Die möglichen Auswirkungen des Projekts und ihre Bedeutung für die Umwelt sind in der nachfolgenden Relevanzmatrix (Tab. 2) dargestellt. Es werden die Projektzustände Bau- und Betriebsphase unterschieden.

Umweltbereich	Projektzustand	Bauphase	Betriebsphase
Luft		■	■
Lärm		■	■
Erschütterungen und abgestrahlter Körperschall		●	○
Nichtionisierende Strahlung		○	■
Grundwasser		■	○
Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme		●	■
Entwässerung		■	■
Boden inkl. Fruchtfolgeflächen		■	○
Altlasten		■	○
Abfälle, umweltgefährdende Stoffe/Materialbewirtschaftung		■	●
Umweltgefährdende Organismen		■	●
Störfallvorsorge und Katastrophenschutz		●	○
Wald		■	○
Terrestrische Flora, Fauna und Lebensräume		■	■
Landschaft		○	○
Ortsbildschutz, Kulturdenkmäler, Archäologie und historische Verkehrswege		○	○
Fuss-, Veloverkehr und Erholung		■	○
Lichtemissionen		●	■

Tab. 2 Relevanzmatrix Umwelt

Legende

○ Irrelevant, keine Einflüsse vorhanden.

● Auswirkungen relevant, wird im UVB abschliessend dargestellt.

■ Auswirkungen relevant, wird im UVB dargestellt inkl. Pflichtenheft für separate Projektierungsphasen.

5.2 Luft

5.2.1 Grundlagen

- [21] Umweltschutzgesetz (USG)
- [22] Luftreinhalte-Verordnung (LRV)
- [23] Empfehlung des Bundesamts für Umwelt über die Mindesthöhe von Kaminen über Dach (Kamin-Empfehlungen BAFU)
- [24] Klimawandel im Kanton Zürich, Massnahmenplan zur Verminderung der Treibhausgase, Baudirektion Kanton Zürich, AWEL, September 2018.
- [25] Verordnung zum Massnahmenplan Luftreinhaltung (VML)
- [26] Massnahmenplan Luftreinhaltung, AWEL, Stand 2016.
- [27] Massnahmenplan Luftreinhaltung Winterthur 2023 inkl. zugehörige Vollzugsverordnung zum Massnahmenplan Luftreinhaltung der Stadt Winterthur (VVO ML)
- [28] Standortbericht zur Massnahmenplanung Luftreinhaltung des Kantons Zürich, AWEL, 30. Dezember 2022
- [29] Luftreinhaltung auf Baustellen, Richtlinie über betriebliche und technische Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoff-Emissionen von Baustellen (Baurichtlinie Luft), Ergänzte Ausgabe, BAFU, Februar 2016.
- [30] Richtlinie Luftreinhaltung bei Bautransporten, Bern, BUWAL, 2001.
- [31] OSTLUFT, die Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein, www.ostluft.ch, abgerufen am 11. Oktober 2023.
- [32] Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten, Planungsgrundlagen. BUWAL, 2004.

5.2.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Für die UVB-Hauptuntersuchung wurden in der UVB-Voruntersuchung keine weiteren Abklärungen im Umweltbereich «Luft» vorgesehen.

5.2.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Stadt Winterthur, Umwelt- und Gesundheitsschutz, Fachstelle Umwelt:

- | | |
|----------|--|
| Antrag 3 | Es ist eine Umweltbaubegleitung (UBB) nach SN 640 610a vorzusehen, welche mindestens die Umweltbereiche Luftreinhaltung, Lärmschutz und invasive Neophyten abdeckt. |
| Antrag 4 | Es ist aufzuzeigen, wie das Abfackeln substanzieller Gasmengen in Zukunft verhindert wird. |
| Antrag 5 | Es ist zu untersuchen, ob ein geschlossenes Entsorgungssystem von Rechengut implementiert werden kann (Ziel: Reduktion der Geruchsemissionen). Das Ergebnis der Untersuchung ist im UVB zu dokumentieren. ¹ |
| Antrag 6 | Die Einhausung der mechanischen Reinigungsstufe sowie eine geeignete Filterung der Abluft zur Geruchsneutralisation ist zu prüfen (Ziel: Reduktion der Geruchsemissionen). Das Ergebnis der Prüfung ist im UVB zu dokumentieren. |
| Antrag 7 | Im Rahmen der Hauptuntersuchung ist zu klären, wo eine allfällige Gasaufbereitungsanlage realisiert würde, welche Gasaufbereitungstechnologie zum Einsatz käme und |

¹ Diese Untersuchung ist gemäss UVB-Voruntersuchung Gegenstand des «Pflichtenhefts nachgelagerte Planungs- und Bewilligungsverfahren». Sie soll aber bereits im Rahmen der Hauptuntersuchung durchgeführt werden.

mit welchen Luftschadstoff-Emissionen zu rechnen wäre. Im UVB ist der nachvollziehbare Nachweis zu erbringen, dass eine allfällige Gasaufbereitungsanlage die umweltrechtlichen Rahmenbedingungen einhält.

Antrag 8

Im Rahmen der Hauptuntersuchung ist die lufthygienerechtskonforme Realisierbarkeit der Notstromversorgung nachzuweisen.

Antrag 9

Im Rahmen der Hauptuntersuchung ist aufzuzeigen, wie die Anforderungen gemäss Massnahme AR2 (2018) bzw. AB09 (aktuell) des kantonalen Massnahmenplans zur Verminderung der Treibhausgase erfüllt werden.

Kommentar UVB-Verfasser zu den behördlichen Anträgen

Die Behördenanträge 3, 4, 5, 6, 8 und 9 wurden berücksichtigt. Das UVB-Kapitel Luft respektive für Antrag 3 das Kap. 6.2 *Umweltbaubegleitung* handeln die genannten Anträge ab und liefern die geforderten Inhalte.

Antrag 7 wurde im Nachgang an die Publikation der Koordinierten Stellungnahme zwischen Behörde und Bauherrschaft diskutiert. Die Möglichkeit, zukünftig das Klärgas mittels einer Gasaufbereitung in das Erdgasnetz einzuspeisen, anstatt es ohne Aufbereitung in einem BHKW für den ARA-internen Energiebedarf zu verwerten, soll im vorliegenden UVB nicht behandelt werden, da die aktuelle Planung von einer künftigen Verwertung der Klärgase durch zwei BHKW ausgeht.

5.2.4 Ist- und Ausgangszustand

Massnahmenplan Luftreinhaltung

Der Kanton Zürich gehört gemäss dem Massnahmenplan Luftreinhaltung [21] zu den am stärksten mit Luftschadstoffen belasteten Gebieten der Schweiz. Die Luftqualität hat sich in den 1980er- und 1990er-Jahren deutlich verbessert. Seit dem Jahr 2000 hat die Schadstoffbelastung der Luft jedoch nicht mehr im selben Masse abgenommen und die Grenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) für Feinstaub (PM₁₀ / PM_{2.5}), Stickstoffoxide (NO_x, angegeben als NO₂) und Ozon (O₃) werden auch gegenwärtig vielerorts und regelmässig überschritten. Speziell betroffen sind städtische Gebiete und Bereiche entlang von Hauptverkehrsachsen. Zudem leiden die empfindlichen Ökosysteme und die Wälder unter dem zu hohen Stickstoffeintrag aus der Luft.

Standortbericht zur Massnahmenplanung

Die Bilanz der bestehenden Massnahmen aus dem 2016 revidierten Massnahmenplan Luftreinhaltung ist gemäss dem Standortbericht zur Massnahmenplanung Luftreinhaltung positiv [28]. Nichtsdestotrotz sind heutzutage die Immissionen im Sinne der LRV bezogen auf die Belastung durch NH₃, Stickstoffeinträge in empfindliche Ökosysteme und O₃ flächendeckend übermässig. Für die Belastung durch Feinstaub PM_{2.5} und NO₂ sind sie, je nach Ort und Zeit, teilweise übermässig. Bei Feinstaub PM₁₀ haben die Verbesserungen dazu geführt, dass keine Übermässigkeit mehr festzustellen ist. Folglich verpflichtet die heutige Situation den Kanton Zürich, die Massnahmenplanung weiterzuführen und die bestehenden Massnahmen aufrechtzuerhalten.

Messresultate und Modelldaten

Der räumlich nächstgelegene Messstandort für NO₂, O₃ und PM₁₀ befindet sich in Winterthur Veltheim in rund vier Kilometern Entfernung zur ARA Hard (Luftlinie). Die Jahresmittelwerte lagen im Jahr 2022 für NO₂ (13 µg/m³) und PM₁₀ (12 µg/m³) unter dem Immissionsgrenzwert von 30 µg/m³ respektive 20 µg/m³ (Tab. 3). Für Ozon kam es

beim Stundenmittel-Grenzwert von 120 µg/m³ insgesamt zu 299 Überschreitungen im Jahr 2022 an 54 verschiedenen Tagen. Das höchstgemessene Stundenmittel an der Messstation Winterthur Veltheim für Ozon lag im Jahr 2022 bei 162 µg/m³. Gemäss LRV Anh. 7 ist lediglich eine einmalige Überschreitung des Stundenmittel-Grenzwerts zulässig. Gemäss der Karte der PolluMap-Modelldaten für Feinstaub-Immissionen und NO₂-Immissionen für das Jahr 2020, werden die Immissionsgrenzwerte für NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} im Projektperimeter eingehalten. Die Russ-Immissionen (Black Carbon) liegen gemäss PolluMap-Modelldaten für das Jahr 2020 im Projektperimeter um 0.3 µg/m³ (Jahresmittelwert). Für Russ sind keine Immissionsgrenzwerte festgelegt, die Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL) empfiehlt als Richtwert den Bereich von 0.2-0.3 µg/m³.

Luftschadstoff	NO ₂ ¹	PM ₁₀ ¹	PM _{2.5} ¹	O ₃ ²	BC ¹
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Immissionsgrenzwert	30	20	10	120	–
Messung 2022, Winterthur Veltheim	13	12	–	162	–
Modelldaten PolluMap für das Jahr 2020	14.9 / 15.1	12.4	9.2	–	0.3

Tab. 3 Luftschadstoffe und Immissionsgrenzwerte
Die Messdaten entstammen der Messstation in Winterthur Veltheim für das Jahr 2022. Die PolluMap-Modelldaten für 2020 wurden dem GIS-ZH entnommen (Stand 11. Oktober 2023). Die
¹ Jahresmittelwerte
² Stundenmittelwerte

BHKW

Luftschadstoffemissionen durch ARA-Betrieb

Durch den Faulprozess des Klärschlammes fällt Klärgas an, welches energetisch im Blockheizkraftwerk (Jenbacher JMS 312 GS-B.LC, Baujahr 2017) genutzt wird. Die damit einhergehende Verbrennung von Gas ist im Wesentlichen für die Luftschadstoffemissionen der ARA verantwortlich. Die Luftschadstoffemissionen des BHKW werden regelmässig im Sinne einer Messung nach Luftreinhalteverordnung (LRV) Art.13 überprüft und wurden im Jahr 2022 eingehalten (Tab. 4). Aufgrund der Abgaswerte und den bekannten Betriebsstunden des BHKW lassen sich rund 3'800 kg CO (trocken) und 1'000 kg NO_x (trocken) als jährliche Emissionen ausweisen.

	Messwert	Grenzwert gem. LRV	Beurteilung
Resultate bez. 5 % O ₂ , 0 °C, 1013 mbar, trocken	[mg / m ³]	[mg / m ³]	
CO (N)	199±20	300	eingehalten
NO _x als NO ₂ (N)	50±5	50	eingehalten

Tab. 4 Auszug aus dem Resultatblatt der Abgasmessung BHKW, Jahr 2022

Gasfackel

Weiter besteht eine Gasfackel, über welche Gas verbrannt werden kann, sollte das Speichervolumen voll sein oder aus anderen Gründen Gas abgelassen werden müssen. Da davon ausgegangen werden kann, dass nur selten Gas über die Gasfackel verbrannt werden muss, kann festgehalten werden, dass der Schadstoffausstoss durch die Gasfackel weit unter dem des BHKW liegen muss. Da im gegenwärtigen Zustand

lediglich ein BHKW zur Verfügung steht und das vorhandene Gasometervolumen mit 500 m³ relativ klein ist (entspricht dem während 0.08 Tagen anfallenden Gas aus dem ARA-Betrieb), mussten in der Vergangenheit während wartungsbedingten Abschaltungen des BHKW substanzielle Gasmengen verbrannt werden. Der Höchststand der Abfackelung von Gas über die Gasfackel lag im Zeitraum zwischen 2016 und 2018, mit der Spitze im Jahr 2017, wo bis zu einem Viertel der gesamten anfallenden Gasmenge abgefackelt werden musste (Tab. 5). Im Zeitraum zwischen 2019 und 2022 konnte der Anteil von abgefackeltem Gas deutlich unter 10 % gehalten werden und damit die Situation substanziell verbessert werden. Im Jahr 2023 ereignete sich aufgrund eines Defekts des Gasometers ein ungewollter Gasaustritt. Da das BHKW über den Gasometer gespiesen wird, musste bis zur aufwendigen Instandsetzung des Gasometers viel Gas verbrannt werden. Folglich ist das Jahr 2023 nicht repräsentativ für den Anteil Gas, welcher über die Gasfackel verbrannt wird.

Jahr	Gasproduktion [Nm³/a]	Gasfackel [m³]	Anteil Verbrennung über Gasfackel [%]
2016	1'772'413	251'691	14.2
2017	1'837'909	447'243	24.3
2018	1'836'781	290'683	15.8
2019	1757243	22964	1.3
2020	1963062	45635	2.3
2021	2130539	138582	6.5
2022	2126924	101925	4.8
2023	1881595	774560	41.2

Tab. 5 Gasproduktion der Jahre 2016-2023 und Anteil der Verbrennung über die Gasfackel.

Klärschlammverbrennung

Die Klärschlammverbrennung wird seit 2015 in der Schlammverbrennungsanlage Werdhölzli in Zürich durchgeführt, wodurch auch künftig keine Schadstoffe durch den Verbrennungsprozess in Winterthur anfallen werden. Der Entscheid, den gesamten in zürcherischen Abwasserreinigungsanlagen anfallenden kommunalen Klärschlamm ab 1. Juli 2015 bis Ende 2035 der neuen zentralen Klärschlammverwertungsanlage (KSV) am Standort der ARA Werdhölzli zuzuweisen und zu verwerten, wurde im Regierungsratsbeschluss vom 31. August 2011 (RRB 1035) gefasst. Somit gehen von der bestehenden Anlage keine Emissionen durch die Verbrennung von Klärschlamm aus.

Betriebsverkehr

Durch Zulieferung von Betriebsmitteln, Klärschlamm und durch die Abfuhr von Abfällen (u.a. Klärschlamm, Rechengut) per Lastwagen sowie die Personenwagenfahrten des Betriebspersonals induziert der ARA-Betrieb Verkehr, welcher Luftschadstoffe ausstösst. Gegenwärtig wird bei Stadtwerk Winterthur von täglich 20 Lastwagen- und 30 Personenwagenfahrten ausgegangen. Dies entspricht einem Anteil von rund 0.3 % des täglichen Durchschnittsverkehrs der nahegelegenen Weiachstrasse. Daraus leitet sich ab, dass die Luftschadstoffemissionen aus dem Verkehr im Zusammenhang mit dem Betrieb der ARA Hard vernachlässigbar klein sind.

Geruchsemissionen

Generell gelten auf ARA der Rohabwasser-Zulauf, das Rechengut und der im Voreindicker eingedickte Schlamm als Geruchsquellen. Bereits heute liegt die Rechenanlage in einem geschlossenen Gebäude vor und das Rechengut wird in Mulden gesammelt. Der eingedickte Schlamm wird auf der ARA Hard in Dickschlammsilos bis zum Abtransport zur Verbrennungsanlage eingelagert. Die Beschickung der Silos erfolgt über ein Leitungssystem, in welchem der eingedickte Schlamm geruchsemissionsfrei transportiert wird. Der Abtransport des Schlammes erfolgt mittels Lastwagen auf offener Ladebrücke, welche mit einer Plane verschlossen wird. Reklamationen aus der Nachbarschaft sind sehr selten, wobei Stadtwerk Winterthur auch schon für Geruchsemissionen verdächtigt wurde, welche im Endeffekt nachweislich von einem Asphalt-Mischwerk des gegenüberliegenden Tössufers stammten.²

5.2.5 Bauphase

Vorsorgeprinzip

Die Realisierung der Erweiterung ARA Hard folgt dem Grundsatz, dass die Bevölkerung durch Luftschadstoffemissionen nicht übermässig gestört werden darf. Gemäss Art. 11 Abs. 2 des Bundesgesetzes über den Umweltschutz (USG) sind unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung die Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist. Dies gilt grundsätzlich auch für Luftschadstoffemissionen.

Bauarbeiten

Massgebende Emissionsquellen von Luftschadstoffen auf Baustellen sind:

- _ Baumaschinen und Geräte;
- _ mechanische, thermische und chemische Arbeitsprozesse.

Während der Bauphase gilt für die Luftreinhaltung auf Baustellen die Massnahmenstufe B gemäss Richtlinie «Luftreinhaltung auf Baustellen» des BAFU. Kriterien für die Einteilung der Baustelle in die Massnahmenstufe B sind u. a. die Dauer der Baustelle, welche im vorliegenden Fall mehr als 1 Jahr beträgt und die Fläche der Baustelle, welche bei über 4'000 m² je Teilprojekt liegt.

Staubemissionen

Staubemissionen können beim Abbruch / Rückbau von Gebäuden und Anlagen, bei Erdarbeiten und Transporten sowie durch Aufwirbelung / Verwehung (Aufschüttungen) entstehen.

Korrosionsschutzarbeiten

Gemäss Angaben des Stadtwerk Winterthur ist davon auszugehen, dass Korrosionsschutzarbeiten an Kunstbauten notwendig werden.

Bautransporte

Bahntransport von Aushub und Gesteinskörnung (BTV)

Die Aushubmengen sind noch nicht klar, womit gegenwärtig noch keine Aussage getroffen werden kann, ob das Bauvorhaben der Verordnung über den Bahntransport von Aushub und Gesteinskörnung (BTV) des Kantons Zürich unterstellt ist. Der Schwellenwert von 25'000 Festkubikmetern Aushub gilt unter Ausschluss von Ober- und Unterboden, Rückbaustoffen und Aushub, der auf der Baustelle oder auf benachbarten Grundstücken zwischengelagert und vor Ort verwertet wird. Es wird sowohl bei Über- als

² Gemäss Angabe von Stadtwerk Winterthur (Günther Rauchegger, Mail vom 01.11.2023)

auch Unterschreitung des Schwellenwerts angenommen, dass die Bautransporte vollumfänglich mittels Lastwagen über die Strasse stattfinden werden.

Grossbaustelle

In Bezug auf die Bautransporte gilt das vorliegende Projekt gemäss Vollzugshilfe *Luftreinhaltung bei Bautransporten* [30] als Grossbaustelle (u.a. Bauarealfläche > 5'000 m², Bauzeit > 1 Jahr). Der Projektierungsstand der Teilprojekte wird auch zum Zeitpunkt der Erarbeitung der UVB-Hauptuntersuchung noch keine Abschätzung der spezifischen Transportemissionen (Stickoxide, NO_x) zulassen. Folglich muss die Abschätzung und Beurteilung anhand des Zielwerts für Flächenbaustellen, welcher für NO_x bei 10 g/m³ und für CO₂ bei 1'200 g/m³ transportiertes Material liegt, auf nachgelagerte Planungs- und Bewilligungsverfahren verschoben werden. Für die Ermittlung der spezifischen Transportemissionen (Emissionen pro m³ umgeschlagenes Material) werden die Materialflüsse gemäss Materialbewirtschaftungs- und Entsorgungskonzept zugrunde gelegt. Es werden geeignete Massnahmen zur Minimierung der Luftschadstoffemissionen aus Bautransporten definiert.

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
Lu-1	Einhaltung der Richtlinie <i>Luftreinhaltung auf Baustellen</i> des BAFU (ergänzte Ausgabe, Februar 2016) zur Begrenzung der Luftschadstoffemissionen. Es gilt die Massnahmenstufe B. Im Folgenden werden die wichtigsten Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoffemissionen auf der Baustelle aufgeführt: _ Die auf der Baustelle eingesetzten dieselbetriebenen Maschinen und Geräte müssen mit geprüften Partikelfiltersystemen mit Konformitätsbescheinigung ausgerüstet sein: _ Leistung > 37 kW: alle _ Leistung 18 – 37 kW: ab Baujahr 2010 _ Für alle Maschinen und Geräte mit Verbrennungsmotoren muss die regelmässige Wartung dokumentiert werden: _ Leistung > 18 kW: mit Abgaswartungsdokument und Abgasmarke _ Leistung < 18 kW: mit Wartungskleber _ Für Arbeitsgeräte mit Benzinmotoren ohne Katalysatoren ist Gerätebenzin nach SN 181 163 zu verwenden. _ Für dieselbetriebene Maschinen und Geräte sind schwefelarme Treibstoffe (Schwefelgehalt <50 ppm) zu verwenden. _ Die Staubentwicklung bei mechanischen Arbeitsprozessen und auf den Verkehrsflächen ist zu minimieren: _ Bei staubenden Arbeiten mit Maschinen und Geräten (insbesondere Fräsen) sind staubmindernde Massnahmen wie Benetzen, Erfassen, Absaugen oder Staubabscheiden zu treffen. _ Auf der Ein- und Ausfahrt und im Baustellenbereich ist die Staubentwicklung mit geeigneten Massnahmen (Benetzen, Reinigen) zu begrenzen. _ Bei thermischen und chemischen Arbeitsprozessen ist die Freisetzung von Gasen, Rauchen und Lösungsmitteln zu vermeiden.
Lu-2	Planung von Umweltschutzmassnahmen aufgrund von allfällig notwendigen Korrosionsschutzarbeiten anhand der Planungsgrundlagen <i>Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten</i> des BU-WAL unter Berücksichtigung der Meldepflicht und den Vorschriften zur Durchführung von Korrosionsschutzarbeiten (§ 14 und § 14a VML).

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Lu-1	Die Überprüfung, ob das Bauvorhaben der BTV des Kantons Zürich unterstellt ist, findet im Rahmen eines späteren Planungsverfahrens statt, welches Aussagen zu Aushubmengen zulässt. Besteht eine Pflicht zum Bahntransport, wird dem AWEL durch die Bauherrschaft vor der Baufreigabe ein Transportkonzept zur Genehmigung unterbreitet.

Nr.	Beschreibung
Pf-Lu-2	Die durch Bautransporte verursachten Emissionen der einzelnen Teilprojekte werden abgeschätzt und anhand des Zielwerts für Flächenbaustellen beurteilt. Geeignete Massnahmen zur Minimierung der Luftschadstoffemissionen aus Bautransporten werden unter Einhaltung von Art. 17 VVO ML definiert.

Da die zur Anwendung kommenden Bauverfahren noch nicht bekannt sind, muss eine detailliertere Beurteilung der Bautätigkeiten losgelöst von der vorliegenden UVB-Hauptuntersuchung, bei Vorliegen der Detailprojekte vorgenommen werden. Für Baustellen, bei welchen die Massnahmenstufe B gilt, sind nebst Basismassnahmen zur Reduktion von Luftschadstoffemissionen auch spezifische Massnahmen festzulegen. Massnahmen zur Minimierung der Luftschadstoffemissionen aus Bautransporten werden in der nachgelagerten Projektierung definiert.

5.2.6 Betriebsphase

Luftschadstoffemissionen durch ARA-Betrieb

BHKW

Die Luftschadstoffemissionen der ARA Hard werden hauptsächlich aus der energetischen Nutzung der Klärgase in den zwei vorgesehenen neuen Blockheizkraftwerken (BHKW) stammen. Durch die Planung mit künftig zwei BHKW können Unterbrüche in der Energieproduktion durch wartungsbedingte Abschaltungen der BHKW überbrückt werden, indem eine Anlage stets in Betrieb gehalten wird und so fortwährend Gas verwertet werden kann. Die BHKW-Kapazitäten werden bei der Anschaffung der Anlagen zudem so ausgelegt, dass das gesamte zukünftig potenziell anfallende Klärgas verwertet werden kann.

Gasfackel

Verbleibende Schadstoffemittenten sind die aus Redundanzgründen in zweifacher Ausführung vorgesehenen Gasfackeln, welche beide sehr geringe Schadstoffemissionen aufweisen. Prinzipiell soll im Betriebszustand nur noch in Ausnahmefällen Gas über die Gasfackel abgefackelt werden, was durch die beiden geplanten BHKW gewährleistet werden kann.

Gasometer

Weiter wird durch das verglichen zum Ist-Zustand zwölfmalige Gasometervolumen von total ca. 6'000 m³ im Betriebszustand deutlich mehr Klärgas gelagert werden können, was bezüglich der Abfackelung von Klärgas über die Gasfackel ebenfalls eine substantielle Entschärfung der Problematik bedeutet.

Klärschlammverbrennung

Es ist davon auszugehen, dass auch zukünftig die Klärschlammverbrennung im Kanton Zürich zentral im Rahmen der ARA Werdhölzli ausgeführt wird, womit im Rahmen der erweiterten ARA Hard keine Emissionen durch die Klärschlammverbrennung zu erwarten sind.

Notstromaggregate

Die Organisation für Stromversorgung in ausserordentlichen Lagen (OSTRAL) hat Grossverbrauchern wie der ARA Hard im Jahr 2021 Informationen hinsichtlich Strommangellagen übergeben. Im Ist-Zustand besteht ein Notstrombedarf für ca. einen Tag, zukünftig muss gemäss OSTRAL eine Strommangellage «über längere Zeit» überbrückt werden können. Während einer Strommangellage respektive einer Ersatzstromsituation soll gemäss aktueller Planung im Betriebszustand auf der ARA Hard mittels den beiden BHKW die Grundlast gefahren werden können. Zusätzlich sollen

Dieselaggregate die Regelaufgaben übernehmen. Stadtwerk Winterthur verpflichtet sich, die Notstromaggregate lufthygienerechtskonform umzusetzen. Für die Realisierung allfälliger Filter und Kamine, welche für die Aggregate vorausgesetzt werden, ist im Gestaltungsplan genügend Spielraum eingeplant worden.

Methanemissionen

Die Massnahme AR2 des Massnahmenplan Verminderung der Treibhausgase des Kantons Zürich betrifft ARA und hat zum Ziel, Methanemissionen künftig erheblich zu reduzieren, indem keine offenen Stapelbehälter mehr betrieben werden. Die Planungen der Anlagen der erweiterten ARA Hard erfolgen nach dem aktuellen Stand der Technik, die Massnahme AR2 wird umgesetzt.

Strassenverkehrsemissionen

Der durch den ARA-Betrieb verursachte Verkehr und die damit zusammenhängenden Luftschadstoffe werden vor allem durch die Lastwagentransporte für die Zulieferung von Betriebsmitteln und Klärschlamm sowie der Abfuhr von Abfällen (u.a. Dick-schlamm, welcher in die Verbrennungsanlagen geführt wird) verursacht. Des Weiteren sind Zulieferungen von Klärschlamm vorgesehen und es fallen Personenwagenfahrten von Angestellten und Besuchern an.

Geruchsemissionen

Bei der Reinigung der Abwässer entsteht geruchsbelastete Abluft. Geruchsemissionen werden im Betriebszustand potenziell vom Zulauf des Rohabwassers, dem Rechengut und vom eingedickten Schlamm ausgehen.

Zulauf Rohabwasser

Das Rohabwasser wird ab dem Jahr 2026 über die neue Töss-Rohrbrücke auf das ARA-Gelände zulaufen, ein wie bereits im Ist-Zustand vollständig geschlossenes System, wodurch Geruchsemissionen wegfallen. Die aktuelle Planung sieht zudem ein vollständig unterirdisches Regenüberlaufbecken vor, welches bei starken Niederschlägen einen Teil des zulaufenden Wassers zurückhalten und anschliessend kontrolliert der ARA zuleiten kann. Das geplante Havariebecken muss aufgrund von unterschiedlichen Funktionen separat vom Regenüberlaufbecken oberirdisch gebaut werden. So muss ein Havariebecken zulaufendes Abwasser aufnehmen und zurückhalten können, welches beispielsweise leicht entzündliche Flüssigkeiten enthält, was in einem unterirdischen Becken sicherheitstechnisch nicht möglich wäre.

Rechenanlage

Die Rechenanlage, als Teil der mechanischen Reinigungsstufe ist geruchstechnisch von hoher Relevanz. Folglich wird diese wie bereits im Ist-Zustand in eingehauster Ausführung eingeplant. Das anfallende Rechengut wird gemäss dem Stand der Technik möglichst in einem geschlossenen System gehalten, wodurch Geruchsemissionen auf ein Minimum reduziert werden können. Ob dies mittels des Einsatzes von Pressmulden oder über Endlossäcke und gewöhnlichen Mulden umgesetzt wird, ist gemäss aktuellem Planungsstand noch nicht definiert.

Aufgrund der erhöhten Geruchsemissionen wird die gesamte Abluft des Gebäudes der Rechenanlage kontinuierlich abgezogen und über eine Abluftbehandlung in der Form eines Abluftbiofilters geführt werden, was dem Stand der Technik entspricht.

Eingedickter Schlamm

Der eingedickte Schlamm soll zukünftig weiterhin bis zum Abtransport in die Klärschlammverbrennungsanlage Zürich-Werdhölzli in Dickschlammsilos gelagert werden, wobei die Beschickung der Silos über ein geruchsemissionsfreies Leitungssystem gewährleistet wird.

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
Lu-3	Massnahme FE6 ³ zu Anlagen mit stationären Verbrennungsmotoren und Gasturbinen des Massnahmenplan Luftreinhaltung 2023 der Stadt Winterthur (Art. 11-16 VVO ML). ⁴
Lu-4	Die Emissionen der BHKW werden gemäss § 9 Abs. 3 VML des Kantons Zürich jährlich durch Kontrollmessungen hinsichtlich der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte der LRV (Anh. 1 Ziff. 7-8 und Anh. 2 Ziff. 82) überprüft.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Lu-3	Für die Reduktion von Geruchsemissionen wird die Implementierung eines geschlossenen Entsorgungssystems von Rechengut mittels Endlossäcken oder Pressmulden umgesetzt.
Pf-Lu-4	Um das Abfackeln von Gas künftig zu unterbinden, werden in der weiteren Planung der Anlage zwei BHKW sowie ein grösseres Gasometervolumen vorgesehen.
Pf-Lu-5	Die weitere Planung sieht die Einhausung sowie die Abluftbehandlung mittels Abluftbiofilter der Rechenanlage vor.
Pf-Lu-6	Für die Sicherstellung des Betriebs während ausserordentlichen Lagen einzuplanende Notstromaggregate werden lufthygienerechtskonform umgesetzt.

5.2.7 Beurteilung

Der aktuelle Planungsstand lässt aufgrund noch nicht vorliegender detaillierter Daten keine abschliessende Beurteilung zu. Während der Bauphase sind unter der Einhaltung

³ Wortlaut der Massnahme:
Für Neuanlagen mit stationären Verbrennungsmotoren und Gasturbinen beträgt der Emissionsgrenzwert für Stickoxide (NO_x, angegeben als NO₂) 50 mg/m³, bezogen auf einen Sauerstoffgehalt im Abgas von 5 Prozent (% vol). Ist aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen ein Erdgasanschluss nicht möglich, gilt für Neuanlagen mit Dieselöl ausnahmsweise ein Emissionsgrenzwert für Stickoxide (NO_x, angegeben als NO₂) von 120 mg/m³, bezogen auf einen Sauerstoffgehalt im Abgas von 5 Prozent (% vol). Für Neuanlagen mit Dieselöl beträgt der Emissionsgrenzwert für Dieselruss 5 mg/m³ bei einem Massenstrom von 25 g/h oder mehr. Bestehende Anlagen, welche die Emissionsgrenzwerte für Neuanlagen nicht einhalten, sind, sobald ihr Alter 12 Jahre übersteigt, innert 3 Jahren zu sanieren. Art. 11 und Art. 12 dieser Verordnung gelten nicht für Anlagen zur Notstromerzeugung mit einer Betriebszeit von weniger als 25 Stunden pro Jahr.
Für den Betrieb von neuen stationären Verbrennungsmotoren und Gasturbinen zur Erzeugung von Notstrom darf, unabhängig der Feuerungswärmeleistung, nur Dieselmotoren gemäss Anhang 5 Ziff. 6 LRV oder Brennstoff mit gleichem oder tieferem Schwefelgehalt eingesetzt werden. Neue stationäre Verbrennungsmotoren und Gasturbinen zur Erzeugung von Notstrom mit einer Feuerungswärmeleistung über 50 kW müssen mit einem nach Schweizer Norm oder gleichwertig geprüften Partikelfiltersystem ausgerüstet sein.
Bei Gruppen ab fünf stationären Motoren zur Erzeugung von Notstrom mit einer gesamten Feuerungswärmeleistung von mehr als 20 MW beträgt der Emissionsgrenzwert für Stickoxide (NO_x, angegeben als NO₂) 250 mg/m³, bezogen auf einen Sauerstoffgehalt im Abgas von 5 Prozent (% vol). Wird dieser Grenzwert nicht eingehalten, müssen die Emissionen von Stickoxiden (NO_x, angegeben als NO₂) durch die Abgasnachbehandlung um 90 Prozent reduziert werden. Werden bei zusammenhängenden Bauprojekten Teilgruppen von Anlagen zeitlich versetzt gebaut (Etap pierung), gilt für jede Etappe die voraussichtliche gesamte Feuerungswärmeleistung im Endausbau.
⁴ Die Stadt Winterthur hat ihren Massnahmenplan Luftreinhaltung aus dem Jahr 2010 überprüft und aktualisiert (Massnahmenplan Luftreinhaltung der Stadt Winterthur, Revision 2023 und zugehörige Vollzugsverordnung zum Massnahmenplan Luftreinhaltung (VVO ML)).

der aufgeführten Richtlinien keine übermässigen Schadstoffemissionen zu erwarten. Deren Einhaltung ist im Rahmen des Vergabeverfahrens der Bauarbeiten vorzuschreiben. Die Erweiterung der ARA wird im Einklang mit der LRV umgesetzt, wodurch für den Betriebszustand unter Einhaltung der Massnahmen und des Pflichtenhefts eine Umweltverträglichkeit in Bezug auf Luftschadstoffe erwartet wird.

5.3 Lärm

5.3.1 Grundlagen

[33] BAFU, 2006. Baulärm-Richtlinie, Stand 2011.

[34] BAFU, 2016. Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm.

[35] Verordnung über den Baulärm des Kantons Zürich, 27. November 1969.

[36] Lärmschutz-Verordnung (LSV), 15. Dezember 1986

[37] Allgemeine Polizeiverordnung der Stadt Winterthur vom 26.04.2004

5.3.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Für die UVB-Hauptuntersuchung wurden in der UVB-Voruntersuchung keine weiteren Abklärungen im Umweltbereich «Lärm» vorgesehen.

5.3.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Stadt Winterthur, Umwelt- und Gesundheitsschutz, Fachstelle Umwelt:

Antrag 10

Baulärm: Für das Teilprojekt «West» ist die getrennte Festlegung der Lärmschutzmassnahmen für Bauarbeiten, lärmintensive Bauarbeiten und Bautransporte gemäss der Baulärm-Richtlinie des BAFU als «projektintegrierte Massnahme» im UVB zu beschreiben.

Amt für Wirtschaft und Arbeit des Kanton Zürich, AWA-AI-Lärm:

Antrag 11

Betriebslärm: In der UVB-Hauptuntersuchung ist für den westlichen Bereich, für die Phase Nacht, eine Lärmbeurteilung bezüglich dem Gebiet Tössallmend (Tösswiesenstrasse 17 + 29) vorzunehmen, gemäss Anhang 6 LSV.

Kommentar UVB-Verfasser zu den behördlichen Anträgen

Die Behördenanträge 10 und 11 wurden berücksichtigt. Das UVB-Kapitel Lärm handelt die genannten Anträge ab und liefert die geforderten Inhalte.

5.3.4 Ist- und Ausgangszustand

Die ARA Hard ist eine ortsfeste Anlage, die der Lärmschutz-Verordnung (LSV) unterstellt ist. Die Anlage hat zu grossen Teilen bereits beim Inkrafttreten der LSV im Jahr 1986 bestanden. Im Rahmen der Totalrevision der ARA Hard zwischen 1986 und 1992 wurde die Anlage im Westen erweitert.

Die nächstgelegene Wohnzone mit Gewerbeerleichterung (WG2) mit einer zugewiesenen Empfindlichkeitsstufe III, ist ungefähr 120 m nördlich des ARA-Areals auf dem Gemeindegebiet von Neftenbach vorzufinden. Die gegenwärtige Lärmsituation in diesem Gebiet wird durch das am direkt gegenüberliegenden Tössufer der ARA gelegenen Beton- und Belagswerk (inkl. Recyclingplatz) der Firmen Toggenburger und Tobega in der Industriezone 5 (I5) mitgeprägt, obschon das Gebiet seit dem Bau einer

Lärmschutzwand im Jahr 2020 besser durch Lärmimmissionen dieser Betriebe geschützt ist. Zudem ist die Nähe zur Weiachstrasse mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV) von 15'963 Fahrzeugen im Jahr 2023 und Schalleistungspegeln von 83.9 dB(A) am Tag und 76.3 dB(A) in der Nacht (inkl. K1) für die gegenwärtige Lärmsituation von Relevanz.



Abb. 8 Nutzungszonen in der Umgebung der ARA Hard

Die kürzesten Distanzen zu lärmempfindlichen Räumen ausserhalb des ARA-Areals sind dargestellt.

Betriebslärm

Pro Tag sind es rund 20 Lastwagen und 30 Personenwagen, welche die ARA anfahren. Im Rahmen der Erarbeitung der vorliegenden UVB-Hauptuntersuchung wurde von der Firma Basler & Hofmann AG ein Lärmgutachten erstellt. An den vom Anlagenlärm der ARA Hard am meisten exponierten Beurteilungspunkten an der Weiachstrasse 112 sowie 114, wird der Immissionsgrenzwert für die Nachtstunden von 55 dB(A) mit einem Beurteilungspegel von 35 dB(A) im Ist-Zustand deutlich eingehalten. Das detaillierte Lärmgutachten kann im **Anhang 1** eingesehen werden.

5.3.5 Bauphase

Die Bauzeit erstreckt sich in Etappen über mehrere Jahre, damit der Betrieb der ARA Hard während der Bauphase gewährleistet werden kann (vgl. Kap. 4.5). Bei der Auswahl der Bauverfahren ist dem Lärmschutz grosse Beachtung zu schenken, speziell aufgrund der räumlichen Nähe zu Räumen mit lärmempfindlicher Nutzung gemäss Art. 2 Abs. 6 LSV (Abb. 8). Zudem sind Räume mit einer lärmempfindlichen Nutzung im bestehenden Betriebsgebäude der ARA Hard vorhanden (Labor, Büros). Durch den fortwährend zu leistenden Betrieb der ARA Hard, wird das bestehende Betriebsgebäude bis zur Fertigstellung des am neuen Standort zu errichtenden Betriebsgebäudes (Umsetzung im Rahmen des Teilprojekts Ost) weiter benötigt. Die Räume mit

lärmempfindlicher Nutzung im Betriebsgebäude unterstehen gemäss Art. 1 Abs. 3 lit. a LSV jedoch nicht der LSV.

Baulärm-Richtlinie

Zur Begrenzung des Baulärms ist die *Baulärm-Richtlinie, Richtlinie über bauliche und betriebliche Massnahmen zur Begrenzung des Baulärms* gemäss Art. 6 LSV [33] massgebend. Die Beurteilung der Auswirkungen der Bautätigkeiten und die Festlegung geeigneter Massnahmen erfolgen getrennt für Bauarbeiten, lärmintensive Bauarbeiten und Bautransporte.

Bauarbeiten: Massnahmenstufe B und C

Aufgrund von betroffenen Wohngebieten mit Empfindlichkeitsstufe III in einem Abstand kleiner 300 m zur Baustelle sowie der Dauer der lärmigen Bauphase von mehr als 9 Wochen, gilt für Bauarbeiten, sofern diese zwischen 7 und 12 Uhr und 13 und 19 Uhr stattfinden, die Massnahmenstufe B gemäss Baulärm-Richtlinie des BAFU. Folglich haben Maschinen und Geräte dem anerkannten Stand der Technik zu entsprechen. Werden Bauarbeiten von 12 bis 13 Uhr oder von 19 bis 7 Uhr oder an Sonn- und allgemeinen Feiertagen durchgeführt, wird die Massnahmenstufe von B zu C erhöht und Maschinen und Geräte haben dem neusten Stand der Technik zu entsprechen.

Lärmintensive Bauarbeiten: Massnahmenstufe B und C

Für lärmintensive Bauarbeiten gilt generell die Massnahmenstufe B. Es sind Maschinen und Geräte einzusetzen, welche dem anerkannten Stand der Technik entsprechen. Sollten lärmintensive Arbeiten über die gesamte Realisierungszeit des Vorhabens länger als ein Jahr andauern respektive lärmintensive Arbeiten von 12 bis 13 Uhr, von 19 bis 7 Uhr oder an Sonn- und Feiertagen notwendig werden, gilt die Massnahmenstufe C, wofür der Einsatz von Maschinen und Geräten vorausgesetzt wird, welche dem neusten Stand der Technik entsprechen. Als lärmintensive Bauarbeiten gelten namentlich folgende Arbeiten:

- _ Abbrucharbeiten mit Bohr-, Druckluft- oder Hydraulikhammer
- _ Spezialtiefbau zur Baugrubensicherung wie Spund-, Rühl-, Schlitz- und Bohrpfahlwände sowie Ankerarbeiten
- _ Sprengarbeiten
- _ Oberflächenabtrag mit Fräsen
- _ Naturstein-, Beton- und Betonwarenbearbeitung mit stationären Maschinen, Handmaschinen und Geräten, z.B. Steinsäge, Fugenschneider, Winkelschneider, Stockhammer
- _ Metallbearbeitung, z.B. Schneiden, Schmieden, Richten oder Schleifen mit Winkelschleifer
- _ Oberflächenbearbeitung, z.B. Strahlverfahren (u.a. Höchstdruck-Wasserstrahlen HDW, Sandstrahlen, Flammstrahlen)
- _ Verdichtungsarbeiten, z.B. mittels Rüttelplatten, Vibrationswalzen und Stampfer
- _ Gleisbauarbeiten, z.B. Stopfen mit Stopfmaschine, Planieren mit Schotterplaniermaschine

Bautransporte

Bezüglich Bautransporten ist noch wenig auszusagen, wobei davon ausgegangen werden kann, dass diese mehrheitlich auf dem öffentlichen Strassennetz und dem bestehenden Wegnetz erfolgen werden. Der durch die Baustelle induzierte Verkehr ist im Verhältnis zum durchschnittlichen Tagesverkehr auf dem angrenzenden Strassennetz wohl gering.

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
Lä-1	Orientierung der Lärmbetroffenen: Während der Ausführung wird eine Anlaufstelle eingerichtet, an welche sich die Lärmbetroffenen bei Fragen und Anliegen wenden können. Allfällige Korrekturmassnahmen werden durch die Bauleitung unter Einbezug der ausführenden Unternehmen und der Umweltbaubegleitung festgelegt.
Lä-2	Überwachung und Kontrolle: Die festgelegten emissionsbegrenzenden Massnahmen werden durch Bauleitung und die Umweltbaubegleitung kontrolliert.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Lä-1	Submission: Die lärmbezogenen Vorgaben werden im Rahmen der Submission in den Besonderen Bestimmungen, im Leistungsverzeichnis und Werkvertrag festgelegt.
Pf-Lä-2	Baulärmkonzept: Basierend auf den Submissionsvorgaben erarbeitet die UBB in Zusammenarbeit mit den Unternehmern für jedes Teilprojekt ein Baulärmkonzept. Das Baulärmkonzept konkretisiert die Massnahmen des UVB in Form objektspezifischer Massnahmen. Darüber hinaus regelt es die Zuständigkeiten für Planung, Information, Umsetzung, Überwachung und Intervention.

5.3.6 Betriebsphase

Betriebslärm

Die Umbauten und Erweiterungen der ARA Hard sind als wesentliche Änderungen einer ortsfesten Anlage anzusehen (Art. 8 Abs. 3 LSV). Daher müssen in der Betriebsphase die Lärmemissionen der gesamten Anlage mindestens so begrenzt werden, dass die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden (Tab. 6). Anwendbar ist die Empfindlichkeitsstufe (ES) III.

Empfindlichkeitsstufe	Immissionsgrenzwert [dB(A)]	
	Tag	Nacht
I	55	45
II	60	50
III	65	55
IV	70	60

Tab. 6 Belastungsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbelärm

Immissionsgrenzwerte nach Anhang 6 Ziffer 2 LSV.

Zudem sind gemäss Art. 8 Abs. 1 LSV die Lärmemissionen so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist. Räume mit lärmempfindlichen Nutzungen innerhalb des ARA-Geländes werden im neuen Betriebsgebäude sowie möglicherweise im Bereich der Filtration vorgesehen, sind gemäss Art. 1 Abs. 3 lit. a LSV aber nicht lärmschutzrechtlich relevant.

Zur Erweiterung der ARA Hard werden diverse Pumpen, Ventilatoren, Gebläse, Transformatoren sowie ein zusätzliches BHKW vorgesehen. Die genaue Anzahl und Typen der Anlagenbestandteile ist mit dem gegebenen Planungsstand noch nicht bekannt. Die definitive Platzierung und Anordnung der lärmrelevanten Anlagenbestandteile sind von Bedeutung, sowie ob diese innerhalb von Gebäuden untergebracht werden können

oder unter Boden verbaut werden. Gemäss Stadtwerk Winterthur sieht der aktuelle Planungsstand vor, alle zukünftigen Anlagen mit hohen Lärmemissionen unterirdisch zu verbauen, sodass die Lärmemissionen dieser Anlagen stark eingedämmt werden.

Aufgrund der im Rahmen des Lärmgutachtens der Basler & Hofmann AG (**Anhang 1**) festgestellten Immissionen an den massgebenden Beurteilungspunkten (Weiachstrasse 112 u. 114) für den Ist-Zustand und unter der Annahme, dass keine signifikant laueren Lärmquellen auf dem Betriebsgelände hinzugefügt werden, können die Immissionsgrenzwerte der ES III auch im Betriebszustand der erweiterten ARA eingehalten werden.

Strassenlärm

Gemäss Art. 9 LSV darf der Betrieb neuer oder wesentlich geänderter ortsfester Anlagen nicht dazu führen, dass durch die Mehrbeanspruchung der Verkehrsanlage die Immissionsgrenzwerte überschritten werden oder eine sanierungsbedürftige Verkehrsanlage wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugt. Die Zufahrt zum ARA-Gelände erfolgt über die Weiachstrasse. Auf dem betroffenen Emissionsabschnitt 2'536 verkehren im heutigen Zustand 15'963 Fahrzeuge je 24 Std., zusammengesetzt aus einem Stundenwert von 909 Fahrzeugen am Tag und 175 Fahrzeugen während der Nacht. Der Anteil von Lastwagen und Motorrädern beläuft sich auf 8.4 % am Tag und 4.0 % in der Nacht. Im erweiterten Zustand der ARA Hard geht man maximal von einer Verdopplung der Lastwagen- und Personenwagenfrequenzen aus, welche die ARA anfahren (40 Lastwagen, 60 Personenwagen). Das macht rund 0.7 % des gegenwärtigen DTV aus. Geht man zusätzlich von einer Verkehrszunahme aus bis zur Fertigstellung der erweiterten ARA, entschärft sich der Anteil weiter. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass der Anteil des ARA-Verkehrs am Gesamtverkehr vernachlässigbar klein sein wird, womit sich detailliertere Betrachtungen erübrigen.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Lä-3	Die ARA-Anlagenbestandteile werden auf einen lärmarmen Betrieb ausgelegt, wofür in der Ausschreibung und in den Werkverträgen Garantien von den Herstellern eingefordert werden. Die Gerätschaften entsprechen dem neusten technischen Stand.
Pf-Lä-4	Gebläse werden, sofern aus Lärmschutzgründen erforderlich, mit Schallschutzhauben versehen oder mitsamt anderen lärmigen Aggregaten unter dem Boden oder in Gebäuden untergebracht.

5.3.7 Beurteilung

Zur Begrenzung der Lärmemissionen während der Bauphase werden Massnahmen der Massnahmenstufe B (in Zeiten mit erhöhtem Ruheanspruch der Massnahmenstufe C) der Baulärm-Richtlinie des BAFU getroffen. Die Massnahmen sowie die Anforderungen an die eingesetzten Maschinen sind Teil der Submission und werden während der Umsetzung durch die Bauleitung und die UBB kontrolliert.

Die Umbauten und Erweiterungen der ARA Hard sind als wesentliche Änderungen einer ortsfesten Anlage gemäss Art. 8 Abs. 3 LSV anzusehen. Die in der Betriebsphase einzuhaltenden Immissionsgrenzwerte werden an den massgebenden Beurteilungspunkten auch zukünftig nicht überschritten.

5.4 Erschütterungen und abgestrahlter Körperschall

5.4.1 Grundlagen

[38] DIN 4150-2, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Ausgabe 1999.

[39] SN 640 312, Erschütterungseinwirkung auf Bauwerke, Ausgabe 2013.

5.4.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Für die UVB-Hauptuntersuchung wurden in der UVB-Voruntersuchung keine weiteren Abklärungen im Umweltbereich «Erschütterungen» vorgesehen.

5.4.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Seitens Behörden sind für den Umweltbereich «Erschütterungen» keine Anträge gestellt worden.

5.4.4 Ist- und Ausgangszustand

Durch den bestehenden Betrieb der ARA Hard entstehen keine Erschütterungen.

5.4.5 Bauphase

Während der Bauphase können durch den Einsatz von Baumaschinen und allfälliger Bauverfahren Erschütterungen entstehen, die sich jedoch auf das Areal der ARA Hard beschränken. Erfahrungsgemäss führen vor allem Abbrucharbeiten mit einem hydraulischen Abbruchhammer, Verdichtungsarbeiten mit Vibrowalzen oder -platten und das Einvibrieren von Spundwänden zu relevanten Erschütterungsemissionen. Diese können störend für den Menschen sein sowie zu Schäden an bestehenden Gebäuden führen. Der Erschütterungsproblematik während der Bauphase sollte somit angemessene Beachtung geschenkt werden und, wo möglich, sollten grundsätzlich erschütterungsarme Bauverfahren angewandt werden.

Der potenzielle Einflussbereich hinsichtlich Erschütterungen befindet sich bei den nächstgelegenen Gebäuden und den Einwirkungen auf deren Bewohner. Erschütterungen durch Arbeitsvorgänge wie Pfählungen auf Grossbaustellen werden lediglich in einer Distanz von weniger als 50 m zur Erschütterungsquelle als störend wahrgenommen. Ausgenommen davon sind Sprengungen, welche bereits im Umkreis von 200 m als störend empfunden werden können. Es wird aber davon ausgegangen, dass Sprengungen im vorliegenden Projekt kaum vorgesehen sind. Der schädliche Einfluss auf Gebäude ist bei erschütterungsrelevanten Arbeitsschritten im Umkreis < 25 m möglich, wodurch lediglich ARA-Gebäude betroffen sind.

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
Er-1	Zur Vorbeugung von Erschütterungen wird die Verwendung von Bauverfahren oder Geräten, die intensive Erschütterungen verursachen, wenn immer möglich vermieden.
Er-2	Die beauftragten Bauunternehmen sorgen für die Einhaltung der Hinweise und Richtwerte der Normen SN 640 312 <i>Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke</i> und DIN 4150-2 <i>Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden</i> .

5.4.6 Betriebsphase

In der Betriebsphase der erweiterten ARA Hard ist mit keinen Erschütterungen zu rechnen.

5.4.7 Beurteilung

Der Umweltbereich hat lediglich während der Bauphase geringe Auswirkungen auf den Menschen. Insbesondere dann, wenn – wo technisch möglich – grundsätzlich erschütterungsarme Bauverfahren angewandt werden. Ansonsten gelten die vorsorglichen Massnahmen wie die Information der Anwohner über die anstehenden Arbeiten und die Verlegung von erschütterungsrelevanten Arbeiten in Zeiten ohne hohe Ruhebeanspruchung. Unter Berücksichtigung der festgelegten Massnahmen werden die Vorgaben im Umweltbereich Erschütterungen eingehalten.

5.5 Nichtionisierende Strahlung

5.5.1 Grundlagen

[40] Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV)

[41] Swisstopo. Layer: Elektrische Anlagen. <https://s.geo.admin.ch/a2886d1098> [Zugriff: 23. Oktober 2023]

[42] Swisstopo. Layer: Richtfunkstrecken. <https://s.geo.admin.ch/a28c2d18ff> [Zugriff: 24. Oktober 2023]

5.5.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Für die UVB-Hauptuntersuchung wurden in der UVB-Voruntersuchung keine weiteren Abklärungen im Umweltbereich «nichtionisierende Strahlung» vorgesehen.

5.5.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Seitens Behörden sind für den Umweltbereich «nichtionisierende Strahlung» keine Anträge gestellt worden.

5.5.4 Ist- und Ausgangszustand

ARA-unabhängige Anlagen

Im Projektperimeter sind keine Transformatorenstationen, Unterwerke, Schaltanlagen und elektrische Leitungen mit einer Nennspannung von über 36 kV vorhanden. Weiter bestehen keine öffentlichen Sendeanlagen des Mobilfunks im Bereich der ARA. Die Swisscom betreibt eine ARA interne Mobilfunkanlage. Eine ortsfeste Richtfunkverbindung (17-29 GHz) zwischen Bülach und Winterthur tangiert den östlichen Bereich des Projektperimeters. Richtfunkantennen werden aus betrieblichen Gründen an erhöhten Standorten installiert, im vorliegenden Fall auf dem Brülberg (547 m ü.M.) in Winterthur und dem Heerenbänkli (666 m ü.M.) in Buech am Irchel, und bei Bedarf eingezäunt, so dass normalerweise niemand in den Richtstrahl gelangen kann und die Immissionsgrenzwerte problemlos eingehalten werden können.

ARA-abhängige Anlagen

Seit dem Frühjahr 2018 steht ein BHKW mit 600 kW elektrischer Leistung im Einsatz. Nichtionisierende Strahlungsemissionen auf dem ARA-Areal sind heute lediglich durch Transformatoren vorhanden. Die NISV gilt für das Betriebspersonal gemäss Art. 2 Abs. 2 lit. a NISV innerhalb des ARA-Areals nicht. Es wird davon ausgegangen, dass der Anlagengrenzwert von 1 Mikrottesla für Transformatorenstationen sowie die

Immissionsgrenzwerte an den Orten, wo sich Menschen ausserhalb des ARA-Areals aufhalten, eingehalten werden.

5.5.5 Bauphase

Die bestehenden Trafos werden auch während der Bauphase weiterbetrieben, um den laufenden Betrieb der ARA sicherzustellen. Der Umweltbereich *nichtionisierende Strahlung* ist durch die eigentlichen Bauarbeiten nicht betroffen.

5.5.6 Betriebsphase

Die bestehenden Transformatoren werden voraussichtlich durch neue, angemessene Anlagen ersetzt und im Betriebszustand eingesetzt.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-NIS-1	Im Bauprojekt wird berücksichtigt, dass die neuen Transformatoren mittels Messungen abgenommen werden und bei der Platzierung der Abstand zu Orten mit empfindlicher Nutzung optimiert wird. Der Einbau in einem abgesonderten Raum wird priorisiert.

5.5.7 Beurteilung

Das ARA-Areal liegt eingezäunt und relativ entlegen, wodurch davon ausgegangen wird, dass Orte mit empfindlicher Nutzung (ausgenommen Betriebspersonal) auf der geplanten Anlage nicht im Nahbereich der Trafos vorliegen werden. Die gesetzlichen Bestimmungen in Bezug auf nichtionisierende Strahlung werden unter Berücksichtigung der Massnahmen eingehalten werden können und es sind keine weiteren Abklärungen im Rahmen der nächsten Planungsphasen notwendig.

5.6 Grundwasser

5.6.1 Grundlagen

- [43] ARA Hard, Stadtwerk Winterthur – Studie Grundwasser Hard Ost und Mitte, Technischer Bericht. Hunziker Betatech AG, 12. Dezember 2023.
- [44] ARA Hard Winterthur, Hard West, Stadtwerk Winterthur, Kläranlage Hard, Bauen im Grundwasser und Grundwasserschutz, INGE AFRY-HOLINGER, 4. November 2024.
- [45] Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH – Geologisch-geotechnischer Bericht. Jäckli Geologie AG, Winterthur, 16. Mai 2024.
- [46] Bauvorhaben in Grundwasserleitern und Grundwasserschutzzonen. Baudirektion des Kantons Zürich, AWEL, Februar 2019.
- [47] Besprechung AWEL «Bauen im Grundwasser – Nachweise» (Protokoll), INGE AFRY-HOLINGER, 11. September 2024.
- [48] Erweiterung Biologie und MV, Geotechnischer Bericht. CSD Ingenieure AG, 15. August 2019.
- [49] GIS-ZH. Layer: Gewässerschutzkarte. <https://maps.zh.ch/s/3stnvxgp> [Zugriff: 23. Oktober 2023]
- [50] GIS-ZH. Layer: Grundwasserkarte (Mittelwasserstand). <https://maps.zh.ch/s/eaeghu5r> [Zugriff: 23. Oktober 2023]
- [51] Hydrologisches Gutachten zur Überprüfung und Aktualisierung der Grundwasserschutzzonen, Grundwasserfassungen Hard 1 (i 1-28) und VB Hard 2 (ohne GWR), Winterthur /ZH. Jäckli Geologie AG, 22. August 2024.
- [52] Konzeptstudie Ausbau ARA Hard, Winterthur / ZH – Hydrogeologischer Bericht zur abstromseitigen Schutzzonenanpassung der Grundwasserfassungen in der Hard. Jäckli Geologie AG, 20. September 2023.
- [53] Stadtwerk Winterthur, Abwasserreinigungsanlage Hard, Erweiterung 2. Faulturm, Geotechnischer Bericht. CSD Ingenieure AG, 19. September 2013.
- [54] Wasserwirtschaftsgesetz (WWG) des Kantons Zürich, 2. Juni 1991.
- [55] Wegleitung Grundwasserschutz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern, 2004.

5.6.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Für die UVB-Hauptuntersuchung wurden in der UVB-Voruntersuchung keine weiteren Abklärungen im Umweltbereich «Grundwasser» vorgesehen.

5.6.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Baudirektion Kanton Zürich, AWEL-GS-GWV

Antrag 27

In der UVB-Hauptuntersuchung sind die hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich der geplanten Einbauten darzulegen.

Antrag 28

Es ist ein Fundations-, Baugrubensicherungs- und Wasserhaltungskonzept zu erarbeiten. Dies, um abschätzen zu können, ob weitere Einbauten in den Grundwasserträger (Fundamente, Pfähle) notwendig sind und eine Beeinflussung der Grundwasserfassungen zu erwarten ist.

Antrag 29

Es ist exemplarisch darzulegen, wie die Grundwasserdurchflusskapazität wieder zu 100 % hergestellt werden kann.

Antrag 30

Es ist eine Interessensabwägung vorzulegen. Hierbei muss aufgezeigt werden, wie die Einbauten unter dem mittleren Grundwasserspiegel minimiert werden können. Die Interessen für und gegen den Einbau unter dem mittleren Grundwasserspiegel müssen vollständig ermittelt werden. Es ist nachzuweisen, dass das Grundwasser nach wie vor in einer Menge vorhanden ist, wie vor dem Einbau, und dass keine Änderungen der Fliessverhältnisse zu erwarten sind. Allfällige Beeinträchtigungen der Grundwassernutzungen sowie der vom Grundwasser abhängigen Lebensräume müssen dargelegt werden.

Antrag 31

Die Anlagen müssen so ausgelegt werden, dass sie nicht in der Zone S3 liegen.

Antrag 32

Für die Hauptuntersuchung ist ein Schutzzonenplan mit provisorischen Schutzzonen der künftigen Nutzung (angepasste Entnahmemengen) zu erstellen.

Kommentar UVB-Verfasser zu den behördlichen Anträgen

Antrag 27 wird mit dem vorliegenden Bericht berücksichtigt. Die Anträge 28, 29 und 30 werden mit dem Fachbericht «Stadtwerk Winterthur, Kläranlage Hard – Bauen im Grundwasser und Grundwasserschutz» der INGE AFRY-HOLINGER mit integrierten Beiträgen der Jäckli Geologie AG bedient. Die in den Anträgen formulierten benötigten Angaben werden im vorliegenden Bericht zusammengefasst aufgeführt. Antrag 31 konnte nach Überprüfung der eingereichten Gestaltungsplanunterlagen als Antrag hinsichtlich des Gestaltungsplans identifiziert werden und betrifft den UVB nicht. Zu Antrag 32 hat die Stadt Winterthur durch den Kanton Zürich eine Bestätigung der Bewilligungsfähigkeit in Aussicht gestellt bekommen. Der Schutzzonenplan kann **Anhang 3** entnommen werden.

Hydrogeologische Übersicht

5.6.4 Ist- und Ausgangszustand

Die ARA Hard liegt am untersten Ende des Eulachgrundwasserstroms (Konzessionsgebiet i 3), wo dieser praktisch vollständig in die Töss exfiltriert. Wegen der im Niederfeld vorhandenen Tössinfiltration wird dieser in diesem untersten Abschnitt auf der Grundwasserkarte allerdings als Tössgrundwasserstrom (Konzessionsgebiet i 1) bezeichnet (Abb. 9). Der Grundwasserstrom bewegt sich entlang der Töss in west-nordwestlicher Richtung mit einem Spiegelgefälle von rund 0.3 %. Unmittelbar östlich, d. h. zustromseitig der ARA wird das Grundwasser in der städtischen Fassung Hard 1 (Konzession i 1-28) zu Trinkwasserzwecken genutzt. ca. 400 m weiter südöstlich liegt der Versuchsfilterbrunnen Hard 2 (noch ohne Konzession). Zudem besteht heute eine Grundwasserfassung bei der ARA (Konzession i 3-25) [51]&[52].

Gemäss Angaben der Grundwasserkarte des Kantons Zürich soll der mittlere Grundwasserspiegel bei rund 391.5 bis 393.5 m ü.M liegen, wobei die Geländeoberkante des ARA-Geländes zwischen 397 bis 404 m ü.M variiert. Weiter weist die Grundwasserkarte für den Projektperimeter grosse (10-20 m) und sehr grosse Mächtigkeiten (mehr als 20 m) des Grundwasserleiters aus. Als Grundwasserleiter wirken die wassergesättigten Partien des sandig-kiesigen Schotters. Die darunterliegenden, mehrheitlich tonig-siltigen Seeablagerungen (Pfungener-Schichten) wirken als Grundwasserstauer. Der als Grundwasserleiter wirkende Schotter wurde in sämtlichen der im Rahmen der

geologisch-geotechnischen Untersuchung von Jäckli Geologie AG durchgeführten Sondierungen angetroffen [45].

In Bereichen mit natürlichem Bodenaufbau liegt die Schotteroberkante in rund 1 m Tiefe. Im heutigen Bereich der ARA liegt die Schotteroberkante tiefer, da der natürliche Schotterkörper mit künstlichen Auffüllungen ausgetauscht respektive überschüttet wurde. In den jüngst durchgeführten Kernbohrungen mit Bohrtiefen von 9 bis 30 m wurde die Untergrenze des Schotters nur bei einer Bohrung auf einer Tiefe von 17.3 m erreicht. In älteren Bohrungen wurden teilweise noch grössere Schottermächtigkeiten nachgewiesen.

Im Versuchsfilterbrunnen Hard 2 wurden die Seeablagerungen z.B. erst im Bereich von 70 m Tiefe erreicht. Dabei dürfte es sich gemäss Einschätzungen von Jäckli Geologie AG um rinnen- und kolkartige glaziale Eintiefungen handeln. Die Schotter- und damit auch die Grundwassermächtigkeiten variieren in diesem Gebiet stark, was die Mächtigkeitsverteilung der Grundwasserkarte andeutet, jedoch nicht abbilden kann, da die Lage dieser Vertiefungen nicht im Detail bekannt ist.

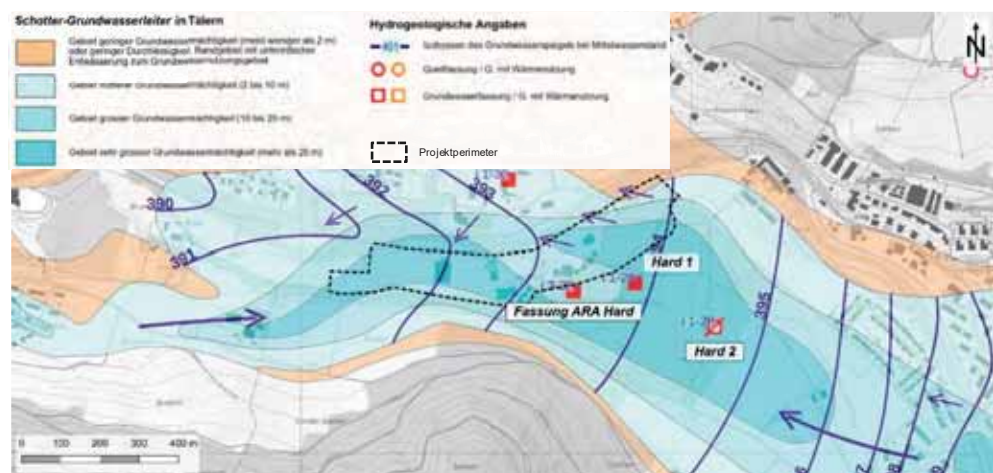


Abb. 9 Übersicht Töss- resp. Eulachgrundwasserstrom im Bereich der ARA
Grundwasserkarte GIS-ZH (Mittelwasserstand) [Zugriff: 23. Oktober 2023]

Grundwasserspiegellage und
-schwankungen

Da im Projektperimeter der stellenweise auf der Karte angegebene Hochwasserspiegel tiefer als der Mittelwasserspiegel liegt, wurde für die charakteristischen Wasserstände eine vertiefte Neubetrachtung durchgeführt [45]. Jäckli Geologie AG hat aufgezeigt, dass die Interaktion von exfiltrierendem Grundwasser in die Töss und höchstwahrscheinlich infiltrierendem Flusswasser in den Grundwasserstrom bei Töss-Hochwasser äusserst komplex ist. So geht man bei Töss-Hochwasserereignissen von einem raschen Anstieg der Grundwasserpegel auf dem gesamten ARA-Gelände aus, welcher in erster Linie durch Druckübertragung bedingt ist, womit eine Tösswasser-Infiltration ins Grundwasser eintritt. Das Absinken der Pegel in der Töss nach der Abflussspitze erfolgt dann viel schneller als im Grundwasser, wo die «Entleerung» durch die Untergrund-Durchlässigkeiten sich über Tage bis Wochen verzögert. Die Höchsthochwasserstände im ARA-Areal werden bei 393.2 bis 395.7 m ü.M. beziffert und liegen somit deutlich höher als gemäss bisherigen Angaben [48]&[53]. Die vollständige geologisch-geotechnische Baugrunduntersuchung von Jäckli Geologie AG kann dem **Anhang 2** entnommen werden.

Gewässerschutzkarte

Die bestehende ARA Hard liegt im Gewässerschutzbereich Au. Dieser Bereich umfasst die nutzbaren Grundwasservorkommen und die für deren Schutz notwendigen Randgebiete, in welchem grundsätzlich keine Anlagen erstellt werden dürfen, die unter dem mittleren Grundwasserspiegel zu liegen kommen (Anh. 4 Abs. 211 ZiF. 2 GSchV). Der Projektperimeter der ARA Hard tangiert die bestehende Schutzzone S2 der Grundwasserfassungen in der Hard (Abb. 10). In der Zone S3 sind Bauten und Anlagen, in oder auf denen wassergefährdende Stoffe erzeugt, verwendet, umgeschlagen, befördert oder gelagert werden, grundsätzlich verboten. Abwasserreinigungsanlagen sowie Spezialbauwerke der Abwasserbehandlung sind nicht zugelassen.

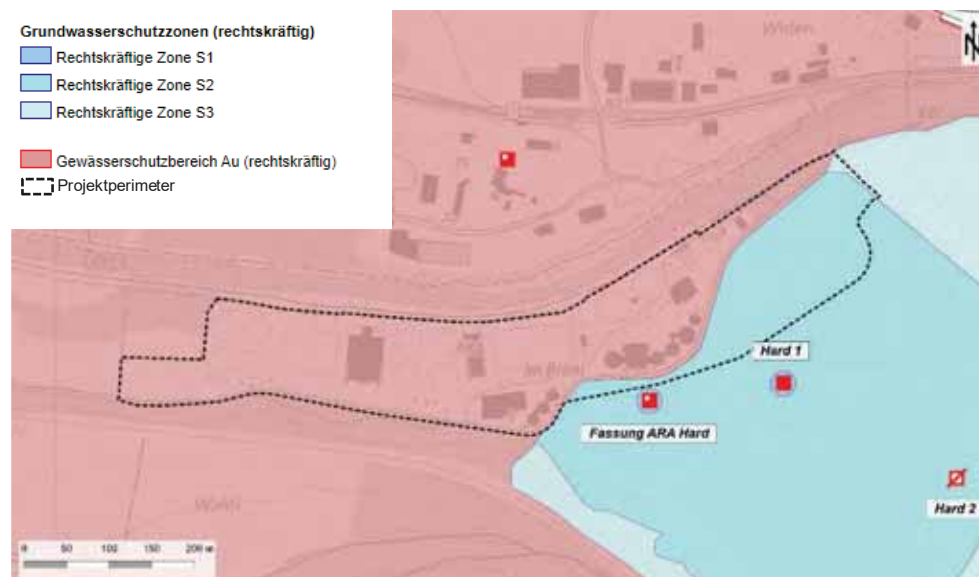


Abb. 10 Gewässerschutzkarte [Zugriff: 23. Oktober 2023]

Anpassung Trinkwasserversorgung

Damit die Erweiterung der ARA Hard keine Grundwasserschutzzone betrifft, soll die Grundwasserfassung im Bereich Hard aufgehoben werden [51], die Entnahmemenge des bestehenden Brunnen Hard 1 soll reduziert und der bestehende Versuchsfilterbrunnen Hard 2 als Ersatzwasserbeschaffung aktiviert werden. Aufgrund des gestiegenen Wasserverbrauchs in den Vertragsgemeinden und Wasserverbünden von Stadtwerk Winterthur wurde im selben Verfahren eine Steigerung der heutigen Gesamtkonzessionsmenge von 15'200 l/min. geprüft.

Zwei Szenarien sind denkbar, wobei beim Szenario A der bestehende Brunnen Hard 1 mit einer Entnahmemenge von 5'000 l/min weiterbetrieben wird und dem Versuchsbrunnen Hard 2 15'000 l/min entnommen würden, was einer Gesamtentnahmemenge von 20'000 l/min entspräche. Szenario B sieht eine Gesamtentnahmemenge von 30'000 l/min vor, wobei der bestehende Brunnen 1 nicht mehr in die Wasserentnahme mitberücksichtigt wurde und die gesamte Fassungsmenge durch den Versuchsbrunnen Hard 2 gewährleistet würde. Die sich ergebenden neuen Ausdehnungen der minimal erforderlichen Schutzzone S2 und S3, welche die Realisierung des Teilprojekts Ost erlauben, sind Abb. 11 zu entnehmen. Das vollständige hydrogeologische Gutachten der Jäckli Geologie AG, inklusive eines Schutzonenplans mit provisorischen Schutzzone der künftigen Nutzung im Massstab 1:5'000, ist im **Anhang 3** ersichtlich. Die zu verlegende Zufahrtsstrasse zur ARA wird entlang dem nach der Rodung neu verlaufenden Waldrand entlangführen und in der Grundwasserschutzzone S3 zu liegen

kommen. Die Erstellung neuer Strassenabschnitte ist in der Zone S3 grundsätzlich erlaubt, wobei eine dichte, vom Sickerleitungssystem unabhängige Strassenentwässerung zu erstellen ist (vgl. Massnahme dazu in Kap. 5.8 *Entwässerung*).

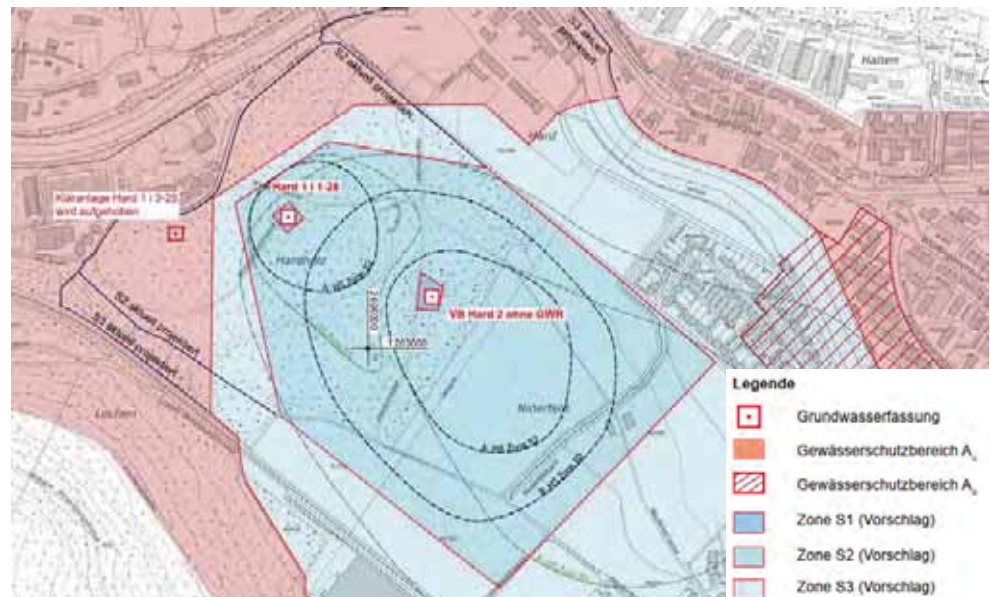


Abb. 11 Minimal erforderliche Schutzzonen S2 und S3 [51]

5.6.5 Bauphase

Qualitativer Grundwasserschutz

Während der Bauphase muss darauf geachtet werden, dass keine Verschmutzungen des Grundwassers und des Grundwasserleiters (Schotter) auftreten. Da der Schotter während der Bauphase unter Umständen offengelegt wird, ist er auf Verschmutzungen besonders anfällig. Zum Schutz des Grundwassers wird insbesondere die SIA-Norm 431:2022 *Entwässerung von Baustellen* berücksichtigt. Auf die Entwässerung im Bereich der Baustelle inklusive der entsprechenden Massnahmen wird in Kap. 5.8 *Entwässerung* eingegangen.

Quantitativer Grundwasserschutz

Gemäss Gewässerschutzgesetz (GSchG) Art. 43, dürfen das Speichervolumen und der Durchfluss des nutzbaren Grundwasservorkommens durch Einbauten in den Untergrund nicht wesentlich und dauernd verringert werden. Grundsätzlich dürfen gemäss Anh. 4 Ziff. 211 GSchV im Gewässerschutzbereich A_u keine Bauten erstellt werden, die unter den mittleren Grundwasserspiegel zu liegen kommen. Die Vollzugshilfe «Wegleitung Grundwasserschutz» des Bundes sieht allerdings vor, dass ein an sich unzulässiges, unter dem mittleren Grundwasserspiegel eintauchendes Bauwerk durch die Behörden als bewilligungsfähig eingestuft werden kann, wenn durch gezielte Kompensations- resp. Ersatzmassnahmen die ursprünglich vorhandene Durchflusskapazität und Speichervolumen erhalten oder in Ausnahmefälle um höchstens 10 % vermindert wird. Für die Erteilung einer Ausnahmegewilligung für Einbauten unter den mittleren Grundwasserspiegel im Gewässerschutzbereich A_u wird gemäss Bundesgerichtsentscheid (BGE 1C_460/2020) zwingend eine Interessenabwägung durch die zuständige Bewilligungsbehörde vorausgesetzt. Darin ist darzulegen, dass die Interessen am Einbau unter dem mittleren Grundwasserspiegel die entgegengesetzten Interessen überwiegen. Weiter muss die in Bezug auf das Grundwasser optimierte Bauweise (Einbau in den

Grundwasserkörper so gering wie möglich), die Beeinträchtigung von Grundwassernutzungen und die Erhaltung der Nutzbarkeit des Grundwasserleiters (Durchflussskapazität) nachgewiesen werden.

Erhalt Durchflussskapazität Kt. ZH

Bauten in Grundwasserleitern unterhalb des höchsten Grundwasserspiegels erfordern immer eine kantonale Bewilligung. Die kantonale Bewilligungspraxis im Kanton Zürich sieht vor, dass eine betriebliche Notwendigkeit sowie eine hohe Standortgebundenheit nachgewiesen werden und des Weiteren die Durchflussskapazität anhand von Ersatzmassnahmen vollständig erhalten bleiben muss [46]. Lokal dürfen auf maximal 10 % der bebaubaren Fläche (bestehende Bauten eingerechnet) Elemente, die zwangsweise unter dem mittleren Grundwasserspiegel gebaut werden müssen, bewilligt werden, sofern diese den Grundwasserdurchfluss nicht wesentlich beeinträchtigen. Zusätzlich verlangt der Kanton Zürich einen Real- resp. Volumenersatz für den unter dem mittleren Grundwasserspiegel im Volumen minimierten Grundwasserleiter, soweit ein solcher möglich ist. Mit dieser Vorgabe wird dem in Art. 43 Ziff. 4 GSchG verankerten Grundsatz Rechnung getragen, wonach auch das Speichervolumen nutzbarer Grundwasservorkommen durch Einbauten nicht wesentlich und dauernd verringert werden darf.

Grundwasserdurchflussskapazität
Einigung mit AWEL

Eine Wiederherstellung der Grundwasserdurchflussskapazität von 100 %, wie sie vom AWEL gefordert wird, ist mit der Umsetzung des vorliegenden Bauvorhabens aufgrund der hohen baulichen Dichte nicht möglich, was durch das AWEL grundsätzlich anerkannt wurde. Mit den lokalen baulichen Eingriffen sind allerdings keine Auswirkungen auf die Grundwasserfliessverhältnisse, das vorhandene Grundwasserangebot sowie dessen Qualität zu erwarten, was auf die sehr hohe Durchlässigkeit und Mächtigkeit des Grundwasserträgers in der Pfungener Schicht zurückzuführen ist [44]. Das AWEL bestätigte der Bauherrschaft, dass im ungünstigsten Querschnitt senkrecht zur Grundwasserfliessrichtung die Durchflussreduktion nicht mehr als 10 % betragen darf. Da es sich im vorliegenden Fall um eine Infrastrukturanlage handelt, kann von der Flächenbetrachtung (Fall 3, gemäss AWEL-Vollzugshilfe «Bauvorhaben in Grundwasserleitern und Grundwasserschutzzonen») abgesehen werden [47]. Die nach Abschluss des Vorhabens unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegende Fläche der Bauwerke und Bauwerksteile beträgt 15'962 m². Mit einer zukünftigen Arealgesamtofläche von rund 11 ha liegt der Anteil der Fläche unter dem mittleren Grundwasserspiegel damit bei 14.6 % [44].

Bauten im Grundwasserkörper
_ Teilprojekt West

Die neuen Bauwerke des Teilprojekt West kommen mit ihren Bodenplatten auf ca. Koten 387.4-392.5 m ü.M. und damit bis zu ca. 4.7 m und teils mit grossen Flächen unter den mittleren Grundwasserspiegel zu liegen [45]. Der Ausbau der GAK-Filtration 1+2 um zusätzliche Filterzellenpaare zur Töss hin erfolgt auf gleicher Höhe wie die bestehende Anlage und befindet sich somit weiterhin im Grundwasser. Die Grundrissfläche unter dem Grundwasserspiegel wird durch die Erweiterung aber vergrössert. Die neue GAK-Filtration 3+4 in der Bruni-Wiese liegt mit einer Sohlentiefe zwischen 386.08 m ü.M. und 388.98 m ü.M. klar unter dem mittleren Grundwasserspiegel. Gleiches gilt für den geplanten neuen Auslaufkanal von der GAK-Filtration 3+4 zum bestehenden Einleitbauwerk in die Töss. Der Ersatzneubau der Biologie Ost (BIO 1+2) liegt rund ein Meter unter dem mittleren Grundwasserspiegel. Aufgrund der Grösse der Becken und der Geometrie der technisch bedingten Massnahme zur Durchflussreduktion mittels

Jettingsohle wird der Fliessquerschnitt stark vermindert. Auch eine nicht rückbaubare Spundwand im Bereich der GAK-Filtration 1+2 wird unter den mittleren Grundwasserspiegel zu liegen kommen [44].

Fundations-, Baugrubensicherungs- u. Wasserhaltungskonzept
_ Teilprojekt West

Bei den geplanten Bauten, welche bis ins Grundwasser reichen, sind im vorliegenden Boden eine Kombination von vertikalen Baugrubenabschlüssen mittels Spundung für die Unterbindung des horizontalen Grundwasserdrangs in die Baugrube als auch Sohlabdichtungen zur Durchflussminimierung notwendig infolge der grossen Durchlässigkeit des Schotter.

Für die geplanten Baugruben unterhalb des mittleren Grundwasserspiegels sind Spundwände vorgesehen. Dort wo die Baugrubentiefen es erfordern (Bereich GAK-Filtration 3+4) kommen zudem vorgespannte Anker zur Rückverankerung der Spundwände zum Einsatz. Abgesehen von einem Spundwandabschnitt unterhalb der Erweiterung der GAK-Filtration 1+2 (Abb. 12) werden die Spundwände nach Abschluss der Bauarbeiten wieder rückgebaut. Die im Bereich der GAK-Filtration 3+4 für die Baugrubensicherungen notwendigen, vorgespannten Anker werden ebenfalls soweit wie möglich rückgebaut (Einbau Sollbruchstelle).

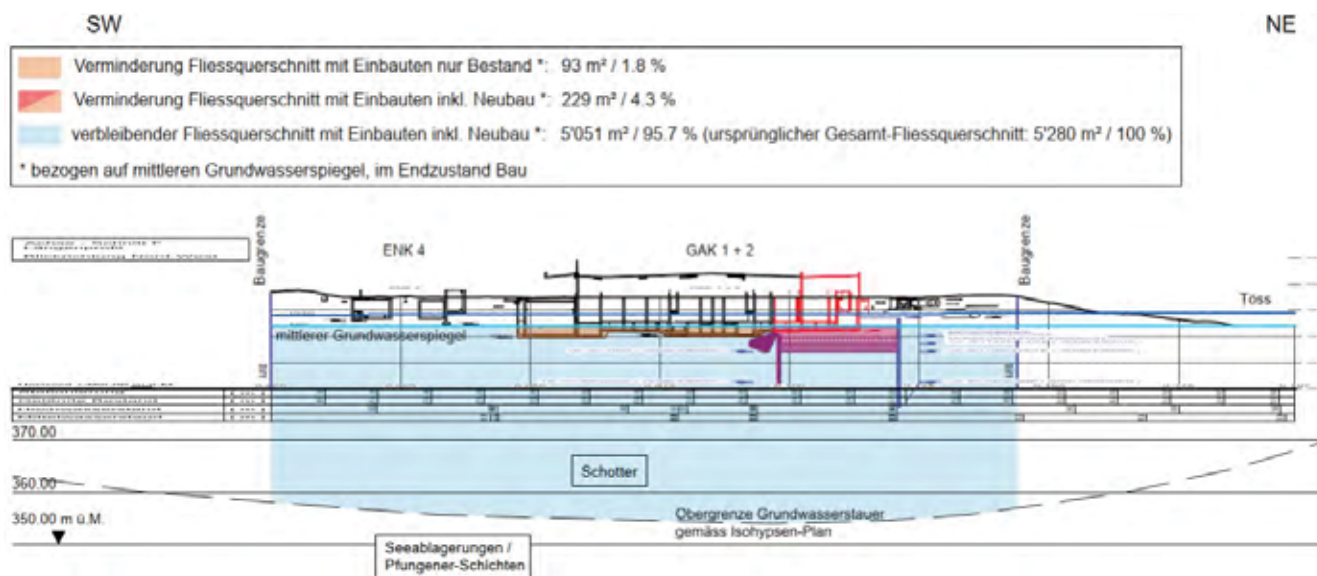


Abb. 12 Berechnungsschnitt F-F durch die geplante Erweiterung der Filtration 1+2 [44]

Zur Minimierung der vertikalen Durchflussgeschwindigkeit werden im Teilprojekt West drei verschiedene Sohlabdichtungsmethoden diskutiert:

- _ Mittels Rütteldruckverfahren (RDV) kann dem Boden fein- bis grobkörniger Sand unter Vibration beigegeben werden, um so die Porenvolumina zu reduzieren. Dadurch kann die Durchflussgeschwindigkeit im Boden um ca. den Faktor 100 reduziert werden, was schliesslich den Wasseranfall stark verringert. Durch das Einbringen von Material wird die Bodenzusammensetzung und die Bodenstruktur über mehrere Meter Tiefe langfristig verändert. Eine komplette Sohlabdichtung ist mit dieser Massnahme nicht möglich, so dass immer noch eine Wasserhaltung erforderlich ist. Diese Massnahmen könnte beim Neubau der GAK-Filtration 3+4 zur Anwendung kommen.
- _ Eine Unterwasserbetonsohle bietet überall dort Vorteile, wo eine komplette Sohlabdichtung erforderlich wird und der Einbau bautechnisch einfach zugänglich ist. Bei

der GAK-Filtration 3+4 in der Bruni-Wiese ist eine Unterwasserbetonsohle mit Mikropfählen vorgesehen. Die Mikropfähle sind notwendig, um die auftriebsbedingte Betonstärke der Sohle reduzieren zu können. Bei dieser Variante verbleiben nach der Erstellung der Gebäude eine durchgehende Betonplatte, sowie die dazugehörigen Mikropfähle im Boden. Ein evtl. Rückbau der Massnahmen wird erst wieder nach Abbruch des gesamten Gebäudes möglich.

- Das Jettingverfahren steht vor allem bei komplizierten Aushubgeometrien und bautechnisch bedingten zahlreichen Etappierungen im Vordergrund. Im Teilprojekt West sind die Erstellung von Jettingsohlen sowohl bei den Filtrationsbauwerken GAK 1+2 und GAK 3+4 als auch bei der Biologie BIO 1+2 denkbar. Es wird zwischen einer tiefliegenden oder einer hochliegenden Jettingsohle unterschieden. Eine hochliegende Jettingsohle wird dort angewendet, wo die Einbindung ins Grundwasser wenige Dezimeter bis Meter beträgt (z.B. Biologie 1+2). Bei einer tiefliegenden Jettingsohle wird das darüberliegende Erdmaterial statisch berücksichtigt, weshalb diese Methoden vor allem bei Baugruben mit grosser Einbindung in das Grundwasser zur Anwendung kommt (GAK 1+2 oder GAK 3+4). Je nach Ausbildung der Sohle kann von einer kompletten Sohldichtung ausgegangen werden [44].

Bauten im Grundwasserkörper
– Teilprojekte Ost und Mitte

Für die Teilprojekte Mitte und Ost liegt noch kein Vorprojekt vor, wodurch keine verbindliche Aussage über die Ausbautiefen gemacht werden kann. Eine erste Studie [43] auf der Basis des aktuellen Planungsstandes [52] ergab, dass in den Teilprojekten Mitte und Ost nur für letzteres von zwei Bauwerken eine mögliche Beeinträchtigung des Grundwasserflusses ausgeht (Trichter Sandfang und Trichter Vorklärbecken). Im Extremfall würde der Grundwasserdurchfluss unter dem mittleren Grundwasserstand auf ca. 96 m² Fläche eingeschränkt. Nach Einschätzung von Hunziker Betatech AG entspricht dies lediglich einer nicht wesentlichen Beeinträchtigung des Grundwasserdurchflusses. Für den nächsten Projektschritt (Vorprojekt) soll die Verringerung der Tiefe der Trichter der Bauwerke geprüft werden [43], damit bestenfalls die Beeinträchtigung des Grundwasserflusses unter dem mittleren Grundwasserstand verhindert werden kann. Je nach geforderter Grösse kann das Regenüberlaufbecken als Bestandteil des Teilprojekts Ost ebenfalls unter dem mittleren Grundwasserstand zu liegen kommen und den Grundwasserfluss einschränken. Eine Einschätzung zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist nicht möglich, da die zukünftige Grösse noch nicht definiert ist.

Fundations-, Baugrubensicherungs- u. Wasserhaltungskonzept
– Teilprojekt Ost und Mitte

Für das Teilprojekt Ost werden für die ins Grundwasser ragenden Bauwerke im stark durchlässigen Baugrund sowohl vertikale Baugrubenabschlüsse zur Unterbindung des horizontalen Grundwassereindringens als auch Sohlabdichtungen für den Schutz vor vertikalen Grundwasserandrang in die Baugrube erforderlich. Da sich das Teilprojekt Ost erst auf konzeptioneller Studienstufe befindet, sind noch keine weitergehenden Projektierungen der Baugrubenabschlüsse und Sohlabdichtungen vorgenommen worden. In Analogie zum Teilprojekt West wird zum heutigen Zeitpunkt bei den Bauwerken unter dem mittleren Grundwasserspiegel von einer Sohlabdichtung mittels Jettingverfahren und einer seitlichen Grundwasserabgrenzung mit Spundwänden ausgegangen. Da für das Teilprojekt Mitte alle neuen Anlagenteile und Bauten über dem mittleren Grundwasserspiegel zu liegen kommen, entfallen die Spezialtiefbau-massnahmen (wie z.B. Sohldichtung) bei der Erstellung der Baugruben.

Wasserrechtliche Ausnahmebewilligung

Die Realisierung des Vorhabens setzt aufgrund des Einbaus von Bauten unterhalb des mittleren Grundwasserspiegels zwingend eine wasserrechtliche Ausnahmebewilligung durch das AWEL voraus, welche auf §§ 36 ff. und 70 des kantonalen Wasserwirtschaftsgesetzes sowie Art. 19 GSchG abgestützt ist.

Im westlich an das ARA-Gelände angrenzenden Naturschutzgebiet wurden im Rahmen der Ersatzmassnahmen für die Deponie Bruni auf dem Gemeindegebiet Pfungen künstliche Feuchtbiothope eingerichtet. Diese werden mit Regenwasser aber auch teils über hoch liegende, vor Ort sichtbare Drainageleitungen gespeist, welche am Fuss der dortigen Steilböschung auf ca. Kote 395 m ü.M. Hangsickerwasser fassen. Dieses Hangsickerwasser tritt als sogenanntes «schwebendes Vorkommen» in den dort vorhandenen Gehängeablagerungen auf und liegt höhenmässig deutlich über dem Schotter-Grundwasservorkommen in diesem Gebiet (mittlerer Grundwasserspiegel im Schotter gem. Grundwasserkarte Kanton Zürich auf Kote ca. 391 m ü.M.). Die Sohle der Feuchtbiothope dürfte mit Folie oder Lehm abgedichtet sein. Folglich sind die künstlich angelegten Feuchtbiothope nicht durch das Grundwasser aus dem Projektperimeter gespeist und es besteht mit letzterem kein hydraulischer Zusammenhang.

Allfällige, nicht zu erwartende Änderungen im Grundwasserspiegel werden sich weder im Bau- noch im Endzustand auf die Feuchtbiothope auswirken. Die Diskussion mit dem Kanton im Rahmen der Zonenplanänderung für den Bau der neuen EMV-Stufe (GAK-Filtration 3+4) auf der Bruni-Wiese wurde schon seit längerem geführt.

Interessenabwägung

Die folgende Interessenabwägung wurde sinngemäss aus dem zugehörigen Fachbericht der INGE AFRY-HOLINGER übernommen [44].

Die Abschätzung der Baumassnahmen des Projektes Erweiterung ARA Hard ist eine Interessensabwägung zwischen verschiedenen betroffenen Bundesgesetzen (USG, NHG, GSchG und WaG). Die öffentlichen Interessen, die mit dem Teilprojekt West und den nachfolgenden Teilprojekten Ost und Mitte verfolgt werden, überwiegen deutlich die öffentlichen Interessen der genannten Bundesgesetze.

Die gewässerschutzrechtliche Ausnahmebewilligung darf gemäss aktueller Rechtsprechung des Bundesgerichts bei Einhaltung einer maximalen Durchflusskapazitätsverminderung von 10 % von der zuständigen Behörde nur dann erteilt werden, falls die Interessen an einem Einbau in das Grundwasser die entgegengesetzten Interessen überwiegen.

Im vorliegenden Fall bestehen folgende übergeordnete Interessen an einem Einbau unter den mittleren Grundwasserspiegel:

- _ Das Projekt liegt sowohl im öffentlichen Interesse der Stadt Winterthur als auch des Kantons (AWEL) und des Bundes (BAFU) zur Erfüllung der Auflagen in Bezug auf die Reinigung des Abwassers.
- _ Der Ausbau der ARA Hard muss infolge Standortgebundenheit zwingend am bestehenden Standort im Bruni 20, 8408 Winterthur und in der direkt angrenzenden Bruni-Wiese erfolgen. Würde eine Ausnahmebewilligung verweigert, könnte das Kläranlagenprojekt von überregionaler Bedeutung zum Schutz der Töss nicht realisiert werden. Die ARA könnte die in Zukunft zu erwartenden, zunehmenden Schmutzfrachten

nicht mehr gesetzeskonform reinigen und könnte auch nicht wie gemäss GSchV gefordert an den aktuellen Stand der Technik angepasst werden.

- _ Die Tiefenlage der Bauwerke ergibt sich durch die bestehende Hydraulik der ARA Hard. Zudem soll aus gewässerschutztechnischen Gründen und in Bezug auf die Anlagensicherheit auf Pumpwerke verzichtet werden, zum Schutz der sehr sensiblen Töss.
- _ Die gewässerschutzrechtlichen Vorgaben (z.B. Anhang 4 Ziffer 211 Abs. 2 GSchV) können vollständig eingehalten werden. Zwar ist eine Einschränkung bezüglich Quantität (Speichervolumen) zu verzeichnen, dafür kann eine Verbesserung der Grundwasserqualität durch die verbesserte Reinigungsleistung und die erhöhte Reinigungskapazität der ARA Hard erwartet werden infolge der In- und Exfiltration der Töss mit dem Grundwasserstrom.
- _ Die Einbauten unter den Grundwasserspiegel durch die neuen Bauwerke wurden mit der Untersuchung verschiedener Varianten im Sinne des Grundwasserschutzes soweit möglich optimiert. Dabei wurden differenzierte Baugrubenkonzepte je Bauwerk erstellt und jeweils die Baumethodik gewählt, welche den geringsten Einfluss auf das Grundwasser ausübt:
 - _ Die Biologie 1+2 wird mit Jettingsohle zur Sohlabdichtung innerhalb eines geschlossenen Spundwandkastens erstellt.
 - _ Die GAK-Filtration 1+2 wird mit rückverankerter Spundwandumschliessung, Jettingsohle zur Sohlabdichtung und Jettingsäulen zur Abdichtung zu Bestandsbauten erstellt.
 - _ Die GAK-Filtration 3+4 wird mit rückverankerter Spundwandumschliessung, Unterwasserbeton zur Sohlabdichtung inkl. Mikropfähle erstellt.
- _ Die Rückbaubarkeit der Einbauten ins Grundwasser am Ende des «Lebenszyklus» der Bauwerke ist weitgehend möglich. Das Projekt wurde auch in dieser Hinsicht im Sinne des Grundwasserschutzes soweit möglich optimiert.
- _ Die Trinkwasserfassungen im Zustrom des Projekts werden entsprechend dem Ausbauprojekt der ARA angepasst, dabei wird die Grundwasserschutzzone südlich des ARA Areals reduziert und in südöstlicher Richtung verschoben. Die Fassung Hard 1 wird dabei auf 5'000 l/min Fördermenge reduziert und die Fassung Hard 2 wird wieder reaktiviert mit einem Fördervolumen von 10'000 l/min. Die Anpassungen sind mit dem Ausbau der ARA koordiniert. Somit wird die Trinkwasserförderung und Versorgung nicht tangiert.
- _ Das Grundwasser im direkten Abstrom des Projektbereichs wird nicht genutzt und eine Nutzung ist auch zukünftig nicht zu erwarten. Weitere Rechte Dritter werden vom Projekt nicht tangiert.

Gegen einen Einbau der Bauwerke des Teilprojektes West wie auch zu späterem Zeitpunkt des Teilprojektes Ost unter den Grundwasserspiegel sprechen die Interessen des quantitativen und qualitativen Grundwasserschutzes. Mit dem lokalen Einbau sind allerdings keine spürbaren Auswirkungen auf die Grundwasserfließverhältnisse und das vorhandene Grundwasserdargebot sowie dessen Qualität verbunden infolge der sehr hohen Durchlässigkeit und der Mächtigkeit des Grundwasserträgers in der Pfungener Schicht.

Die Interessenabwägung kommt zusammenfassend zum Schluss, dass die Interessen am Einbau unter dem mittleren Grundwasserspiegel überwiegen und die Erteilung einer Ausnahmegewilligung somit möglich ist.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Gw-1	Für das Teilprojekt West und zu späterem Zeitpunkt für das Teilprojekt Ost sind Bauten unterhalb des mittleren Grundwasserspiegels vorgesehen, womit für die Erteilung einer Ausnahmegewilligung die entsprechenden Nachweise erbracht werden.
Pf-Gw-2	Für die Teilprojekt Ost wird im nächsten Projektschritt (Vorprojekt) eine mögliche Verringerung der Tiefe der Trichter geprüft (Sandfang und Vorklärbecken). Sind Einbauten unter dem mittleren Grundwasserspiegel unvermeidlich, so sind entsprechende Nachweise zu erbringen.
Pf-Gw-3	Für das Teilprojekt Mitte wird in einem nächsten Projektschritt der Rückbau der bestehenden Baute im Grundwasser (Rücklaufstapel RST) geprüft.

5.6.6 Betriebsphase

Im Normalbetriebszustand der ARA Hard sind unter Einhaltung der in Kap. 5.8 *Entwässerung* festgehaltenen Pflichten für die Betriebsphase keine Auswirkungen auf das Grundwasser zu erwarten.

5.6.7 Beurteilung

Der Projektperimeter befindet sich im Gewässerschutzbereich A_u und im Bereich der Erweiterungen Mitte und Ost in der Grundwasserschutzzone S2. Aus diesem Grund wurde die Trinkwasserversorgung im Raum Winterthur Hard für die Zukunft neu aufgestellt. Mit dem neuen Fassungsregime wird lediglich die neue Zufahrtsstrasse in der Grundwasserschutzzone S3 zu liegen kommen, welche mittels einer dichten, vom Sickerleitungssystem unabhängigen Strassenentwässerung realisiert werden kann. Sämtliche ARA-Anlagenbestandteile liegen künftig ausserhalb der Grundwasserschutzzonen. Für Einbauten, welche unter den mittleren Grundwasserspiegel reichen, wurden für das Erlangen einer Ausnahmegewilligung die erforderlichen Nachweise sowie eine Interessenabwägung erbracht.

5.7 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme

5.7.1 Grundlagen

- [56] AWEL, 2020. Anforderungen an die Einleitung von gereinigtem Abwasser in Fliessgewässer u. Seen im Kanton Zürich. Vollzugshilfe, gültig ab 1. Januar 2020.
- [57] AWEL, 2021. Faktenblätter Gewässerraum, Umgang mit Schlüsselthemen in Kürze.
- [58] BAFU. Hydrologische Daten und Vorhersagen, Töss – Neftenbach 2132. <https://www.hydrodaten.admin.ch/de/seen-und-fluesse/stationen-und-daten/2132> [Zugriff: 30. November 2023]
- [59] Erneuerung der gewässerschutzrechtlichen Einleitbewilligung zur Einleitung von gereinigtem Abwasser aus der ARA Hard in die Töss. AWEL, 06. Januar 2014.
- [60] GIS-ZH. Layer: Naturgefahrenkarte. <https://maps.zh.ch/s/rhlx0mi> [Zugriff: 31. Oktober 2023]
- [61] GIS-ZH. Layer: Öffentliche Oberflächengewässer, Gewässerraum, Wasserrechte und Hochwasserrückhaltebecken. <https://maps.zh.ch/s/dhusonvf> [Zugriff: 31. Oktober 2023]
- [62] GIS-ZH. Layer: Revitalisierungsplanung. <https://maps.zh.ch/s/hztgoxjf> [Zugriff: 31. Oktober 2023]
- [63] SIA-Norm 431:2022: Entwässerung auf Baustellen
- [64] Töss – Orüti bis Tössegg, Festlegung Gewässerraum. Kanton Zürich, Baudirektion, AWEL, Flussbau AG, 31. Mai 2016.
- [65] VSA, 2018. Positionspapier des VSA: Auswirkungen von ARA-Zusammenschlüssen auf die Gewässer.

5.7.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Für die UVB-Hauptuntersuchung wurden in der UVB-Voruntersuchung keine weiteren Abklärungen im Umweltbereich «Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme» vorgesehen.

5.7.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Baudirektion Kanton Zürich, ALN-FJV

Die Einleitung des Abwassers hat sich an den Temperaturvorgaben für ein Forellengewässer zu orientieren.

Kommentar UVB-Verfasser zum behördlichen Antrag

Für die Reinigungsprozesse der Abwasserreinigung wird gegenüber dem Ausgangszustand keine Veränderung an der Wassertemperatur vorgenommen. Dies ist im heutigen Zustand der Anlage so und wird auch nach Fertigstellung und Inbetriebnahme der Erweiterungs- und Erneuerungsbauten der Fall sein. Die GSchV sieht in Anhang 2 Ziff. 12 Abs. 4 für Fliessgewässer der Forellenregion eine maximale Temperaturveränderung durch Wärmeeintrag oder -entzug gegenüber dem unbeeinflussten Zustand von 1.5°C vor, wobei die Wassertemperatur von Fliessgewässern nie über 25°C steigen darf. Die Autorenschaft des vorliegenden Berichts ist allerdings der Ansicht, dass die Anforderungen an die Einleitung von kommunalem Abwasser in Gewässer in Anhang 3.1 GSchV geregelt ist und folglich Anhang 2 Ziff. 12 Abs. 4 nicht anwendbar ist. Die nach Rückfrage an die Fischerei- und Jagdverwaltung initiierte detaillierte behördliche Klärung der rechtlichen Lage ist noch hängig. Der Behördenantrag 51 wurde

nichtsdestotrotz grundsätzlich berücksichtigt, indem in den Kap. 5.7.4 sowie 5.7.6 die geforderten Inhalte nach Möglichkeit geliefert werden.

5.7.4 Ist- und Ausgangszustand

Gewässerraum Töss gem. Übergangsbestimmungen

Es befindet sich nebst der Töss kein weiteres Oberflächengewässer innerhalb des Perimeters der erweiterten ARA Hard. Der Gewässerraum nach Art. 36a GSchV ist für die Töss noch nicht festgelegt, daher gelten die Übergangsbestimmungen der GSchV (Änderung vom 4. Mai 2011, in Kraft seit 1. Juni 2011) in Verbindung mit Art. 41c GSchV. Da die Gerinnesohle der Töss im Bereich der ARA breiter als 12 m ist, beträgt der von Anlagen frei zu haltende Uferstreifen 20 m ab Uferlinie.

Naturgefahren

Die bestehende Fläche der ARA liegt gemäss synoptischer Gefahrenkarte des Kantons Zürich (Hochwasser und Massenbewegungen) ausserhalb des Hochwassergefahrenbereichs (vgl. Kap. 4.2 *Übereinstimmung mit der Raumplanung*, Abschnitt *Naturgefahrenkarte*).

Einleitung gereinigtes Abwasser

Das gereinigte Abwasser der ARA Hard wird in die Töss eingeleitet. Daher ist deren Abflussregime entscheidend für die Bewirtschaftung der ARA Hard. Die Töss weist bei Neftenbach einen tendenziell etwas höheren Abfluss im Frühling und Winter und einen tieferen Abfluss im Sommer und Herbst auf, wobei die Abflussmenge wesentlich von den Niederschlagsmengen im Tösstal bestimmt wird. In den Jahren 1921-2016 lagen die Monatsmittelwerte des Abflusses bei Neftenbach zwischen 5.6 und 10.0 m³/s. In der Zeitspanne von 1921-2016 betrug der mittlere Abfluss der Töss 7.7 m³/s. Nach der Einleitung des Abwassers aus der ARA Hard liegt der Abwasseranteil am Gesamtabfluss der Töss gegenwärtig bei 30 bis 50 %. Aus diesem Grund hat die kantonale Fachstelle Abwasserreinigung den Verbleib der ARA Hard am aktuellen Standort kritisch hinterfragt. Eine Prüfung von alternativen Standorten fiel jedoch negativ aus [9].

Da der Abwasseranteil am Gesamtabfluss der Töss hoch ist, bestehen erhöhte Anforderungen an die biologische Reinigung. Zwar kann die Wasserqualität der Töss unterhalb der Einleitstelle der ARA Hard allgemein als gut bis sehr gut bezeichnet werden, dennoch weist sie erhöhte Konzentrationen an Nitrat auf [58]. Mit der aktuellen ARA Hard können die Anforderungen gemäss GSchG nach Ablauf der kantonalen Frist per 01. Januar 2025 nicht mehr eingehalten werden [18].

Die Temperatur des eingeleiteten, gereinigten Abwassers in die Töss ist abhängig von der Temperatur des zulaufenden Abwassers in die ARA. Die Anlagen der ARA beeinflussen die Temperatur des Abwassers nicht. Einen gemäss Stadtwerk Winterthur vernachlässigbar kleinen Einfluss auf die Abwassertemperatur, hat die Wärmeentnahme im Rahmen der Nutzung des Abwassers als Wärmequelle für die Überbauung Tössallmend (vgl. Kap. 4.4 *Rationelle Energienutzung*). Im Durchschnitt liegt die Wassertemperatur des eingeleiteten Wassers rund 5°C über der Wassertemperatur der Töss und folgt dem saisonalen Temperaturverlauf der Töss (Abb. 13). Die maximale tagesgemittelte Temperatur des in die Töss eingeleiteten Abwassers lag bei 24.0°C, was einem Hauptanliegen⁵ der Fischerei- und Jagdverwaltung des Amts für Landschaft und Natur entspricht. Die minimale eingeleitete Wassertemperatur lag bei 10.0°C.

⁵ Gemäss Mitteilung per Mail durch Fr. Nägeli (ALN-FJV) vom 03.09.2024



Abb. 13 Temperaturverlauf Töss/Eulach und ARA-Einleitung

Tagesgemittelte Wassertemperatur der Töss resp. Eulach an drei nahegelegenen Messstationen der ARA Hard sowie die Temperatur des eingeleiteten gereinigten Abwassers der ARA Hard im Zeitraum zwischen dem 22.08.2023 und dem 22.08.2024.

5.7.5 Bauphase

Gewässerschutz

Bei Bauarbeiten im Bereich von Oberflächengewässern besteht die Gefahr, die Gewässer durch Trübungen, Chemikalien oder Betonabwasser zu verschmutzen. Daher müssen die Risiken für eine Gewässerverschmutzung bereits in der Planung bedacht werden. Die Baustellentwässerung wird generell gemäss SIA-Norm 431:2022 *Entwässerung von Baustellen* geplant. Die Unternehmung erstellt vor Baubeginn ein entsprechendes Detailkonzept (vgl. Massnahme Kap. 5.8 *Entwässerung*).

5.7.6 Betriebsphase

Gewässerraumfestlegung
gemäss Art. 41a GSchV

Die Gewässerraumfestlegung nach Art. 41a GSchV führt zukünftig voraussichtlich zu einem Gewässerraum von mindestens 100 m [64]. Bereits bestehende, rechtmässig erstellte und bestimmungsgemäss nutzbare Bauten und Anlagen, die sich innerhalb des Gewässerraums befinden, sind in ihrem Bestand grundsätzlich geschützt (Art. 41c Abs. 2 GSchV). Innerhalb der Bauzonen geniessen sie gemäss § 15m HWSchV darüber hinaus eine erweiterte Besitzstandsgarantie nach § 357 PBG. Gewisse Umbauten, Erweiterungen und Nutzungsänderungen bleiben dabei möglich, nicht aber neubauähnliche Umgestaltungen und Ersatzbauten. Im Grundsatz ist allerdings keine weitergehende Beanspruchung des Uferstreifens bzw. des Gewässerraums durch ober- und unterirdische Bauten unter dem Titel der Besitzstandsgarantie möglich (§ 357 Abs. 1 Satz 2 PBG).

Der Kanton Zürich hat anerkannt, dass der Zulaufbereich der ARA im Süden und Osten durch die Grundwasserschutzzone eingeengt ist und zugleich das Gelände südlich von der Tössbrücke ansteigt. «Die durch Winterthur vorgeschlagene Bestvariante hat sämtliche Vorgaben so gut als möglich planungstechnisch berücksichtigt. Die Anlage ist so geplant, dass der aktuell gültige übergangsrechtliche Uferstreifen nach der GSchV vom 28. Oktober 1998 von 20 m eingehalten wird.»⁶

⁶ Protokoll zu Sitzung vom 13. März 2023, Ausbau ARA Hard-Winterthur, AWEL, Dr. Edith Durisch Kaiser

Lediglich die Entlastungsleitung aus dem Regenüberlaufbecken und Havariebecken liegt unwesentlich innerhalb des Uferstreifens. Nicht eingehalten werden kann der zukünftig gemäss Gewässerraumgutachten notwendige minimale Gewässerraum [11].

Die Ausnahmegewilligung für den zukünftig unterschrittenen Gewässerraum von mindestens 100 m wurde vom Amt für Landschaft und Natur, Abteilung Gewässerschutz in Aussicht gestellt, sofern der Nachweis der Standortgebundenheit erbracht werden kann [11]. Dies ist indes mit dem Bericht *Standortgebundenheit Anlagenzulauf* von Betatech Hunziker vom 31. Mai 2023 [1] abschliessend erfolgt.

Verschärfung Einleitbedingungen

Bund und Kanton haben die gesetzlichen Bestimmungen über die Einleitbedingungen verschärft. So sind bis 2025 die Elimination von organischen Spurenstoffen zu 80 % und die Reduktion der Stickstoffeinträge auf 70 % bezogen auf das Rohabwasser zu erfüllen. Ziele der verschärften gesetzlichen Bestimmungen sind der Schutz der Tier- und Pflanzenwelt, u.a. die Sicherstellung der intakten Fortpflanzung der Fische, die Qualitätssicherung der Trinkwasserressourcen, z.B. durch Elimination hormonaktiver Stoffe und die Reduktion der ins Ausland abgeleiteten Menge an Spurenstoffen. Mit der zusätzlichen Reinigungsstufe der projektierten ARA Hard können die gesetzlichen Bestimmungen zukünftig eingehalten werden, was sich positiv auf die Wasserqualität der Töss auswirken wird. Die kantonale Fachstelle Abwassereinigung hält fest, dass die Aufrüstung der ARA Hard mit einer Reinigungsstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen zukünftig einen wichtigen Betrag zum Schutz des höchst wertvollen Flussökosystems der unteren Töss, der assoziierten Wasserressourcen und des Fliessgewässers Rhein leisten wird [7].

Einleitmenge

Auf Basis der heutigen Anlagenbelastung der ARA Hard von 200'000 EW und der prognostizierten Belastung von 300'000 EW im Jahr 2065, kann davon ausgegangen werden, dass der Anteil an eingeleitetem gereinigtem Abwasser am Gesamtabfluss der Töss bei Niedrigwasser von heute maximal 50 % auf rund 75 % ansteigen wird. Dies unter der Annahme, dass die Abwassermenge pro Kopf sowie das Abflussregime der Töss auf einem ähnlichen Niveau verharren.

Im Vergleich zu grösseren Vorflutern wie z.B. die Limmat, hat die Töss einen geringen Abfluss. Deshalb wurde vom Kanton Zürich überprüft, ob der ideale Standort für die zweitgrösste Abwasserreinigungsanlage des Kantons am Vorfluter Töss gegeben ist. Am 08. Januar 2019 wurde der Standort Hard der ARA Winterthur durch das AWEL, Sektion Abwasserreinigungsanlagen, bestätigt [12].

Wassertemperatur

Die Einleitung von gereinigtem Abwasser in die Töss hat Auswirkungen auf deren Wassertemperatur. Kaltes Wasser kann mehr Sauerstoff lösen als warmes, weshalb Sauerstoff in kaltem Wasser für Organismen besser verfügbar ist. Bei zu warmem Wasser können Arten wie die Bachforelle und die Äsche, welche auf hohe Sauerstoffkonzentrationen angewiesen sind, ihren Bedarf nicht mehr decken. Da Fische wechselwarm sind, ist eine künstliche Erwärmung der Gewässer, die durch ARA-Einleitungen meistens erfolgt, unerwünscht. Im Zeitraum von September bis Mai ist das ARA-Abwasser in der Regel wärmer als das Fliessgewässer und in den Sommermonaten Juli und August gleich warm oder kühler. Einzig in den Sommermonaten Juli und August kann das ARA-Abwasser phasenweise leicht kühlenden Einfluss auf das Gewässer haben. Die

Erwärmung des Gewässers in den Wintermonaten schlägt somit stärker zu Buche als die Abkühlung im Sommer.

Die Planung der erweiterten ARA Hard sieht keine Anlagenbestandteile vor, welche die Abwassertemperatur beeinflussen, analog zum Ausgangszustand der Anlage. Die sich über den Jahresverlauf im selben Muster verändernden Temperaturen der Töss und des Abwassers, werden folglich auch im Betriebszustand in ähnlichem Rahmen zu beobachten sein (Abb. 13). Ein Ausbau der bestehenden Anlage zur Wärmeentnahme aus dem Abwasser wäre zwar grundsätzlich möglich, ist allerdings explizit nicht Bestandteil des vorliegenden Vorhabens (vgl. Kap. 4.4 *Rationelle Energienutzung*).

Einleitstelle in Töss

Die Einleitstelle des gereinigten Abwassers in die Töss ist gemäss erweitertem Vorprojekt im Bereich des vom Kanton priorisierten Revitalisierungsabschnitt der Töss vorgesehen. Im Falle eines gegebenen Interessenskonflikts, ist gemäss Stadtwerk Winterthur eine Einleitung in die Töss weiter flussabwärts der ARA Hard denkbar.

Fischerei und Wildtiere

Das Amt für Landschaft und Natur, in der Form der Fischerei- und Jagdverwaltung, beurteilt in ihrer Stellungnahme [20] zur Voranfrage der Stadt Winterthur zur Bewilligungsfähigkeit des ARA-Erweiterungsprojekts folgendermassen:

«Die Erweiterung der ARA Hard in der Stadt Winterthur wurde durch die Fischerei- und Jagdverwaltung vorgeprüft und ist aus fischereirechtlicher und wildtierökologischer Sicht genehmigungsfähig.»

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
Ob-1	Im Bereich der zusätzlichen Reinigungsstufe wird ein Überwachungskonzept betreffend des GAK-Schlupfs umgesetzt, um die Gewässer nicht mit beladener Aktivkohle zu belasten [3].

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Ob-1	Aufgrund der Beeinträchtigung des zukünftigen Gewässerraums ist nach dessen Festlegung für betroffene Anlagenbestandteile ein Bewilligungsgesuch für standortgebundene Teile von Anlagen zu stellen (Art. 41c lit. c GSchV).

5.7.7 Beurteilung

Der übergangsrechtliche Uferstreifen von 20 m gemäss GSchV ist lediglich durch Entlastungsleitungen betroffen. Durch den zukünftig festgelegten Gewässerraum nach Art. 41a GSchV der Töss, ist der Projektperimeter betroffen. Eine Ausnahmegewilligung wurde durch den Kanton Zürich aufgrund der nachgewiesenen Standortgebundenheit in Aussicht gestellt. Die durch die Erweiterung und Sanierung der ARA Hard optimierten Prozesse, einschliesslich der hinzukommenden Reinigungsstufe der Elimination von Mikroverunreinigungen, beeinflussen die Wasserqualität des eingeleiteten Abwassers in die Töss und ergo die Gewässerökologie der Töss positiv. Der Temperaturunterschied zwischen dem Wasser der Töss und dem eingeleiteten gereinigten Abwasser wird sich im Betriebszustand in einem ähnlichen Bereich bewegen wie heute und die saisonalen Schwankungen auch im Abwasser abgebildet sein. Der etwas grössere Anteil an gereinigtem Abwasser am Gesamtabfluss der Töss hat zur Folge, dass die Einwirkung auf die Töss zunimmt.

5.8 Entwässerung

5.8.1 Grundlagen

- [66] Kantonales Einführungsgesetz zum Gewässerschutzgesetz (EG GSchG) vom 8. Dezember 1974
- [67] Regenwasserbewirtschaftung, Richtlinie und Praxishilfe zum Umgang mit Regenwasser. AWEL, 2022.
- [68] SIA-Norm 431:2022: Entwässerung von Baustellen
- [69] Verordnung über die Siedlungsentwässerung (VSE) der Stadt Winterthur vom 05.06.2000 (Stand 01.01.2019)
- [70] VSA-Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter

5.8.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Für die UVB-Hauptuntersuchung wurden in der UVB-Voruntersuchung keine weiteren Abklärungen im Umweltbereich «Entwässerung» vorgesehen.

5.8.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung *Tiefbauamt der Stadt Winterthur, Abteilung Entwässerung*

- | | |
|-----------|---|
| Antrag 24 | Der Umweltverträglichkeitsbericht ist mit einem Abschnitt zu ergänzen, der die gesetzliche Notwendigkeit des Vorhabens untersucht bzw. schildert. |
| Antrag 25 | Die positive Bedeutung des Projektes aus Sicht Gewässerschutz ist in der Hauptuntersuchung zu untersuchen und zu beschreiben. |
| Antrag 26 | Die Bewältigung von Havarien und Gewässerverschmutzungen im Entwässerungsnetz der Stadt Winterthur ist darzulegen – einmal vor der Projektrealisierung und einmal mit der ARA-Erweiterung. So soll die günstige Wirkung des Projektes auf die Havariebewältigung offenbar werden. |
| Antrag 56 | Die Realisierung der Massnahmen, die im GEP-Teilprojekt Gefahrenvorsorge bestimmt werden, ist aufzuzeigen. |
| Antrag 57 | Während der Bauphase sind die bisherigen Anforderungen an die Qualität des gereinigten Abwassers gemäss den Vorgaben der AWEL Verfügung Nr. 0004 vom 6. Januar 2014 vollumfänglich einzuhalten. Die ARA-Reinigungsleistung und insbesondere die ganzjährige Nitrifikation sind mit geeigneten Massnahmen während allen Bauphasen sicherzustellen. |
| Antrag 58 | Während der Bauzeit ist die ARA, sofern eine entsprechende Zuflussmenge anfällt, grundsätzlich weiterhin jederzeit mit mindestens 2000 l/s zu belasten. Kann diese Abwassermenge nicht verarbeitet werden, so ist die ARA in Absprache mit dem AWEL hydraulisch jederzeit mit mindestens dem 1.5-fachen Trockenwetteranfall, d.h. 1500 l/s, zu belasten. Entlastungen sind nur bei absoluter Notwendigkeit und bei entsprechenden meteorologischen Bedingungen tolerierbar. Eine weitere Drosselung der Zuflussmenge erfordert die Bewilligung durch das AWEL, Abt. Gewässerschutz. Die Haftung für allfällige Gewässerverschmutzungen bleibt in jedem Fall beim Verursacher. |

Kommentar UVB-Verfasser zu den behördlichen Anträgen

Die Anträge 24-26 wurden im Umfang von Kap.4.1 *Beschreibung des Vorhabens* respektive im vorliegenden Kapitel berücksichtigt. Die Anträge 56-58 betreffen die nachfolgenden Baubewilligungsverfahren und wurden in das entsprechende Pflichtenheft integriert.

5.8.4 Ist- und Ausgangszustand

Entwässerung ARA-Areal

Das anfallende Platzwasser wird heute direkt dem nächsten Abwasserbecken zugeführt und somit über die ARA abgeleitet. Mit der Realisierung des Projektes soll in den betroffenen ARA-Bereichen auch ein neues Konzept zur Oberflächenentwässerung umgesetzt werden, welches die geltenden gesetzlichen Entwässerungsgrundsätze berücksichtigt (GSchG Art. 7). Demnach soll unverschmutztes bis wenig verschmutztes Abwasser, wenn möglich, in erster Priorität vor Ort versickern. Wenn eine Versickerung des Oberflächenwassers nicht zulässig, machbar oder verhältnismässig ist, soll in zweiter Priorität das Wasser einem Oberflächengewässer oder in dritter Priorität einer Mischwasserkanalisation zugeführt werden. Ganz grundsätzlich sollen so wenige Flächen wie möglich oder so viele wie für die betriebliche Sicherheit notwendig befestigt respektive versiegelt werden.

Genereller Entwässerungsplan

Die Stadt Winterthur und die angeschlossenen Gemeinden haben gemäss Art. 7 Abs. 1 und 3 GSchG die Pflicht, einen Generellen Entwässerungsplan (GEP) zu erarbeiten und aktuell zu halten, in welchem gemäss Art. 16 GSchV verhältnismässige Massnahmen im Hinblick auf ausserordentliche Ereignisse zu treffen sind. Des Weiteren ist gemäss den technischen Vorschriften des Verbands Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) die Gefahrenvorsorge im GEP zu behandeln. Besondere Gefahrenlagen, denen eine ARA ausgesetzt ist, sind z.B. der Zufluss von entzündlichen Flüssigkeiten oder Gasen, der Zufluss von Stoffen und Flüssigkeiten, welche die Funktion von Anlagenbestandteilen bedrohen oder der Zustrom von Feststoffen, für welche die mechanische Reinigungsstufe nicht ausgerüstet ist. Der GEP wird vom Stadtparlament Winterthur festgesetzt und unterliegt der Genehmigung des Regierungsrates (Art. 4 Abs. 2 lit. a VSE). Im Anschluss ist dieser der kantonalen Baudirektion zur Genehmigung vorzulegen (§ 14 EG GSchG).

Der aktuelle GEP stammt aus dem Jahr 2004 und die damals festgelegten Massnahmen wurden grösstenteils umgesetzt. Neue Ziele und Prioritäten werden seitdem von der Abteilung Entwässerung der Stadt Winterthur festgelegt. Dabei haben sich die Rahmenbedingungen und Zielsetzungen der Stadt verändert. Sowohl das Siedlungsgebiet als auch die Bevölkerung ist gewachsen. Zudem hat sich die Ausgangslage aufgrund des geplanten Ausbaus der ARA Hard mit dem damit verbundenen Anschluss weiterer Gemeinden verändert. Konsequenterweise hat die Stadt Winterthur mit Stadtratsbeschluss vom 10. April 2024 beschlossen, dass der GEP erneuert werden soll. Die Erarbeitung ist gegenwertig im Gange. Das Pflichtenheft für das Teilprojekt Gefahrenvorsorge der aktuellen Überarbeitung stellt fest, dass einige Massnahmen des GEP aus dem Jahr 2003 zur Gefahrenvorsorge noch nicht umgesetzt sind. Die im Pflichtenheft aufgezeigten Schwächen betreffen vor allem den ARA-Zulauf mit dem veralteten bestehenden Regenbecken an suboptimalem Standort und die fehlenden Entlastungsmöglichkeiten kurz vor der ARA. Teilprojekt Ost sieht den Bau eines modernen

Regenbeckens an geeignetem Standort vor (Kap. 4.1 *Beschreibung des Vorhabens*). Die weitere Planung soll die im Rahmen des GEP-Teilprojekts Gefahrenvorsorge definierten Massnahmen berücksichtigen.

Baustellenabwasser

5.8.5 Bauphase

Durch Aushub- oder Betonierarbeiten verschmutztes Abwasser ist über ein Absetzbecken und/oder eine Neutralisationsanlage zu reinigen, bevor es in die Schmutzwasserkanalisation eingeleitet werden kann. Unverschmutztes Baustellenabwasser kann, sofern es die allgemeinen Anforderungen für Industrieabwasser nach Anhang 3.2 Ziffer 2 GSchV einhält, in die die Schmutz- oder Mischwasserkanalisation oder mit einer entsprechenden kantonalen Einleitbewilligung in ein Gewässer eingeleitet werden. Für die Einleitung in ein Gewässer sind zusätzlich die Schwellenwerte gemäss Anhang 3.3 Ziffer 23 Abs. 2 GSchV einzuhalten. Generell hat die Entwässerung während der Bauphase gemäss der SIA-Norm 431:2022 *Entwässerung von Baustellen* zu erfolgen.

Die weitere Planung der Baustellenentwässerung setzt konkrete Angaben zu Bauverfahren voraus, welche erst im Rahmen der Unternehmenssubmission bekannt sind.

Pflichtenheft	
Nr.	Beschreibung
Pf-Ew-1	Die Planenden erarbeiten auf Stufe Vorprojekt und Bauprojekt ein detailliertes Baustellenentwässerungskonzept nach SIA-Norm 431:2022 <i>Entwässerung von Baustellen</i> , welches der zuständigen Behörde zur Bewilligung eingereicht wird. Im Baustellenentwässerungskonzept wird auf die korrekte Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten unter Berücksichtigung des Grundwasservorkommens und der räumlichen Nähe zur Töss eingegangen.
Pf-Ew-2	Während der Bauphase werden die bisherigen Anforderungen an die Qualität des gereinigten Abwassers gemäss den Vorgaben der AWEL Verfügung Nr. 0004 vom 6. Januar 2014 vollumfänglich eingehalten. Die ARA-Reinigungsleistung und insbesondere die ganzjährige Nitrifikation wird mit geeigneten Massnahmen während allen Bauphasen sichergestellt.
Pf-Ew-3	Während der Bauzeit wird die ARA, sofern eine entsprechende Zuflussmenge anfällt, grundsätzlich weiterhin jederzeit mit mindestens 2000 l/s belastet. Kann diese Abwassermenge nicht verarbeitet werden, so wird die ARA in Absprache mit dem AWEL hydraulisch jederzeit mit mindestens dem 1.5-fachen Trockenwetteranfall, d.h. 1500 l/s, belastet. Entlastungen sind nur bei absoluter Notwendigkeit und bei entsprechenden meteorologischen Bedingungen tolerierbar. Eine weitere Drosselung der Zuflussmenge erfordert die Bewilligung durch das AWEL, Abt. Gewässerschutz. Die Haftung für allfällige Gewässerverschmutzungen bleibt in jedem Fall beim Verursacher.

Teilprojekt West

5.8.6 Betriebsphase

Da das Teilprojekt West bereits auf Stufe erweitertes Vorprojekt vorliegt, wurde die Entwässerung für diesen Projektbereich sowie das bestehende ARA-Areal bereits geplant [6]. Eine Übersicht des Entwässerungskonzepts ist Abb. 14 zu entnehmen.

Teilprojekte Mitte und Ost

Ein Konzept für die Anpassung der Entwässerung der Bereiche Anlagezulauf bis und mit Vorklärung (Teilprojekt Ost) sowie der Schlammbehandlung, Schlammmentwässerung und die Gasanlagen (Teilprojekt Mitte), liegt zum gegebenen Zeitpunkt noch nicht vor. In den nachgelagerten Planungs- und Bewilligungsverfahren der Teilprojekte Mitte und Ost ist darzulegen, wie die im Zusammenhang dieser Anlagenteile betroffenen Flächen entwässerungstechnisch zu optimieren sind. Dabei sind Terrainoberflächen wo

immer möglich durchlässig zu gestalten und die Entwässerung von Dach- resp. befestigten Terrainoberflächen in zwei separaten Systemen vorzusehen.

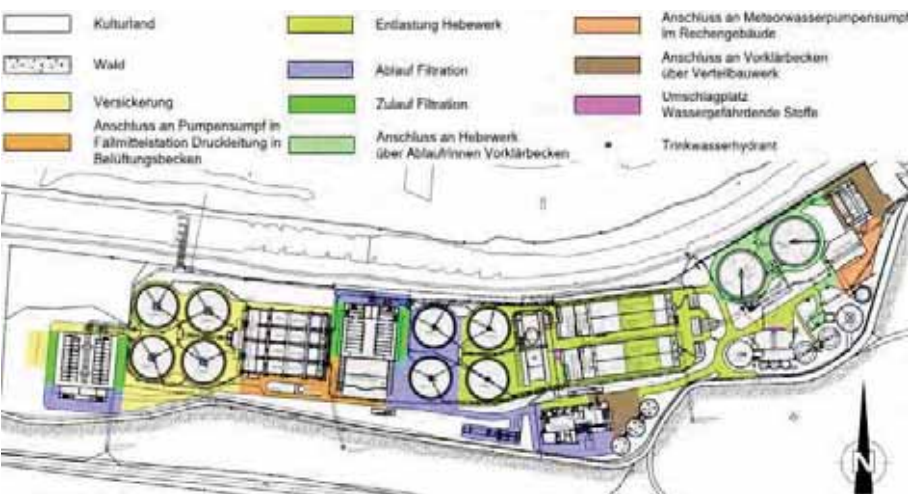


Abb. 14 Darstellung Flächenentwässerung West inkl. bestehendes ARA-Areal
Die Anordnung der EMV-Anlage im Bereich Bruni-Wiese entspricht nicht mehr der aktuellen Anordnung.

Neue Zufahrt ARA Hard

Da ein Abschnitt der verlegten Zufahrtsstrasse zur ARA Hard sowie des parallel dazu verlaufenden Velo- und Wanderwegs durch die Grundwasserschutzzone S3 zu liegen kommen, ist eine dichte, vom Sickerleitungssystem unabhängige Strassentwässerung zu erstellen.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Ew-4	Für die Teilprojekte Mitte und Ost wird spätestens im Rahmen der Ausarbeitung der Bauprojekte ein Entwässerungskonzept erstellt. Das Entwässerungskonzept des Vorprojekts von Teilprojekt West ist im Zuge der Erarbeitung des Bauprojekts ebenfalls auf die nach aktuellem Planungsstand vorliegende Anlagenanordnung anzupassen. Die Entwässerungskonzepte sind durch das AWEL zu bewilligen. Die Umsetzung wird gemäss der VSA-Richtlinie <i>Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter</i> sowie der darauf basierenden Richtlinie und Praxishilfe <i>Regenwasserbewirtschaftung</i> des AWEL umgesetzt.
Pf-Ew-5	Für den in der Grundwasserschutzzone S3 verlaufenden Zufahrtsstrassenabschnitt, wird auf Stufe Bauprojekt eine vom Sickerleitungssystem unabhängige Strassentwässerung eingeplant.
Pf-Ew-6	Im Baubewilligungsverfahren ist die Realisierung der Massnahmen aufzuzeigen, die im GEP-Teilprojekt Gefahrenvorsorge bestimmt werden.

5.8.7 Beurteilung

Während der Bauphase wird die Baustellenentwässerung gemäss SIA-Norm 431:2022 *Entwässerung von Baustellen* umgesetzt. Durch die Erarbeitung von Entwässerungskonzepten im Rahmen der baulichen Vorhaben wird die Entwässerungssituation zum Ist-Zustand verbessert. Unter Berücksichtigung der Pflichten werden die Auswirkungen für den Umweltbereich Entwässerung möglichst eingeschränkt.

5.9 Boden inkl. Fruchtfolgeflächen

5.9.1 Grundlagen

- [71] BAFU, 2021, Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung.
- [72] BAFU, 2022, Sachgerechter Umgang mit Boden beim Bauen.
- [73] Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, 2010, Klassifikation der Böden der Schweiz.
- [74] Erweiterung ARA Hard Winterthur – Bodenuntersuchungen im Perimeter der Ersatzaufforstung. Basler & Hofmann AG, 13. August 2024.
- [75] GIS-ZH. Layer: Fruchtfolgeflächen. <https://maps.zh.ch/s/1krwjqi> [Zugriff: 24. Oktober 2023]
- [76] GIS-ZH. Layer: Verfahren bei Hinweisen auf Schadstoffbelastungen des Erdreichs. <https://maps.zh.ch/s/mgivsoxz> [Zugriff: 24. Oktober 2023]
- [77] Winterthur: Erweiterung ARA Hard – Kurzbericht Beurteilung Boden und Fruchtfolgeflächen. Dr. Roland Wyss GmbH, 13. Juli 2022.

5.9.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Für die UVB-Hauptuntersuchung wurden in der UVB-Voruntersuchung keine weiteren Abklärungen im Umweltbereich «Boden inkl. Fruchtfolgeflächen» vorgesehen.

5.9.3 Behördenstellungennahmen zur UVB-Voruntersuchung

Baudirektion Kanton Zürich, ALN-FaBo

Antrag 13

Die weitere Berichterstattung für die Teilprojekte Mitte, Ost und im Bereich der Ersatzaufforstungsfläche erfolgt nach Massgaben des Merkblatts «UVP-Merkblatt Bereich Boden» des Kantons Zürich. Insbesondere zu beachten ist die Feststellung und Darstellung des Ausgangszustands der betroffenen Böden sowie die Quantifizierung der resultierenden FFF-Verluste.

Antrag 52

Im Baubewilligungsverfahren müssen sämtliche baulichen Eingriffe in Böden, resultierende Verluste an Fruchtfolgeflächen, der sachgerechte Umgang mit und die Verwertung von abgetragenem Boden im Detail ausgewiesen werden.

Kommentar UVB-Verfasser zum behördlichen Antrag

Am 2. Juli 2024 wurde an einer Nachbesprechung mit der Fachstelle Bodenschutz der Antrag 13 im Detail besprochen. Das UVB-Kapitel «Boden inkl. Fruchtfolgeflächen» handelt den genannten Antrag ab und liefert die geforderten Inhalte. Antrag 52 betrifft nachgelagerte Baubewilligungsverfahren und wurde in das Pflichtenheft aufgenommen.

5.9.4 Ist- und Ausgangszustand

Belastungshinweis für chemische Belastung

Das bestehende Gelände der ARA Hard ist im Prüfperimeter Bodenverschiebung (PBV) des Kantons Zürich verzeichnet. Als Belastungshinweis ist *ausgewählte Bauzone* mit Emissionen aus Industrie, Gewerbe oder Bauwesen angegeben.

Im Rahmen der vorliegenden UVB-Hauptuntersuchung wurde eine Untersuchung des Vorkommens von Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) im Bereich des Projektperimeters durch die Jäckli Geologie AG durchgeführt (vgl. Kap. 5.10.5 *Zusammenfassung PFAS-Untersuchung* resp. **Anhang 4** für den vollständigen Fachbericht). Die Untersuchung beinhaltete unter anderem die Beprobung von Boden hinsichtlich den

gemäss Belastungshinweis (PBV) relevanten Parametern. In sieben Bodenproben aus unterschiedlichen Bereichen des bestehenden ARA-Areals konnte nachgewiesen werden, dass kein Schwermetallgehalt über den entsprechenden Richtwerten lag. Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) wurden in fünf von sieben Bodenproben mit Gehalten zwischen 1.1 bis 9.1 mg/kg nachgewiesen. Ein Teil der im ARA-Areal vorhandenen Böden gilt damit als chemisch schwach belastet.

Biologische Belastung

Ein Standort ist biologisch belastet, wenn darauf invasive gebietsfremde Organismen gemäss Anhang 2 der Freisetzungsverordnung (FrSV) vorkommen oder er mit fortpflanzungsfähigen Teilen dieser Organismen kontaminiert ist. Eine biologische Belastung der Böden innerhalb der Projektperimeter kann nicht ausgeschlossen werden. Abgetragener Boden, der mit invasiven gebietsfremden Organismen belastet ist, muss am Entnahmeort verwertet oder so entsorgt werden, dass eine Weiterverbreitung dieser Organismen ausgeschlossen werden kann. Das Modul *Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung* der Vollzugshilfe *Bodenschutz beim Bauen* des BAFU führt die relevanten invasiven gebietsfremden Pflanzenarten auf Seite 22 auf und regelt den Umgang mit belastetem Boden. Kap. 5.12 *Umweltgefährdende Organismen* dokumentiert die Kenntnisse zum Neophytenbestand in der Umgebung des Projektperimeters.

Bodenkundliches Gutachten Erweiterung West

Für die westliche Erweiterung der ARA Hard liegt ein bodenkundliches Gutachten [77] der Dr. Roland Wyss GmbH vor (**Anhang 5**). Ein rund 8'200 m² grosser Perimeter wurde hinsichtlich Fruchtfolge- und Bodenqualität für die spätere Materialverwertung beurteilt. Für diesen Perimeter liegen nur teilweise Bodendaten vor, ein Teil der Fläche (rund 4'700 m²) gilt heute gemäss kantonalem Inventar als Fruchtfolgefläche (FFF). Gemäss Gutachten liegen im Beurteilungsperimeter heterogene Bodeneigenschaften vor. Im Nordteil unterhalb der Böschung befinden sich flachgründige, natürlich gewachsene Rohböden des Typs Regosol. Im Südteil, welcher vor rund 30 Jahren als Installationsplatz für die damals realisierte ARA-Erweiterung genutzt wurde, liegen anthropogen geprägte Böden mit variabler Gründigkeit vor.

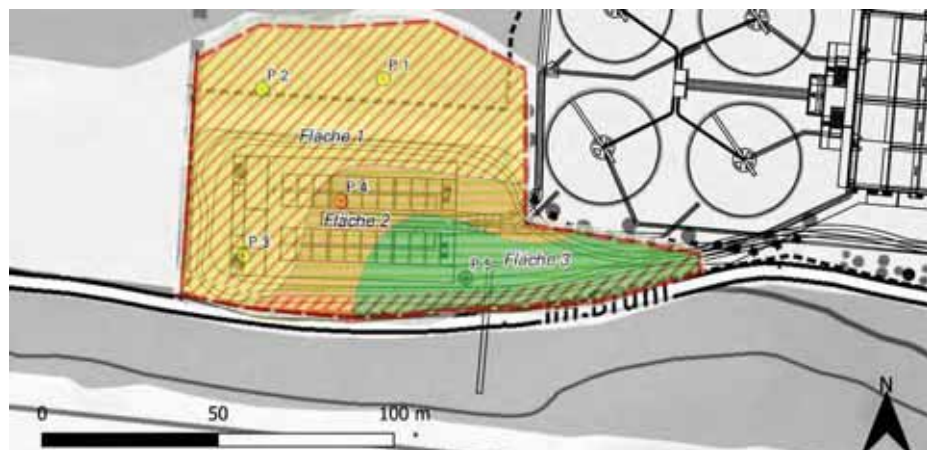


Abb. 15 Perimeter bodenkundliches Gutachten Erweiterung West

Lediglich Teile der Flächen 2 u. 3 weisen Fruchtfolgeflächenqualität auf. Proj. Anlagenbestandteile überlagert.

Die geltenden kantonalen Kriterien für FFF werden in einem Grossteil des Beurteilungsperimeters primär aufgrund der Nutzungseignungsklasse (NEK) und Geländeform nicht erfüllt. Teile der Flächen 2 und 3 (Abb. 15), welche ausserhalb eines

Waldabstandes von 10 m liegen, erfüllen zusammen jedoch diese Kriterien. Das Ausmass an kompensationspflichtigen FFF im Beurteilungssperimeter gemäss kantonalen FFF-Kriterien beträgt somit total 2'630 m².

Die Böden im untersuchten Perimeter unterstehen generell der Verwertungspflicht gemäss VVEA. Aufgrund der teilweise vorhandenen Verdichtungen und Vernässungen sollte beim Bodenabtrag eine Materialtrage durch eine bodenkundliche Fachperson erfolgen, so das Gutachten.

Boden im Perimeter Erweiterung
Mitte/Ost

In den Ausbauperimetern Mitte/Ost (geplanter Baustart ab 2030) sind weitere Flächen mit bestehenden Böden betroffen. Eine detaillierte Erhebung der Bodeneigenschaften hat im Rahmen der UVP in diesem Bereich noch nicht stattgefunden (siehe Abschnitt Massnahmen und Pflichtenheft). Vom Ausbau in diesem Bereich ist Waldboden betroffen. Auf Grundlage der PFAS-Probenahme durch die Jäckli Geologie AG (Zusammenfassung in Kap. 5.10.5 *Zusammenfassung PFAS-Untersuchung*, Fachbericht im **Anhang 4**) sowie der Erhebung durch die Basler & Hofmann AG [74] im Bereich des Aufforstungsperimeters (**Anhang 6**), kann davon ausgegangen werden, dass es sich beim Waldboden mehrheitlich um einen mässig tiefgründigen, normal durchlässigen und kieshaltigen Boden mit Oberboden und zwei unterschiedlichen Unterboden-Horizonten handelt.

Im Rahmen der PFAS-Untersuchung wurden in diesem Waldabschnitt angrenzend an das ARA-Areal relevante PFAS-Gehalte nachgewiesen. In der weiteren Planung und Projektierung des Vorhabens muss diesem Sachverhalt mit einer erweiterten PFAS-Untersuchung im Bereich des Waldes Rechnung getragen werden.

Aufgrund des aktuellen Planungsstands wird mit 3'500 m³ Wald-Oberboden und mit 9'000 m³ Wald-Unterboden gerechnet. Im Rahmen der weiteren Projektierung wird diese Ersteinschätzung überprüft und konkretisiert.

Fruchtfolgeflächen

Der Projektperimeter betrifft nebst der Ausbaufäche im Westen keine weiteren Fruchtfolgeflächen. Durch die Umsetzung der Ersatzmassnahme *Landschaftsaufwertung Niderfeld* ist allerdings gemäss aktuellem Planungsstand klar, dass weitere Fruchtfolgeflächen durch Aufforstung und weitere Flächenanteile durch landschaftspflegerische Massnahmen verloren gehen werden. Ein Abschnitt zu den durch die Ersatzaufforstung betroffenen Böden findet sich in Kapitel 5.14.5 *Bauphase*.

Die Kompensation der beanspruchten Fruchtfolgeflächen erfolgt prioritär durch die Aufwertung einer Landwirtschaftsfläche auf dem Gemeindegebiet der Stadt Winterthur zu FFF-Qualität. Um den FFF-Verlust vollumfänglich abfedern zu können sollen zusätzlich Kompensationsrechte erworben werden [16].

Betroffener Boden, Verwertung
und Entsorgung

5.9.5 Bauphase

Dauerhaft werden laut aktuellem Planungsstand ca. 2.8 ha Waldboden und 0.6 ha Landwirtschaftsboden durch bauliche Massnahmen beansprucht und mehrheitlich durch Versiegelung als natürliche Bodenflächen inkl. deren ökologischen Funktionen am Standort verloren gehen. Aussagen zu den temporär beanspruchten Flächen und zum Volumen des bewegten Bodens (Unter- und Oberboden) können noch nicht gemacht werden. Diese Informationen sind im laufenden Planungsprozess zu erarbeiten

und zu dokumentieren. Ober- und Unterboden unterstehen einer Verwertungspflicht gemäss Art. 18 VVEA, sofern die Kriterien nach Abs. 1 lit. a-c für den Boden erfüllt sind. Verwertungspflichtiger Boden, der nicht innerhalb des Projektperimeters verwertet werden kann, muss extern einer Verwertung zugeführt werden. Die von den Aushubarbeiten betroffenen Böden sind hinsichtlich derer Verwertungseignung zu überprüfen. In der Folge ist ein Materialbewirtschaftungs- und Entsorgungskonzept zu erstellen, welches die vorgesehene Verwertung und gegebenenfalls Ablagerung in entsprechenden Deponien aufführt. Ob Bodenzwischenlager für die temporäre Lagerung von Boden errichtet werden müssen, ist ebenfalls noch unklar.

Baustellenzufahrt, Baupisten

Gemäss erweitertem Vorprojekt für das Teilprojekt West, ist die Zufahrt zur Baustelle über den bestehenden befestigten Weg (Strasse *Im Bruni*), welcher heute als Velo- und Wanderweg dient, vorgesehen. Eine Verbreiterung des befestigten Wegs wird allerdings notwendig.

Für die Teilprojekte Mitte und Ost wird im Rahmen der dafür notwendigen Rodung (vgl. Kap. 5.14 *Wald*) die zukünftige Zufahrt zur ARA Hard an die neue südliche Peripheriegrenze des ARA-Areals verschoben. Diese wird entlang des sich aus der Rodung ergebenden Waldrands geführt. Es ist zu prüfen, ob die verlegte Strasse im Anschluss an die Rodung prioritär umgesetzt werden kann und in der Folge als Baustellenzufahrt dienen kann. Ob Baupisten notwendig werden, kann folglich noch nicht abschliessend beurteilt werden.

Lager- und Installationsplätze

Aussagen zu den temporär beanspruchten Flächen können auf Basis des gegebenen Planungsstandes nicht gemacht werden. Es ist vorzusehen, die Baustelleneinrichtung mit Installationsplätzen möglichst auf befestigten Flächen einzurichten, sodass keine zusätzlichen Böden beansprucht werden. Sofern zu wenig befestigte Flächen vorhanden sind und die Baustelleninstallation auf Grünflächen vorgesehen werden muss, so müssen die dafür notwendigen Bodenschutzmassnahmen spezifisch definiert werden.

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
Bo-1	Die Bodenarbeiten richten sich grundsätzlich nach den aktuellen BAFU-Vollzugshilfen <i>Sachgerechter Umgang mit Boden beim Bauen</i> (2022) und <i>Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung</i> (2021).

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Bo-1	Zur Sicherstellung des sachgerechten Umgangs mit Boden wird eine fachkundige Person oder eine Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) in die weiteren Projektphasen miteinbezogen werden. Deren Aufgabe besteht darin, die bestehenden bodenkundlichen Grundlagen (Bodeneigenschaften, Bodenbelastungen und Schichtstärken) zu ergänzen und im Sinne einer Fachplanung den sachgerechten Umgang mit Boden projektspezifisch zu projektieren und in der Realisierungsphase die Bodenarbeiten fachlich zu begleiten (Fachbauleitung).

5.9.6 Betriebsphase

Im Betriebszustand der erweiterten ARA Hard ist der Bereich Boden unter Berücksichtigung des durch das Vorhaben dauerhaft beanspruchten Bodens im Westen (rund 0.6 ha) und Osten (rund 2.7 ha) nicht weiter von Relevanz.

5.9.7 Beurteilung

Durch die Bauvorhaben kommt es zu grossflächigen Eingriffen in die vorhandenen Böden und zum Verlust von Wald- sowie Landwirtschaftsboden. Zur Sicherstellung des sachgerechten Umgangs mit Boden soll eine fachkundige Person in den nächsten Planungsphasen den Umgang mit Boden auf Basis der tatsächlichen Eigenschaften und Belastungen projektieren. Eine bodenkundliche Baubegleitung in der Realisierungsphase stellt den sachgerechten Umgang auf der Baustelle sicher.

5.10 Altlasten

5.10.1 Grundlagen

- [78] GIS-ZH. Layer: Kataster der belasteten Standorte (KbS).
<https://maps.zh.ch/s/soxxnzu8> [Zugriff: 24. Oktober 2023]
- [79] Swisstopo. Layer: Kataster der belasteten Standorte im Bereich des öffentlichen Verkehrs (KbS ÖV), Kataster der belasteten Standorte des VBS (KbS Militär) und Kataster der belasteten Standorte auf Zivilflugplätzen (KbS Zivilflugplätze).
<https://s.geo.admin.ch/act47qgw1z0> [Zugriff: 24. Oktober 2023]
- [80] Ausbau ARA Hard, Winterthur – Untersuchung der PFAS-Belastung von Boden, Untergrund und Grundwasser. Jäckli Geologie AG, Zürich, 26. September 2024.

5.10.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Für die UVB-Hauptuntersuchung wurden in der UVB-Voruntersuchung keine weiteren Abklärungen im Umweltbereich «Altlasten» vorgesehen.

5.10.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Baudirektion Kanton Zürich, AWEL-AW-Altlasten

Antrag 55

Im Hinblick auf die Bauvorhaben ist nachvollziehbar aufzuzeigen, dass die Anforderungen an ein Bauvorhaben gemäss Art. 3 der Altlasten-Verordnung (AltIV) eingehalten werden, insbesondere auch für PFAS.

Empfehlung PFAS-Untersuchung

Das AWEL empfiehlt dringend, eine Belastungsuntersuchung auf Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) im Bereich des Projektperimeters durchzuführen, da ein Verdachtsmoment besteht.

Kommentar UVB-Verfasser zu den behördlichen Anträgen

Antrag 55 bezieht sich auf die Baubewilligungsverfahren. Durch die Aufnahme des Antrags in das Pflichtenheft wurde dem Antrag Folge geleistet. Der Empfehlung zur PFAS-Belastungsuntersuchung wurde Rechnung getragen. Die Erkenntnisse der Untersuchung [80] sind im vorliegenden Bericht integriert.

5.10.4 Ist- und Ausgangszustand

Im Kataster der belasteten Standorte des Kantons Zürich sowie der Kataster der belasteten Standorte des Bundes, sind für den gesamten Projektperimeter keine Standorte erfasst. Das bestehende Gelände der ARA Hard ist im Prüferperimeter Bodenverschiebung (PBV) des Kantons Zürich verzeichnet, was in Kap. 5.9 *Boden* dargelegt wird.

5.10.5 Zusammenfassung PFAS-Untersuchung

Boden

Die Untersuchung des Bodens basiert auf Probeentnahmen an 15 unterschiedlichen Standorten. Pro Standort wurde eine Flächenprobe aus zwei unterschiedlichen Schichten (0-0.2 m und 0.2-0.4 m unter Terrain) entnommen. Die PFAS-Analysen im Labor erfolgten teils auf 9 Einzelsubstanzen, teils auf 35 Einzelsubstanzen. In den Bodenproben wurden PFAS-Belastungen zwischen 1.2 und 6.3 µg/kg nachgewiesen, welche teils bis in die Schicht 0.2-0.4 m unter Terrain reichen. Aus Sicht der Gutachterin sind v. a. die hohen Gehalte im Waldboden angrenzend an die ARA überraschend (Ausbauperimeter Ost). Die PFAS-Gehalte sind in der weiteren Projektierung

zu verifizieren und der Umgang mit dem entsprechenden Waldboden mit der Behörde zu klären.

Untergrund

Die Untersuchung des Untergrunds erfolgte anhand von sechs Rammkernbohrungen, wobei die PFAS-Analyse schichtweise auf 9 Einzelsubstanzen nach VVEA erfolgte. Lediglich in einer Probe direkt unterhalb des Bodens wurden PFAS-Gehalte nachgewiesen (0.1 µg/kg).

Grundwasser

Die Untersuchung des Grundwassers basiert auf der Entnahme von Wasserproben aus der Trinkwasserfassung (TWF) Hard 1, welche sich aus Sicht des Grundwasserstroms stromaufwärts der ARA Hard befindet (Abb. 9), sowie drei weiteren Standorten auf dem bestehenden ARA-Areal. Die PFAS-Analyse im Labor erfolgte auf 35 Einzelsubstanzen.

Die höchste PFAS-Gesamtsumme im Grundwasser wurde mit 0.067 µg/l in der TWF Hard 1 festgestellt und nimmt tendenziell mit zunehmender Fließdistanz gegen Westen bis auf 0.042 µg/l ab. Die Resultate zeigen, dass der Grossteil der im Grundwasser nachweisbaren PFAS bereits oberhalb des ARA-Areals im Grundwasserstrom vorhanden sind und somit nicht aus dem ARA-Areal stammen.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Alt-1	Im Hinblick auf die Bauvorhaben ist nachvollziehbar aufzuzeigen, dass die Anforderungen an ein Bauvorhaben gemäss Art. 3 der Altlasten-Verordnung (AltV) eingehalten werden, insbesondere auch für PFAS.

5.10.6 Beurteilung

Betreffend Umweltbereich Altlasten ist im Hinblick auf die Bauphase der Umgang mit den nachgewiesenen PFAS-Belastungen und der weitere altlastenrechtliche Handlungsbedarf mit der Behörde zu klären. Für die Betriebsphase ist der Umweltbereich Altlasten nicht von Relevanz.

5.11 Abfälle, umweltgefährdende Stoffe / Materialbewirtschaftung

5.11.1 Grundlagen

[81] Elimination von Spurenstoffen durch granulierte Aktivkohle (GAK) Filtration: Grosstechnische Untersuchungen auf der ARA Bülach-Furt, Zwischenbericht, Kurzfassung. eawag, 2017.

[82] Kläranlage Hard Im Bruni 20, 8408 Winterthur – Gebäudecheck bezüglich Schadstoffe. Holinger AG, 30. November 2023.

[83] Kläranlange Hard / Mitte – Ost Im Bruni 20, 8408 Winterthur – Gebäudecheck bezüglich Schadstoffe. Holinger AG, 19. Juni 2024

[84] SR 814.600 Abfallverordnung (VVEA)

[85] SR 814.610 Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA)

[86] Vollzugshilfe VVEA, Modul Bauabfälle. BAFU, 2020.

Das Umweltschutzgesetz (USG) sowie die Abfallverordnung (VVEA) regeln den umweltverträglichen Umgang mit Abfällen. Es gelten insbesondere folgende Grundsätze:

- _ Die Erzeugung von Abfällen soll möglichst vermieden werden.
- _ Abfälle müssen so weit wie möglich verwertet werden.
- _ Abfälle müssen umweltverträglich und, sofern es möglich und sinnvoll ist, im Inland entsorgt werden.

5.11.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Pflichtenheft-Nr.	Untersuchung
Pf-HU-Abf-1	Eine ergänzende Gebäudeschadstoffuntersuchung der noch nicht eingesehenen rückzubauenden Bereiche und Verdachtsstellen der Gebäude- und Anlagensubstanz wird vorgenommen. Nach Möglichkeit wird eine grobe Quantifizierung der Schadstoffsanierung integriert.

Tab. 7 Pflichtenheft UVB-Hauptuntersuchung zum Aspekt «Abfall». Text unverändert aus der Voruntersuchung zum UVB übernommen.

5.11.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

_ Die in die UVP einbezogenen Fachstellen der Stadt Winterthur und des Kantons Zürich haben zum Aspekt «Abfälle, umweltgefährdende Stoffe / Materialien» keine Anträge formuliert.

5.11.4 Ist- und Ausgangszustand

Abfallfraktionen	Im Ausgangszustand fallen folgende Abfälle an, welche gemäss der gültigen Gesetzgebung entsorgt werden: _ Rechengut und Grobsandfang: wird in einer Waschanlage gereinigt, ausgepresst und in die Kehrlichtverwertungsanlage (KVA) gefördert. Pro Jahr fallen rund 450 Tonnen an [1]. _ Vorbelüftungsprozess gewonnene Substanzen wie Öle, Fette oder feiner Sand: wird der KVA zugeführt. _ Klärschlamm: zentrale Klärschlammverbrennungsanlage des Kantons Zürich im Umfang der ARA Werdhölzli, Zürich. _ Betriebsabfälle
Gebäudeschadstoffe	Alle Anlagenteile wurden durch die Holinger AG einer Gebäudeschadstoffuntersuchung unterzogen. Das Areal westlich des Hebewerks wurde im Jahr 2023 bearbeitet [82], der Bereich östlich des Hebewerks im Jahr 2024 [84]. Dabei wurden im Rahmen beider

Untersuchungen schadstoffhaltige Produkte mit Asbest (vorwiegend in festgebundener Form), polychlorierten Biphenylen (PCB) oder Chlorparaffinen (CP) sowie nutzungsbedingten Belastungen mit Kohlenwasserstoffen (Mineralöl) festgestellt. Sämtliche untersuchten Anlagenbestandteile sind noch in Betrieb und werden je nach Zuweisung zu einem Teilprojekt zur Erweiterung der ARA Hard auch noch mittelfristig in Betrieb stehen. Folglich konnten aus betrieblichen Gründen «versteckt verbaute» schadstoffhaltige Produkte, welche nicht zerstörungsfrei zugänglich sind, nicht beurteilt werden. Die Gutachten sind folglich aufgrund von noch ausstehenden Verdachtsmomenten nicht abschliessend. Die noch vorhandenen Wissenslücken sind im Rahmen von ergänzenden Untersuchungen, spätestens vor baulichen Eingriffen, zu schliessen.

Die Sanierung des festgestellten Asbestvorkommens wurde für den gesamten Perimeter als nicht komplexe Asbestsanierung taxiert. Die Sanierungsdringlichkeiten der asbesthaltigen Produkte wurde mit Ausnahme eines Ofens mit asbesthaltigen Dichtungen (Stufe II, schwach gebunden, Sanierung empfohlen) mit Stufe III (Sanierung erst bei baulichen Eingriffen) taxiert. Es wird nahegelegt, den betroffenen Ofen ohne weitere Verzögerung zu sanieren.

Angesichts der gutachterlichen Erkenntnisse besteht kein Anlass für unmittelbar durchzuführende Raumluftmessungen. Hingegen sind im Anschluss an Asbestsanierungen Raumluftmessungen vorzusehen (Sanierungserfolg, Zonenfreigaben).

Auf eine Quantifizierung (Ausmassermittlung) der schadstoffhaltigen Bauteile für die Schadstoffsanierung wurde in den Gutachten verzichtet. Der aktuelle Planungsstand lässt die Erarbeitung eines Entsorgungskonzeptes noch nicht zu, da die baulichen Eingriffe noch wenig konkretisiert vorliegen. Für die weiteren Planungs- und Bewilligungsverfahren ist der Beizug eines unabhängigen Gebäudeschadstoff-Fachplaners für folgende, weiter notwendigen, Arbeiten nahegelegt:

- _ Ergänzende Untersuchung der noch nicht eingesehenen Bereiche und Verdachtsstellen welche von baulichen Eingriffen betroffen sind
- _ Ausmassermittlung und Erstellung eines Entsorgungskonzeptes
- _ Private Kontrolle beim Rück- und Umbau im Kanton Zürich
 - _ Prüfbericht Entsorgungskonzept als Grundlage für die Baufreigabe
 - _ Prüfbericht Entsorgungsnachweise nach Abschluss der Sanierungsarbeiten
- _ Erstellung eines Sanierungskonzeptes
- _ Planung und Ausschreibung der Sanierungs- und Entsorgungsmassnahmen
- _ Fachbegleitung der Sanierungsmassnahmen und Entsorgung
- _ Durchführung von Raumluftmessungen im Rahmen der Asbestsanierung

5.11.5 Bauphase

Während der Bauphase werden nebst den durch die Aufrechterhaltung des ARA-Betriebs anfallenden Abfällen voraussichtlich folgende Abfallfraktionen auftreten: Boden, Aushubmaterial, Betonabbruch, Ausbaus asphalt, Stahlschrott sowie diverse Bauabfälle. Details zu den Mengen werden erst mit den Bauprojekten bekannt werden.

Es ist davon auszugehen, dass Gebäude (bestehendes Betriebsgebäude) und Anlagenteile rückgebaut werden müssen. Wo notwendig, muss vor Rückbauarbeiten die rückzubauende Substanz hinsichtlich Gebäudeschadstoffe, ergänzend zu den bereits vorliegenden Gebäudechecks, detailliert untersucht werden.

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
Abf-1	Die Sanierungs- und Entsorgungsmassnahmen werden von einer Fachperson begleitet.
Abf-2	Im Rahmen der Asbestsanierung werden Raumluftmessungen durchgeführt.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Abf-1	Die noch nicht eingesehenen Bereiche und Verdachtsstellen, welche von baulichen Eingriffen betroffen sind, werden ergänzend untersucht.
Pf-Abf-2	Im Rahmen der Erarbeitung der Bauprojekte wird eine Ausmasseermittlung und ein Entsorgungskonzept ausgearbeitet.
Pf-Abf-3	Es wird ein Sanierungskonzept erstellt.
Pf-Abf-4	Die Sanierungs- und Entsorgungsmassnahmen werden geplant und die Arbeiten ausgeschrieben und ausgeführt.
Pf-Abf-5	Es wird eine <i>Private Kontrolle Rück- und Umbau von Bauten und Anlagen</i> eingesetzt, welche einen Prüfbericht des Entsorgungskonzepts als Grundlage für die Baufreigabe verfasst und nach Abschluss der Sanierungsarbeiten einen Prüfbericht der Entsorgungsnachweise erstellt.

GAK-Filtration

5.11.6 Betriebsphase

Die im Rahmen des Teilprojekts West umzusetzende zusätzliche Reinigungsstufe (EMV) basiert auf einem Verfahren mit dem Einsatz von GAK. Ein Vorteil von granulierter Aktivkohle ist die Möglichkeit der Reaktivierung, wobei pro Reaktivierungsvorgang für die Wiederherstellung der Sorptionskapazität lediglich rund 10-20 % frische GAK benötigt wird. Auf diese Weise können die CO₂-Emissionen im Vergleich zur Pulveraktivkohle (PAK) deutlich gesenkt werden. Ein weiterer Vorteil der GAK gegenüber der PAK ist, dass die bei PAK suspendierte Form der Kohle nach dem Filtrationsprozess als belasteter Abfall gilt, welcher gemäss VVEA thermisch entsorgt werden muss. Da die GAK jedoch reaktiviert werden kann, fallen mit dem GAK-Verfahren kaum Abfälle an.

Details zu den veränderten Abfallmengen im Betriebszustand der erweiterten ARA Hard werden erst auf Stufe Bauprojekt des jeweiligen Teilprojekts bekannt werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Entsorgungswege unverändert bleiben. Unter Einhaltung der gesetzeskonformen Entsorgungswege der anfallenden Abfallfraktionen wird davon ausgegangen, dass durch die Erweiterung der ARA Hard die Auswirkungen auf die Umwelt minimiert werden.

5.11.7 Beurteilung

Nach Vorliegen der für die Bauphasen relevanten genehmigten Entsorgungskonzepte für die jeweiligen Teilprojekte ist die Erweiterung der ARA Hard aus abfallrechtlicher Sicht als umweltverträglich einzustufen.

5.12 Umweltgefährdende Organismen

5.12.1 Grundlagen

- [87] Gebietsfremde Arten in der Schweiz, Übersicht über die gebietsfremden Arten und ihre Auswirkungen. BAFU, 2022.
- [88] Gebietsfremde Problempflanzen (invasive Neophyten) bei Bauvorhaben, Kanton Zürich, AWEL, Januar 2019.
- [89] GIS-ZH. Layer: Aquatische Neozoen. <https://maps.zh.ch/s/hb2oczt4> [Zugriff: 25. Oktober 2023]
- [90] GIS-ZH. Layer: Neophytenverbreitung. <https://maps.zh.ch/s/6wboz5lg> [Zugriff: 25. Oktober 2023]
- [91] Massnahmenplan Neobiota 2022-2025, Kanton Zürich, AWEL, Juni 2021.

5.12.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Für die UVB-Hauptuntersuchung wurden in der UVB-Voruntersuchung keine weiteren Abklärungen im Umweltbereich «Umweltgefährdende Organismen» vorgesehen.

5.12.3 Behördenstellungennahmen zur UVB-Voruntersuchung

Baudirektion Kanton Zürich, AWEL-AW-Altlasten

Antrag 23

In das Pflichtenheft der UBB sind die Massnahmen zu inv. Neophyten aufzuführen.

Kommentar UVB-Verfasser zu den behördlichen Anträgen

Antrag 23 wurde im Rahmen von Kapitel 6.2 *Umweltbaubegleitung* berücksichtigt und die geforderten Inhalte ergänzt.

5.12.4 Ist- und Ausgangszustand

Pathogene / genetisch veränderte Organismen

Im Projektperimeter wird zum heutigen Zeitpunkt kein gentechnisch veränderter oder pathogener Organismus erzeugt oder verwendet.

Invasive Neophyten

Im Rahmen der Arbeiten zur landschaftspflegerischen Begleitplanung (LBP) wurde der Projektperimeter hinsichtlich Neophyten kartiert (vgl. Kap. 5.15.4 *Terrestrische Flora, Fauna und Lebensräume*). Zudem gibt die Karte *Neophytenverbreitung* des Kantons Zürich Hinweise auf Vorkommnisse von Neophyten im näheren Umfeld des bestehenden Geländes der ARA Hard. Sowohl für das bestehende ARA-Areal als auch für den Ausbauperimeter im Wald sind Neophyten verbreitet (Abb. 16, **Anhang 6**). Entlang des angrenzenden Töss-Uferbereichs sind Bestände folgender Arten dokumentiert

- _ Einjähriges Berufkraut
- _ Henrys Geissblatt
- _ Buddleja
- _ Seidiger Hornstrauch
- _ Riesen-Bärenklau (♦ = verbotene invasive gebietsfremde Art gem. Anh. 2 FrSV)
- _ Japanischer Staudenknöterich (♦)
- _ Amerikanische Goldrute (♦)

Im Bereich des Hardholz (Wald) sind Beobachtungen folgender Arten publiziert:

- _ Henrys Geissblatt
- _ Drüsiges Springkraut (♦)
- _ Amerikanische Goldrute (♦)

Neozoen

Nach aktuellem Wissensstand kommen im Projektperimeter keine Neozoen vor.

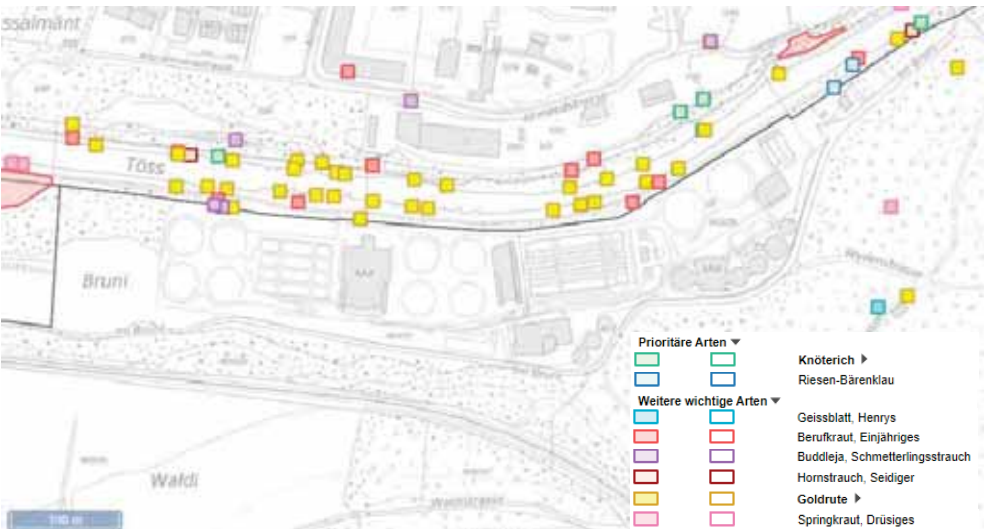


Abb. 16 Neophytenverbreitung im Umfeld der ARA Hard
Für die Darstellung der erfassten Daten wurde der Zeitraum auf die Jahre 2017-2023 eingeschränkt.

Weiterverbreitung verhindern

5.12.5 Bauphase

Invasive Neophyten können bei unsachgemäßem Umgang durch Bautätigkeiten weiterverbreitet werden. Dazu gehört das Verschieben von Boden, welcher vermehrungsfähige Teile (Samen, Rhizome) dieser Pflanzen enthält sowie nicht korrekt entsorgtes Schnittgut. Zudem bieten offene Böden ideale Bedingungen für die Neuansiedlung von invasiven Neophyten. Art. 15 der Freisetzungsverordnung (FrSV) regelt die wichtigsten Aspekte beim Umgang mit invasiven Neophyten. Eine Weiterverbreitung auf der Baustelle muss mit entsprechenden Massnahmen so weit als möglich verhindert werden.

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
Org-1	Der in der FrSV geregelte Umgang mit invasiven Neophyten wird anhand der im Merkblatt <i>Gebietsfremde Problempflanzen (invasive Neophyten) bei Bauvorhaben</i> des Kantons Zürich publizierten Massnahmen und Empfehlungen umgesetzt.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Org-1	Die Belastungssituation durch invasive Neophyten wird vor Baubeginn der einzelnen Teilprojekte im jeweiligen Perimeter erneut erhoben. Der Umgang mit allfällig belastetem Boden wird in Konformität mit der FrSV umgesetzt.

5.12.6 Betriebsphase

Der Eintrag und die Verbreitung von invasiven Neophyten über Wind, Wasser, Tiere und Menschen ist im Betriebszustand nicht auszuschliessen. Im Zuge von Pflege- und Unterhaltsarbeiten wird das Areal regelmässig auf invasive Neophyten kontrolliert und diese bei Auftreten fachgerecht bekämpft und entsorgt.

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
Org-2	Im Betriebszustand werden im Rahmen von regelmässigen Pflege- und Unterhaltsarbeiten der Grünstrukturen diese hinsichtlich invasiver Neophyten kontrolliert. Bei Auftreten werden invasive Neophyten fachgerecht bekämpft und entsorgt.

5.12.7 Beurteilung

Mit der sorgfältigen Umsetzung der oben genannten Massnahmen und Pflichten kann eine projektbedingte Weiterverbreitung von invasiven Neophyten minimiert werden.

5.13 Störfallvorsorge / Katastrophenschutz

5.13.1 Grundlagen

- [92] Entlassung der ARA Hard, Winterthur, aus dem Geltungsbereich der Störfallverordnung (StFV). AWEL, 26. November 2018.
- [93] GIS-ZH. Layer: Risikokataster (CRK), chemische und biologische Risiken. <https://maps.zh.ch/s/kzixf0us> [Zugriff: 19. Oktober 2023]
- [94] Kläranlage Hard – Kurzbericht gemäss Störfallverordnung. Stadtverwaltung Winterthur, Januar 1994.
- [95] SR 814.012 Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV), vom 27. Februar 1991 (Stand 1. August 2019)

5.13.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Die Abklärungen konnten im Rahmen der UVB-Voruntersuchung abgeschlossen werden.

5.13.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Die Behörden haben hinsichtlich Umweltbereich «Störfallvorsorge / Katastrophenschutz» keine Anträge formuliert.

5.13.4 Ist- und Ausgangszustand

Aktuell untersteht die ARA Hard gemäss dem Layer *Risikokataster (CRK), chemische und biologische Risiken* des GIS-ZH nicht der Störfallverordnung. Die Mengen maximal gelagerter umweltgefährdender Stoffe unterschreiten die Mengenschwelle gemäss StFV (Tab. 8). Bis November 2018 fiel die ARA Hard in den Geltungsbereich der StFV, von welcher sie aufgrund betrieblicher Anpassungen entlassen wurde. So wurde fortan allem voran keine Eisen(III)-chlorid-Lösung 40 % mehr gelagert und ein 20 m³-Tank mit Natronlauge per 7. Mai 2018 ausser Betrieb gesetzt.

5.13.5 Bauphase

In der Bauphase ist insbesondere eine mögliche Gefährdung des Grundwassers und der Fliessgewässer durch Unfälle/Havarien mit wassergefährdenden Flüssigkeiten von Relevanz. Unter anderem werden während der Bauphase Treibstoffe wie Dieselöl und Benzin im Bauperimeter gelagert. Es wird davon ausgegangen, dass die Mengenschwellen gemäss Anh. 1.1 der StFV (200'000 kg Benzin, 500'000 kg Dieselöl) nicht überschritten werden. Unter Berücksichtigung aller nötigen Sicherheitsmassnahmen ist die Eintretenswahrscheinlichkeit sowie das Schadensausmass auf die Umwelt sehr

gering. Der umweltgerechte Umgang mit wassergefährdenden Stoffen unterhalb der Mengenschwelle wird im Kap. 5.8 *Entwässerung* behandelt.

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
Stf-1	Es wird sichergestellt, dass die geltenden Sicherheitsmassnahmen des Ist- und Ausgangszustandes auch während der Bauphase eingehalten werden, in welcher der Betrieb der ARA Hard aufrechterhalten werden muss.

5.13.6 Betriebsphase

Stadtwerk Winterthur geht infolge der Erweiterung der ARA Hard von einer maximalen Verdoppelung der Lagermengen umweltgefährdender Stoffe aus. Die Maximalmengen umweltgefährdender Stoffe (Tab. 8), welche auf dem Betriebsgelände gelagert werden, unterschreiten folglich die Mengenschwellen gemäss StfV auch nach der Erweiterung. Die im Rahmen der Erweiterung für die EMV zusätzliche Reinigungsstufe basiert auf einem Verfahren mit dem Einsatz granulierter Aktivkohle (GAK), welche betreffend Störfallvorsorge nicht von Relevanz ist. Ferner wird davon ausgegangen, dass der künftige Betrieb auf keinen weiteren umweltgefährdenden Stoffen basiert.

Stoff	Maximal eingelagerte Menge [kg]		Mengenschwelle gem. StfV [kg]
	aktuell	Erweiterung	
Natronlauge (30 %)	1'500	3'000	20'000
Calciumchlorid (fest)	1'500	3'000	–
Ameisensäure (85 %)	100	200	20'000
FHM	22'000	44'000	–
Heizöl	25'000	50'000	500'000
Harnstofflösung	2'000	4'000	–
Bonderite C-AK 65 (fest)	1'000	2'000	–
Javelwasser	100	200	2'000
Calciumhydroxid (fest)	500	1'000	–
Natriumchlorid (fest)	1'000	2'000	–
Amidoschwefelsäure (fest)	2'000	4'000	–
Salzsäure	1'000	2'000	20'000
Eisen-II-sulfat	26'000	52'000	200'000
Klärgas	4'500	10'000	20'000

Tab. 8 Maximale Lagermengen störfallrelevanter Stoffe

Maximale Lagermengen gemäss aktuellem Betrieb und prognostizierte Mengen nach der Erweiterung der ARA Hard.

5.13.7 Beurteilung

Die von der ARA ausgehenden Störfallrisiken sind auch künftig allgemein klein. Durch die geplante Erweiterung der ARA Hard kommt es gemäss heutigem Kenntnisstand auch weiterhin zu keiner Überschreitung der Schwellenwerte gemäss StfV.

5.14 Wald

5.14.1 Grundlagen

- [96] SR 921.0 Bundesgesetz über den Wald (WaG), 04. Oktober 1991, Stand 01. Januar 2022.
- [97] Verordnung über den Wald (WaV), 30. November 1992, Stand 01. Juli 2021.
- [98] Kantonales Waldgesetz (kWaG), 07. Juni 1998.
- [99] kantonale Waldverordnung (KWaV), 28. Oktober 1998.
- [100] GIS-ZH. Layer: Waldentwicklungsplan Kanton Zürich 2010: Besondere Ziele. <https://maps.zh.ch/s/e8mj2y1s> [Zugriff: 18. Oktober 2023]
- [101] GIS-ZH. Layer: Vegetationskundliche Kartierung der Wälder im Kanton Zürich. <https://maps.zh.ch/s/bvy9e2ai> [Zugriff: 17. Oktober 2023]
- [102] P. Schmider, M. Küpfer, B. Tschander und B. Käser (1993). Die Waldstandorte im Kanton Zürich: Waldgesellschaften – Waldbau – Naturkunde. vdf Hochschulverlag.
- [103] Vollzugshilfe Rodungen und Rodungsersatz, BAFU, 2014.

5.14.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Für die UVB-Hauptuntersuchung wurden in der UVB-Voruntersuchung keine weiteren Abklärungen im Umweltbereich «Wald» vorgesehen.

5.14.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Baudirektion Kanton Zürich, ALN-Wald

Antrag 53

Die Verlegung des Tössuferwegs und die allenfalls notwendige Anpassung der Waldstrassenerschliessung ist im Baubewilligungsverfahren im Detail zu prüfen.

Antrag 54

Antrag BAFU: Die im Dokument «UVB – Voruntersuchung mit Pflichtenheft» aufgeführten Ersatzmassnahmen für das Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung «Bruni» sind umzusetzen.

Anhörung BAFU, Abteilung Wald durch Abteilung Wald des Kantons Zürich

Die Abteilung Wald des Amts für Landschaft und Natur des Kantons Zürich hat das BAFU auf Basis von Art. 6 Abs. 2 lit. a WaG aufgrund der mit dem Vorhaben verbundenen Rodungsfläche von mehr als 5'000 m² angehört. Folgender Antrag und Hinweis wurde seitens BAFU verfasst:

Antrag BAFU

Die im Dokument «UVB-Voruntersuchung mit Pflichtenheft» aufgeführten Ersatzmassnahmen für das Amphibienlaichgebiet von nat. Bedeutung «Bruni» sind umzusetzen. Begründung: Schutz-, Wiederherstellungs- oder ansonst angemessene Ersatzmassnahmen beim Abweichen vom Schutzziel ortsfester Objekte gemäss Art. 7 Abs. 1 Amphibienlaichverordnung (AlgV; SR 451.34); Amphibienschutz gemäss Art. 20 Abs. 2 NHV in Zusammenhang mit Beilage 3 NHV. Hochwertige Lebensräume sichern und vernetzen, Landschaftsqualitätsziel 6 und Ziel 13.G des Landschaftskonzepts Schweiz (LKS, 2020).

Hinweis BAFU

Wir erinnern daran, dass die Ersatzmassnahmen vor der Genehmigung auf deren Realisierbarkeit zu prüfen sind bzw. deren Umsetzung gesichert sein muss. Begründung: bestmöglicher Schutz-, Wiederherstellungs- oder ansonsten ökologisch gleichwertige Ersatzmassnahmen gemäss Art. 18 Abs. 1^{ter} NHG und Art. 14 Abs. 7

NHV. Ersatzmassnahmen sind ein integraler Teil der Projektmassnahmen und müssen quantitativ, qualitativ und funktionell gleichwertig gesichert werden, bevor ein Projekt bewilligungsfähig ist.

Das BAFU nimmt unter der Voraussetzung der Berücksichtigung des Antrags und des Hinweises zusammenfassend positiv Stellung, sowohl zur Rodung als auch zur Ersatzaufforstung.

Kommentar UVB-Verfasser zu den behördlichen Anträgen

Antrag 53 betrifft das Baubewilligungsverfahren und wurde ins entsprechende Pflichtenheft aufgenommen. Dem mit dem BAFU-Antrag gleichzusetzenden Antrag 54 sowie dem Hinweis des BAFU wird Rechnung getragen, indem die Ersatzmassnahmen für das Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung umgesetzt resp. deren Umsetzung gesichert wird.

5.14.4 Ist- und Ausgangszustand

Vegetationskundliche Kartierung
Wald

Der Umweltbereich Wald ist für alle drei Teilprojekte von Relevanz. Gemäss der vegetationskundlichen Kartierung der Wälder im Kanton Zürich [101]-[102] ist im Bereich Mitte und Ost zu ähnlichen Anteilen der typische Lungenkraut-Buchenwald (Einheit nach Ellenberg & Klötzli), der Waldmeister-Buchenwald mit Hornstrauch (Übergang zu typischer Lungenkraut-Buchenwald) und Bergseggen-Buchenwald von der Rodung betroffen (Abb. 17). Der westliche Ausbauperimeter grenzt grösstenteils an Aronstab-Buchenwald sowie ein kurzer Abschnitt an typischen Zahnwurz-Buchenwald. Das dem Ausbauprojekt Ost zugewiesene, neu zu errichtende Betriebsgebäude grenzt an einen Waldhirschen-Buchenwald mit Lungenkraut (Übergang zu Zahnwurz-Buchenwald).

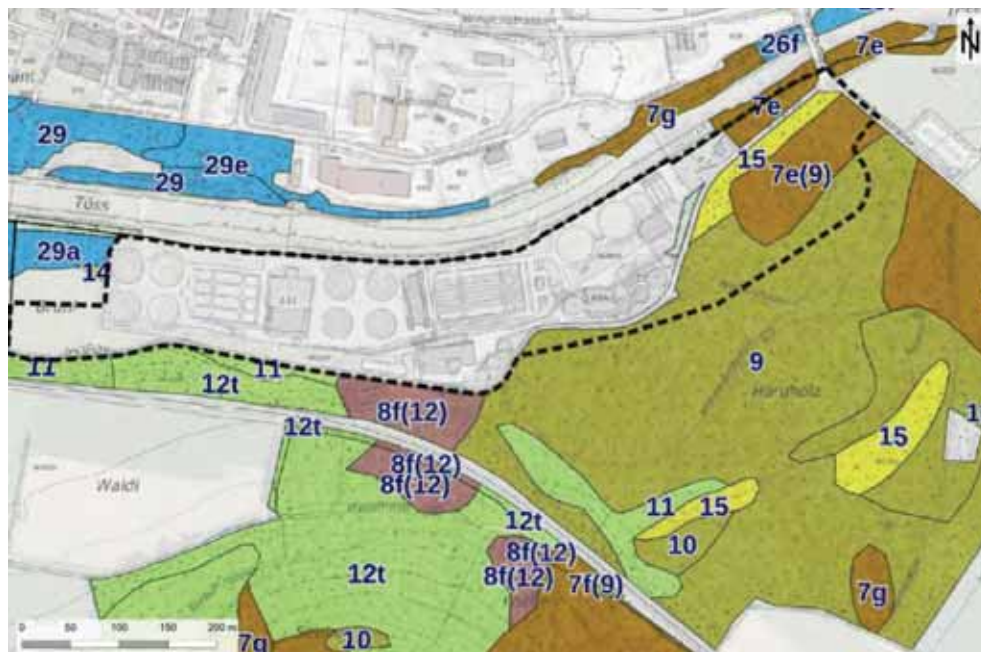


Abb. 17 Vegetationskundliche Kartierung der Wälder im Kanton Zürich

Waldgesellschaften nach Ellenberg und Klötzli:

- | | |
|---|--|
| _ Typischer Lungenkraut-Buchenwald (9) | _ Aronstab-Buchenwald (11) |
| _ Waldmeister-Buchenwald mit Hornstrauch (7e) | _ Typischer Zahnwurz-Buchenwald (12t) |
| _ Bergseggen-Buchenwald (15) | _ Waldhirschen-Buchenwald mit Lungenkraut (8f) |

Die Quadra GmbH hat die unmittelbar von der Rodung betroffenen Flächen ausserhalb der ARA Hard kartiert. Es gibt Abweichungen zur bestehenden Standortskartierung. Bei den verschiedenen Waldgesellschaften, die vorkommen, handelt es sich nach der Lebensraumeinteilung nach Delarzes (TypoCH) zum grössten Teil um Waldmeister-Buchenwälder und zu einem bescheidenen Anteil um einen nach NHV Anh. 1 schützenswerten Orchideen-Buchenwald.

Waldentwicklungsplan

Gemäss Waldentwicklungsplan [100] ist das betroffene Waldgebiet als *häufig begangener Wald* (Objektblatt *Besondere Ziele* E1) klassiert und weist somit einen besonderen Erholungswert für die Bevölkerung auf.

Mittelwaldbetrieb

Das Hardholz wird durch Stadtgrün Winterthur, Wald und Landschaft bewirtschaftet. Der im Jahr 2009 revidierte Betriebsplan 2005 bis 2015 sieht eine Überführung des Hardholzes in einen Mittelwaldbetrieb bis im Jahr 2033 vor. Der Mittelwaldbetrieb ist die traditionelle, mittelalterliche Betriebsform zur gleichzeitigen Produktion von Nutz- und Brennholz und stellt eine Mischform von Hoch- und Niederwald dar. Kernwüchse und Stockausschläge ergeben eine ausgeprägte, typische Zweischichtigkeit. Das aus Stockausschlägen entstandene Unterholz (Hauschicht) wird periodisch alle 25 Jahre auf den Stock gesetzt (Brennholz). Die Kernwüchse des Oberholzes werden einzestammweise geerntet (Nutzholz). Mit der Überführung von Hoch- in Mittelwald verfolgt Stadtgrün Winterthur, Wald und Landschaft folgende Ziele:

- _ Förderung lichter Waldstrukturen insbesondere für seltene und gefährdete Arten (Grün- u. Schwarzspecht, Grosser Schillerfalter, Ulmenzipfelfalter, Zauneidechse)
- _ Energieholzproduktion zur Deckung des mittelfristigen Mehrbedarfs der Stadt Winterthur an Energieholz
- _ Schaffung eines attraktiven Naherholungsraums für Winterthur
- _ Aufwertung der Kulturlandschaft aus historischer Sicht im Umfeld der Stadt durch die Wiedereinführung dieser traditionellen Bewirtschaftungsweise

Ein u.a. auf Vegetationsaufnahmen, Feldaufnahmen xylobionter Käfer, Nachtfalterinventaren und Brutvogelkartierung basierendes Erfolgsmonitoring hat in den Jahren nach dem Kahlschlag stattgefunden. Ziel war es, die Entwicklung der Flora und Fauna adäquat zu dokumentieren.

5.14.5 Bauphase

Definitive Rodung

Für die Realisierung der Erweiterungsprojekte Mitte und Ost ist eine definitive Rodung einer Fläche von rund 28'759 m² auf den Liegenschaften WU6318 und WU7392 der Gemeinde Winterthur erforderlich. Die Kriterien für eine Rodung nach Art. 5 Abs. 2 WaG sind erfüllt.

Realersatz

Der nötige Realersatz wird im Rahmen der Landschaftsaufwertung Niderfeld, rund 400 m südöstlich des ARA-Geländes, als Aufforstung geleistet werden. Dabei wird gemäss vorliegendem Planungsstand Boden mit Fruchtfolgeflächenqualität für die Aufforstung vorgesehen, für welchen wiederum Ersatz zu leisten ist. Vorgesehen ist eine an den bestehenden Waldrand anschliessende Aufforstung. Es sind süd- und südost-exponierte, gestufte Waldränder mit Krautsaum vorgesehen. Im Bereich der Starkstromleitung bzw. der Gasleitung ist eine ständige Niederhaltung des Waldes nötig.

Damit kann der für die Erweiterung der ARA gerodete Wald vor Ort ersetzt werden. Da bereits der bestehende Wald im Hardholz in der traditionellen Kulturform des Mittelwaldes bewirtschaftet wird, bietet sich dasselbe auch für die Aufforstung an. Der Mittelwald ist durch seine Struktur- und Habitatvielfalt ökologisch wertvoll und ermöglicht so eine sinnvolle Erweiterung des bestehenden Waldes.

Umweltauswirkung Aufforstung

Von der Ersatzaufforstung betroffen ist bisher landwirtschaftlich genutzter Boden mit der Qualität von Fruchtfolgeflächen. Im Rahmen der UVB-Hauptuntersuchung erfolgte eine Verifizierung der Fruchtfolgeflächen und damit eine Erhebung der Bodeneigenschaften. Der entsprechende Fachbericht kann im **Anhang 6** eingesehen werden. Gemäss Erhebung weist der gesamte Perimeter der Ersatzaufforstung eine Qualität von Fruchtfolgeflächen gemäss Vollzugspraxis des Kantons Zürich auf (NEK 4G im Umfang von 5'545 m², NEK 2 im Umfang von 23'245 m²). Fruchtfolgeflächen dürfen nur in Anspruch genommen werden, wenn ein überwiegendes öffentliches Interesse vorliegt. Zudem ist gemäss Sachplan Fruchtfolgeflächen des Bundes immer eine Interessenabwägung inklusive der Prüfung alternativer Standorte vorzunehmen. Die Interessenabwägung zur Inanspruchnahme der Fruchtfolgeflächen im vorliegenden Fall ist Bestandteil des erläuternden Berichts zum öffentlichen Gestaltungsplan ARA Hard und kann dort eingesehen werden.

Die Veränderung der Nutzung der Böden durch die Aufforstung von landwirtschaftlicher zu forstwirtschaftlicher Produktion (Produktionsfunktion) erfolgt ohne bauliche Eingriffe in die Böden, weshalb zum Beispiel die in der zürcherischen Vollzugspraxis relevante Anthropogenität für Eingriffe in Böden keine Relevanz hat. Die geänderte Nutzung hat erwartungsgemäss einen wertvollen Nutzen im Sinne aller drei ökologischen Bodenfunktionen (Produktions-, Regulierungs- und Lebensraumfunktion), wodurch lediglich positive Veränderungen auf die Bodenfruchtbarkeit resultieren. Zu einem grossen Bestandteil ist dies auch aufgrund des Wegfalls der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung mit Bodenbearbeitung und Hilfsstoffeinsatz der Fall.

Die Kompensation der beanspruchten Fruchtfolgeflächen erfolgt prioritär durch die Aufwertung einer Landwirtschaftsfläche auf dem Gemeindegebiet der Stadt Winterthur zu FFF-Qualität. Um den FFF-Verlust vollumfänglich abfedern zu können sollen zusätzlich Kompensationsrechte erworben werden [17].

Bauten im Waldabstand

Gemäss Konzeptstudie unterschreiten vereinzelt Anlagenbestandteile der erweiterten ARA Hard künftig den einen Waldabstand von 15 m und sind damit gemäss § 3 KWaV bewilligungspflichtig:

- _ Teilprojekt West: EMV-Anlage
- _ Teilprojekt Mitte: Teile der Schlammfaulräume
- _ Teilprojekt Ost: Bau des neuen Betriebsgebäudes

Die Gemeinde prüft die baurechtlichen Voraussetzungen und erteilt ggf. eine Ausnahmegewilligung. Zudem sind die forstrechtlichen Voraussetzungen durch das Amt für Landschaft und Natur des Kantons Zürich, Abteilung Wald, zu prüfen (Art. 17 WaG / § 3 KWaV).

Werkleitungen

Es ist möglich, dass Werkleitungen knapp neben respektive in den Wald zu liegen kommen. Diese Anlagen erfordern eine Bewilligung für die Unterschreitung des gesetzlichen Waldabstandes bzw. eine Bewilligung für eine nichtforstliche Kleinbaute auf Waldareal. Aufgrund der Standortgebundenheit der Anlagenbestandteile der ARA Hard kann laut dem kantonalen Forstdienst eine forstrechtliche Ausnahmegewilligung dafür in Aussicht gestellt werden [20].

Risiko angrenzende Waldbereiche

Während der Bauphase ist das Risiko einer Beeinträchtigung der angrenzenden, intakten Waldbereiche durch den Baubetrieb, insbesondere durch Zwischendeponierungen, Fahrzeuge und Abfälle erhöht.

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
Wa-1	Die Rodungsarbeiten werden zum Schutz der Brutvögel und des Wildes ausserhalb der Brut- und Setzzeiten im Winterhalbjahr bis spätestens Ende Februar durchgeführt.
Wa-2	Das an die Rodungsfläche angrenzende Waldareal wird nach erfolgter Rodung mit festen Ab- schränkungen vor Beeinträchtigungen (Befahren, Materialablagerung) geschützt.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Wa-1	Für die betroffenen Waldflächen wird ein formales Rodungsgesuch mit einer Beschreibung und Begründung des Vorhabens sowie mit den erforderlichen Nachweisen zur Erfüllung der Rodungskriterien eingereicht.
Pf-Wa-2	Für die Rodungsflächen wird im selben Gebiet Realersatz mit standortgerechten Arten geleistet. Die Ersatzfläche wird in einer Karte (inkl. Schwerpunktkoordinaten und Angabe zur Grösse der betroffenen Fläche) ausgewiesen. Zudem wird der Rodungersatz beschrieben.
Pf-Wa-3	Werden Fruchtfolgeflächen für den Realersatz in der Form von Aufforstungen beansprucht, so wird zudem Ersatz für die beanspruchten Fruchtfolgeflächen geleistet.
Pf-Wa-4	Die Ersatzmassnahmen für die gerodete Waldfläche erfolgen nach Eintritt der Rechtskraft der Rodungsbewilligung innert der darin festgelegten Frist (Art. 7 Abs. 1 lit. c WaV).

5.14.6 Betriebsphase

Die Betriebsphase ist für den Umweltbereich Wald nicht relevant. Die im Rahmen der Ersatzmassnahmen neu entstehenden Waldflächen können in die städtische Waldpflegeplanung aufgenommen werden.

5.14.7 Beurteilung

Gemäss gegenwärtigem Stand der Projektierung ergibt sich eine definitive Rodung im Umfang von rund 28'759 m² auf den Grundstücken WU6318 und WU7392 der Gemeinde Winterthur. Die Standortgebundenheit ist gegeben und eine Rodungsbewilligung inklusive eines positiven Bescheids durch das BAFU unter der Auflage, dass die Ersatzmassnahmen für das Amphibienlaichgebiet umgesetzt werden, in Aussicht gestellt worden. Weiter sind nichtforstliche Kleinbauten und -anlagen (Werkleitungen) im Bereich des Waldes oder geringfügig ausserhalb sowie Bauten im Bereich des Waldabstandes < 15 m vorgesehen. Die Ausnahmegewilligungen dafür sind im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens einzuholen.

5.15 Terrestrische Flora, Fauna und Lebensräume

5.15.1 Grundlagen

- [104] Delarze, R.; Gonseth, Y.; 2015: Lebensräume der Schweiz. Ökologie – Gefährdung – Kennarten. 3. Auflage, Ott Verlag, 456 S. (siehe auch: www.in-foflora.ch/de/lebensraeume)
- [105] P. Schmider, M. Küpfer, B. Tschander u. B. Käser; 1993: Die Waldstandorte im Kt. Zürich: Waldgesellschaften – Waldbau – Naturkunde. vdf Hochschulverlag.
- [106] Verordnung über den Natur- u. Heimatschutz (NHV), 16. Januar 1991, SR 451.1.
- [107] (Kant.) Verordnung über den Pflanzenschutz vom 3. Dezember 1964, GS 702.12.
- [108] Bornand C., Eggenberg S., Gyax A., Juillerat P., Jutzi M., Marazzi B., Möhl A., Rometsch S., Sager L., Santiago H. 2019: Regionale Rote Liste der Gefässpflanzen der Schweiz. Info Flora, Genf, Bern, Lugano. 386 S.
- [109] Bense U., 2001: Verzeichnis und rote Liste der Totholzkäfer Baden-Württembergs. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU).
- [110] BAFU (Hrsg.) 2022: Gebietsfremde Arten in der Schweiz. Übersicht über die gebietsfremden Arten und ihre Auswirkungen. 1. aktualisierte Auflage 2022. Erstausgabe 2006. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2220: 62 S.
- [111] Duelli, P. (Red.), 1994: Rote Liste der gefährdeten Tierarten der Schweiz. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). 97 S.
- [112] Keller V., Gerber A., Schmid H., Volet B., Zbinden N. 2010: Rote Liste Brutvögel. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach. Umwelt-Vollzug Nr. 1019. 53 S.
- [113] Monnerat C., Thorens P., Walter T., Gonseth Y. 2007: Rote Liste der Heuschrecken der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug 0719: 62 S
- [114] InfoSpecies: Datenabfrage vom 15.5.2023
- [115] Borgula A., Fallot PH. & Ryser J.; 1994: Inventar der Amphibienlaichgebiete von nat. Bedeutung. Schlussbericht. BUWAL, Schriftenreihe Umwelt Nr. 233. 75 S
- [116] GIS-Layer «Inventar der Natur- u. Landschaftsschutzgebiete überkommunaler Bedeutung im Kt. ZH», erlassen mit RRB 1980. Kanton Zürich, Amt für Landschaft u. Natur (ALN), Fachstelle Naturschutz (URL: <https://maps.zh.ch>; 20.09.2022)
- [117] GIS-Layer «Vegetationskundliche Kartierung der Wälder (Waldvegetationskarte) des Kantons Zürich». Kanton Zürich, Amt für Landschaft und Natur (ALN), Fachstelle Naturschutz (URL: <https://maps.zh.ch>; 18.05.2021)
- [118] GIS-Layer «Naturschutzpflegeplan- und Beitragsflächen auf Grundlage des Natur- und Heimatschutzgesetzes (NHG)». Kanton Zürich, Amt für Landschaft und Natur (ALN), Fachstelle Naturschutz (URL: <https://maps.zh.ch>; 30.11.2023)
- [119] Kommunales Naturschutzinventar Stadt Winterthur (www.stadtplan.winterthur.ch/?topic=NaturLandschaftsschutzinventar)
- [120] TBF + Partner AG 2022: Aufnahme *Anacamptis pyramidalis*. Juni 2022
- [121] Bertiller, René. 2019: Naturschutzfachliche Bewertung der Wiesen Bruni, Winterthur. Büro für Naturschutz und Waldfragen, Winterthur.
- [122] Bundesgesetz über den Natur- u. Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966, SR 451.
- [123] Bundesgesetz über die Jagd- und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz, JSG) vom 20. Juni 1986, SR 922.0.
- [124] Verordnung über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdverordnung, JSV) vom 29. Februar 1988, SR 922.01.

- [125] Amphibienlaichgebiete-Verordnung (AlgV) vom 15. Juni 2001, SR 451.34
- [126] Gewässerschutzgesetz (GSchG) vom 24. Januar 1991; SR 814.20
- [127] (Kant.) Verordnung über den Natur- u. Heimatschutz u. über kommunale Erholungsflächen (Natur- u. Heimatschutzverordnung) vom 20. Juli 1977, GS 702.11.
- [128] (Kantonale) Verordnung zum Schutze der einheimischen Tier- und Pflanzenwelt vom 9. Januar 1969, GS 702.13.
- [129] (Kantonales) Gesetz über Jagd und Vogelschutz vom 12. Mai 1929, GS 922.1.
- [130] Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsverordnung, FrSV) vom 10. September 2008, SR 814.911.
- [131] Grün Stadt Zürich, 2020: Checkliste Dachbegrünungen und Solaranlagen.
- [132] Kägi, B.; Stalder, A; Thommen, M., 2002: Wiederherstellung und Ersatz im Natur- und Landschaftsschutz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Leitfaden Umwelt Nr. 11, Bern. S. 123
- [133] BUWAL, 2002. Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung, Vollzugshilfe.
- [134] Stadtwerk Winterthur, o.J.: Bestandesplan Unterhaltsarbeiten 0.00V011E
- [135] RENAT, 2018: Methode zur Ermittlung des Ersatzbedarfs und zur Bewertung von Ersatzmassnahmen. Im Auftrag des Kantons Zürich, Amt für Landschaft und Natur in Abstimmung mit dem AWEL überarbeitete und weiterentwickelte Fassung der 2009 im Auftrag des BAZL, der Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich und UNIQUE Flughafen Zürich AG entwickelten Methodik.
- [136] Vegetationsaufnahme Fläche Bruni, ARA Hard. 27460-500-B-Vegetationsaufnahme, TBF + Partner AG, 2022.

5.15.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Pflichtenheft-Nr.	Untersuchung
Pf-HU-FF-1	Das bestehende ARA-Areal ist zu bearbeiten. Insbesondere im Ostteil wird mit Beanspruchungen gerechnet, die bestehende Grünflächen betreffen. Sinnvoll wären auch faunistische Angaben insbesondere zu Heuschrecken und Tagfaltern.
Pf-HU-FF-2	Auf allen vom Projekt tangierten Flächen sind Lebensraumkartierungen notwendig.
Pf-HU-FF-3	Im Bereich der Bruni-Wiese sind die Heuschrecken, Tagfalter und Reptilien zu erheben.
Pf-HU-FF-4	Abklärungen zu Vorkommen von Fledermäusen an Gebäuden und im Bereich der Rodungsflächen im Hardholz. Erhebung von Höhlenbäumen im Rodungsperimeter.
Pf-HU-FF-5	Brutvogelkartierung im Hardholz. Die aktuellen Daten sind nicht aktuell; Augenmerk v.a. auch auf Spechtvögel.
Pf-HU-FF-6	Im Hardholz sind zusätzlich noch die Nachtfalter zu erheben.
Pf-HU-FF-7	Es wird empfohlen im Hinblick auf benötigte Installations- u. Lagerflächen die Ergänzungen ausreichend gross zu machen.
Pf-HU-FF-8	Sowohl bei der Eingriffs- als auch bei der Ersatzfläche bezüglich des Vorhabens auf der Bruni-Wiese, dem ARA-Areal und im Bereich der Rodung (Fokus auf xylobionte Käfer und Vögel) und der aufzuforstenden Fläche im Niederfeld ist der Ausgangszustand hinsichtlich Lebensräume sowie Flora und Fauna zu bewerten. Die sich daraus ergebenden zu leistenden Ersatzmassnahmen sind zu bilanzieren und in der Landschaftsaufwertung Niederfeld zu berücksichtigen. Die Bewertung aller Eingriffe in schützenswerte Lebensräume erfolgt nach RENAT. Das Projekt gilt für den Umweltbereich FFL dann als umweltverträglich, wenn die ökologische Bilanz mindestens ausgeglichen ist.
Pf-HU-FF-9	Eine gutachterliche Einschätzung soll darlegen, inwiefern die geplante EMV-Anlage auf den Teilflächen B und C einen Einfluss auf das Amphibienlaichgebiet und die Teilfläche A der Bruni-Wiese ausüben könnte.
Pf-HU-FF-10	Allfällige negative Auswirkungen werden im Rahmen der Bewertung berücksichtigt und fliessen in die erforderlichen Ersatzmassnahmen ein. Weitere Untersuchungen sind nicht erforderlich.

Tab. 9 Pflichtenheft UVB-Hauptuntersuchung zum Aspekt «Terrestrische Flora, Fauna und Lebensräume». Text unverändert aus der Voruntersuchung zum UVB übernommen.

5.15.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Baudirektion Kanton Zürich, ALN-Naturschutz

- Antrag 14 Im Hardholz sind neben den bereits vorgesehenen Aufnahmen für die UVB-Hauptuntersuchung auch Vorkommen von xylobionten Käfern aufzunehmen. Das Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung ist entsprechend zu ergänzen.
- Antrag 15 Die Begleitung der Umsiedlung des Spitzorchisbestandes sowie der Graureiherkolonie hat durch eine ausgewiesene ökologische Fachperson zu erfolgen. FF-3 und FF-4 aus dem Pflichtenheft Schutz und Erhalt sind entsprechend zu ergänzen.
- Antrag 16 Für weitere in der UVB-HU festgestellte schutzwürdige Arten (z.B. Fledermäuse, Reptilien, etc.) sind durch Fachpersonen spezifische Massnahmen während der Bau- und Betriebsphase vorzusehen. Das Pflichtenheft Schutz und Erhalt ist entsprechend zu ergänzen.
- Antrag 17 Die weitere Planung sowie die Ausführung der Amphibienmassnahmen sowie des Ersatzstandortes für das IANB-Objekt «Bruni» ist durch eine ausgewiesene Amphibienfachperson zu begleiten. FF-1 und FF-2 aus dem Pflichtenheft Schutz und Erhalt sind entsprechend zu ergänzen.
- Antrag 18 Die technische Umsetzung (verwendete Substrate, Strukturen, etc.) der Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen ist detailliert darzulegen. Das Pflichtenheft Hauptuntersuchung ist entsprechend zu ergänzen.
- Antrag 19 Für die Wiederherstellungs- und Ersatzflächen ist mit der Hauptuntersuchung ein Pflegekonzept einzureichen. Dieses enthält Vorgaben zu Pflegemassnahmen sowie Zuständigkeiten. Das Pflichtenheft Hauptuntersuchung ist entsprechend zu ergänzen.
- Antrag 20 Die Ersatzflächen im Niederfeld sind durch geeignete Schutzmassnahmen langfristig zu sichern. Das Verfahren richtet sich nach §203 ff PBG.
- Antrag 21 Das Projekt ist durch eine ausgewiesene ökologische Fachperson bei der Planung und Umsetzung zu begleiten. Die öBB hat die anschliessende Umsetzung und Entwicklungspflege der Wiederherstellungs- und/oder Ersatzmassnahmen zu begleiten.
- Antrag 22 Im UVB ist aufzuzeigen, wo im Gestaltungsplanperimeter die 15% ökologisch hochwertig gestalteten Flächen zu liegen kommen. Das Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung ist entsprechend zu ergänzen

Kommentar UVB-Verfasser zu den behördlichen Anträgen

Im Rahmen der Hauptuntersuchung konnten sämtliche Anträge bearbeitet bzw. berücksichtigt werden. Im Sommer 2024 wurden Fledermäuse, Nachtfalter und xylobionte Käfer im Rodungsperimeter bzw. an den bestehenden Gebäuden erhoben. Die Ergebnisse und entsprechenden Empfehlungen fliessen in das Kapitel 5.15.4 ein. Die Massnahmen FF-1, FF-2, FF-3 und FF-4 wurden dahingehend ergänzt, dass eine entsprechende Fachperson für die weitere Planung und Ausführung beizuziehen ist, während der Bauphase wird eine öBB ausgerichtet.

Die Ersatzmassnahmen für das IANB-Objekt «Bruni» wurden mit einem Amphibienspezialisten, der Landeigentümerin (Stadt Winterthur) sowie den Verantwortlichen der Abteilung Wald vor Ort verifiziert und die Massnahmen angepasst. Die Ergebnisse sind im Kapitel 5.15.6 dargestellt.

Die Ausführung der erforderlichen Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen werden stufengerecht abgehandelt. Die erforderlichen Unterhalts- und Pflegemassnahmen werden im Grundsatz beschrieben. Die Massnahmen inklusive der Grünflächen innerhalb der ARA (15 % der Fläche) werden planlich dargestellt. Die Stadt Winterthur wird die Ersatzflächen im Niderfeld entsprechend sichern.

5.15.4 Ist- und Ausgangszustand

Im Rahmen der landschaftspflegerischen Begleitplanung (LBP) wurden die durch das Ausbauvorhaben betroffenen Lebensräume ausserhalb und innerhalb der ARA Hard (Abb. 18) nach Delarzes et al (2015) [104] bzw. Schmider et al (1993) [105] am 14. Juni 2023 (Bruni-Wiese), 14. Juli 2023 (Wald) und 12. Juni 2024 (Werkgelände ARA) kartiert. Geschützte [107] und seltene [108] Pflanzenarten sowie Neophyten [110] (Kap. 5.12 *Umweltgefährdende Organismen*) wurden im Rahmen der Feldbegehungen soweit erkennbar erfasst. Ein Übersichtsplan des Ausgangszustandes findet sich in **Anhang 7**.

Im Sommer 2024 wurden Brutvögel, Fledermäuse, Nachfalter und xylobionte Käfer in den vom Projekt betroffenen Waldflächen und darüber hinaus erhoben. Fledermäuse wurden auch an den bestehenden Gebäuden innerhalb des ARA-Geländes erfasst. Im Areal der ARA und auf der Bruniwiese wurden Heuschrecken, Tagfalter und Reptilien erhoben. Eine Abfrage beim Datenzentrum *InfoSpecies* [114] wurde insbesondere auf das Vorkommen von seltenen oder geschützten Tierarten [111] - [113] bereits im Rahmen der Voruntersuchung durchgeführt; berücksichtigt wurden die Fundmeldungen der letzten 10 Jahre (ab 2013).

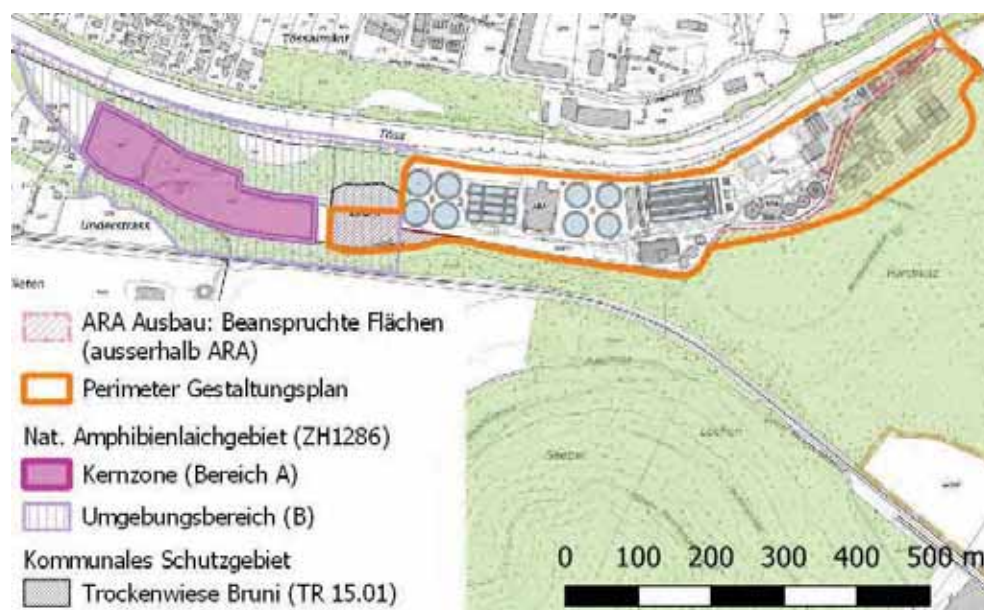


Abb. 18 Bearbeitungsperimeter FFL Erweiterung ARA Hard

Zusätzlich dargestellt sind die nationalen und kommunalen Naturschutzobjekte.

Sämtliche verfügbaren und bekannten Inventardaten [116], [117], [118], [119] und gutachterlichen Dokumente [120] und [121] wurden für die Beurteilung der Umweltauswirkungen aufgrund der gesetzlichen Vorgaben [122] - [129] berücksichtigt.

Ist ein Eingriff in einen schutzwürdigen Lebensraum, gemäss NHG Art. 18 Abs. 1^{bis}, NHV Art. 14 Abs. 3 unvermeidbar, sind für entsprechende Eingriffe Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen gemäss NHG Art. 18 Abs. 1^{ter}, NHV Art. 14 Abs. 7 festzulegen. Neben den gesetzlichen Vorgaben ist für die Umsetzung der Beurteilung der Leitfaden *Wiederherstellung und Ersatz im Natur- und Landschaftsschutz* des BAFU [132] relevant.

Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung

Das Vorhaben betrifft das Objekt Nr. ZH1286 Bruni gemäss der Verordnung über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung [125]. Nach Art. 6 Abs. 1 der Amphibienlaichgebiete-Verordnung sind ortsfeste Objekte in ihrer Qualität und Eignung als Amphibienlaichgebiete sowie als Stützpunkte für das langfristige Überleben und die Wiederansiedlung gefährdeter Amphibienarten ungeschmälert zu erhalten. Bei Massnahmen nach dem GSchG [126] darf vom Schutzziel abgewichen werden (Art. 7 Abs. 2 lit. c AlgV). Nach Art. 10 Abs. 1 GSchG sorgen die Kantone für die Erstellung öffentlicher Kanalisationen und zentraler Anlagen zur Reinigung von verschmutztem Abwasser (ARA). Entsprechend wird die Erweiterung der ARA Hard als eine Massnahme nach dem GSchG beurteilt. Bei einer Beeinträchtigung von Objekten des IANB sind Verursacher zu bestmöglichen Schutz-, Wiederherstellungs- oder ansonsten angemessenen Ersatzmassnahmen verpflichtet (Art. 7 Abs. 1 AlgV).

Gemäss AlgV Art. 15 Abs. 1 legen die Kantone den genauen Grenzverlauf der ortsfesten Objekte fest. Dieser Umsetzungsschritt ist beim betroffenen Objekt noch nicht erfolgt. Zurzeit ist die Bewirtschaftung der betroffenen Flächen mit sog. Übergangsverträgen geregelt [118].

Das Objekt wurde 2017 ins Inventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung aufgenommen. Das Inventar sowie die Verordnung wurden vom Bund 2001 erlassen und wird periodisch ergänzt. Beim Objekt Bruni handelt es sich um einen ca. im Jahr 2000 künstlich angelegten Lebensraum, der in Zusammenhang mit der Deponie Bruni auf Pfungener Gemeindegebiet erstellt wurde. Gemäss Inventarblatt ZH1286 kommen im Gebiet Bergmolch, Grasfrosch, Erdkröte, Fadenmolch und Gelbbauchunke vor. Die Erhebungen wurden im Jahr 2017 durchgeführt. Die drei erstgenannten Arten kommen in grosser bis sehr grosser Anzahl vor, die beiden letzteren nur in sehr geringer Anzahl. Gemäss Angaben von Mario Lippuner, KARCH-Beauftragter Kanton Zürich (mündl. Mitt.), konnte 2022 die Gelbbauchunke nicht (mehr) nachgewiesen werden.

Durch das Ausbauvorhaben wird der Bereich B (Umgebungsbereich) des Amphibienlaichgebietes von nationaler Bedeutung betroffen. Es handelt sich um eine strukturarmer Fettwiese (Fromental- bzw. Knautgraswiese), die als Landlebensraum für Amphibien eine untergeordnete Bedeutung hat.

Gemäss Vollzugshilfe zum Amphibienschutz [115] soll der Bereich B einerseits laichplatznahen Landlebensraum bereitstellen und wichtige Wanderkorridore sichern und

durch eine Verbesserung des Umfeldes die Bereiche A aufwerten. Damit sind auch Pufferstreifen eingeschlossen, welche die Kernzonen vor schädlichen Einflüssen aus dem Umland bewahren.

Für eine Einschätzung der Situation und für die Evaluation von potenziellen Ersatzstandorten bzw. -massnahmen wurde Mario Lippuner, Regionalvertretung KARCH Kanton Zürich, im Zuge der Voruntersuchung um eine Einschätzung gebeten. Seine Beurteilung ist in **Anhang 8** zu finden. In der Zwischenzeit wurde der damalige Vorschlag mit der Landeigentümerin (Stadt Winterthur) sowie den zuständigen Forstorganen vor Ort überprüft und aufgrund besserer Standortverhältnisse (Wasser, geringere Störungen) räumlich angepasst. Die Anpassungen erfolgten in Rücksprache mit dem KARCH-Experten. Die Empfehlungen des Amphibien-Spezialisten sowie die angepasste Lage der Ersatzlebensräume fliessen in die Ausführungen im Kapitel 5.15.6 *Bauphase* ein.

Kommunales Naturschutzobjekt
Bruni-Wiese

Beim Gebiet Bruni handelt es sich um ein ausgewiesenes kommunales Naturschutzobjekt (Trockenstandort, TR 15.01) der Stadt Winterthur, welches des Weiteren im Inventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (IANB, Objekt ZH1286) als Pufferzone eingetragen ist. Es handelt sich somit um einen gemäss Art. 18 Abs 1^{bis} NHG als schutzwürdig eingestuft Lebensraum. Daher besteht auf der Fläche Bruni ein Nutzungskonflikt zwischen der aktuellen Naturschutzzone und der geplanten Erweiterung der ARA Hard, der nötig ist, um den gesetzlichen Anforderungen nachzukommen.

Bauvorhaben sind in schutzwürdigen Lebensräumen nur zulässig, wenn das Vorhaben unvermeidbar und standortgebunden ist und einem überwiegenden öffentlichen Interesse dient (Art. 18 Abs. 1^{ter} NHG). Die Standortgebundenheit wurde dargelegt und von kantonaler Seite bestätigt.

Bisherige Aufnahmen

Als Grundlage für die naturschutzfachliche Bewertung der Wiesenfläche Bruni wurden drei Vegetationserhebungen im Gebiet Bruni durchgeführt. René Bertiller führte 2019 zwei Erhebungen durch [115] und TBF + Partner AG [123] aktualisierte diese Erhebungen mit Aufnahmen im Jahr 2022. Dabei wurden drei unterschiedliche Vegetationstypen festgestellt (Abb. 19). Die untenstehenden Bezeichnungen in Klammern beziehen sich auf die Lebensraumtypologie nach Delarzes (TypoCH):

- _ Teilfläche A: Magerwiese (4.2.4. Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen)
- _ Teilfläche B: Fromentalwiese (4.5.1.2. Typische Fromentalwiese)
- _ Teilfläche C: Knautgras-Fromentalwiese (4.5.1.1. Knautgraswiesen)

Arten, welche in den Teilflächen B und C nachgewiesen wurden, entsprechen fast ausschliesslich Arten der Fromentalwiese. In diesen Teilflächen ist die Vegetation deutlich dichter als in der Teilfläche A und lückige Stellen fehlen vollständig. An der nördlichen Grenze der Teilfläche A befindet sich ein ökologisch wertvoller Waldrand mit guter Besonnung, Ast- und Steinhaufen sowie wertvollen Straucharten. An der südlichen Grenze der Teilfläche A wurde die Teilfläche B als Übergangsfläche zur Fläche C als ökologisch wertvoll klassifiziert. Der Teilfläche C wurde ein geringer naturschutzfachlicher Wert zugewiesen.



Abb. 19 Wiesentypen nach Bertiller (2019)

Magerwiese (A), Fromentalwiese (B) und Knäulgras-Fromentalwiese (C);
grüne Kreise und Schraffur: Vorkommen der Spitzorchis (*Anacamptis pyramidalis*)

Wald auf der Erweiterungsfläche
Hardholz

Im Osten wird für den Ausbau der ARA eine Waldfläche von rund 2.88 ha beansprucht. Ein kleiner Teil der Fläche befindet sich innerhalb des bestehenden Areals, der deutlich grössere Teil liegt südöstlich der Anlage.

Für den Wald, der beansprucht wird, besteht nach Waldgesetzgebung Rodungsersatz. Dies wird im Kap. 5.14 *Wald* dargelegt.

Der ökologische Wert des Waldes wird aus naturschützerischer Sicht beurteilt. Bei den verschiedenen vorkommenden Waldgesellschaften handelt es sich nach der Lebensraumeinteilung nach Delarzes (TypoCH) zum grössten Teil um Waldmeister-Buchenwälder und zu einem bescheidenen Anteil um einen nach NHV Anh. 1 schützenswerten Orchideen-Buchenwald.

Aufgrund des Lebensraumtyps per se sowie des Vorkommens spezieller Pflanzen- und Tierarten werden die Buchenwälder als schützenswert eingestuft.

Werkgelände der ARA

Im Sommer 2024 wurden die Lebensräume innerhalb des bestehenden ARA-Gelände kartiert. Das Areal umfasst rund 7.3 ha. Rund 75 % der Fläche ist versiegelt (Gebäude, Strassen, Plätze). Bei den übrigen Flächen handelt es sich etwa zur Hälfte um Halbtrockenrasen mit Übergängen zu Fromentalwiesen (83 a) und zum anderen Teil um Fromentalwiesen mit Übergängen zu den Krautsäumen (94 a). Die mageren Wiesen wachsen auf einem kiesigen flachgründigen Substrat, das nach dem Abschluss der Bauarbeiten ausgebracht oder belassen wurde. Vor allem in den Randbereichen aber auch auf der übrigen Arealfläche sind zahlreiche Einzelbäume, vorwiegend Wald-Föhren, vorhanden. In einem sehr bescheidenen Ausmass sind Hecken und Wald (9a) auf dem Areal vorhanden.

Die Wiesen weisen eine eher durchschnittliche Artenvielfalt auf, jedoch wurden einige spezielle Arten u.a. die Gewöhnliche Spitzorchis und die Bienen-Ragwurz festgestellt (Tab. 10).

Es gibt einen Pflegeplan, der den Unterhalt der Wiesen regelt [134]. Seit einigen Jahren werden die Wiesen nach dem ersten Schnitt mit Schafen beweidet. Intensive Beweidung (Überweidungen oder gar Standweiden), wie sie im Sommer 2024 auf einer Teilfläche beobachtet wurde, ist zu vermeiden. Ein kurzes Überweiden im Spätsommer, Herbst, kann sinnvoll sein damit die Wiesen nicht zu üppig in die Winterruhe gehen. Aufgrund des Lebensraumtyps per se sowie des Vorkommens spezieller Pflanzen- und Tierarten werden die bestehenden Wiesen als schützenswert beurteilt.

Flora

Bei den Begehungen 2023 und 2024 wurden – ergänzend zu den bereits bekannten Orchideen-Vorkommen auf der Bruni-Wiese – vereinzelte seltene oder geschützte Arten gefunden (Tab. 10). Zudem kommen auf der Bruni-Wiese, auf dem ARA-Gelände sowie auch im Hardholz Neophyten vor (Kap. 5.12 *Umweltgefährdende Organismen*).

Dt. Name	wiss. Name	Rote Liste (MP)	Nationale Priorität	NHV	Trockenstandort Bruni (TF A)	Trockenstandort Bruni (TF B, C)	ARA-Gelände	Hardwald (Ost)
Bienen-Ragwurz	Ophrys apifera Huds.	VU	4	CH/ZH			●	
Echter Seidelbast	Daphne mezereum L.	LC		-/ZH				●
Edel-Gamander	Teucrium chamaedrys L.	NT			●			
Flockige Königskerze	Verbascum pulverulentum Vill.	EN	3				●	
Gelbe Luzerne	Medicago falcata L.	VU					●	
Gewöhnliche Kleine Bibemelle	Pimpinella saxifraga L.	NT			●		●	
Gewöhnliche Pyramiden-Kammschmiele	Koeleria pyramidata (Lam.) P. Beauv.	VU			●		●	
Gewöhnliche Skabiosen-Flockenblume	Centaurea scabiosa L.	NT			●		●	
Gewöhnliche Spitzorchis	Anacamptis pyramidalis (L.) Rich. subsp. pyramidalis	VU	2	CH/ZH		●	●	
Grosser Ehrenpreis	Veronica teucrium L.	VU					●	
Krause Distel	Carduus crispus L.	NT						●
Maiglöckchen	Convallaria majalis L.	LC		-/tw. ZH				●
Nestwurz	Neottia nidus-avis (L.) Rich.	LC		CH/ZH				●
Schopfiger Hufeisenklee	Hippocrepis comosa L.	NT			●		●	
Schwärzliches Knabenkraut	Orchis ustulata L.	VU		CH/ZH	●			
Tauben-Skabiose	Scabiosa columbaria L.	NT			●		●	
Wiesen-Bocksbart	Tragopogon pratensis L.	NT				●	●	

Dt. Name	wiss. Name	Rote Liste (MP)	Nationale Priorität	NHV	Trockenstandort Bruni (TF A)	Trockenstandort Bruni (TF B, C)	ARA-Gelände	Hardwald (Ost)
Einjähriges Berufkraut	Erigeron annuus (L.) Desf.	NEO			●	●	●	
Robinie	Robinia pseudoacacia L.	NEO					●	
Schmetterlingsstrauch	Buddleja davidii Franch.	NEO						●
Spätblühende Goldrute	Solidago gigantea Aiton	NEO					●	●

Tab. 10 Flora Vorkommen im Gebiet Bruni-Wiese und Hardwald
Zusammenfassung Vorkommen (●) Gutachten Bertiller [121] u. Felderhebungen Quadra Sommer 2023/2024.

Schutz	RL = Rote Liste (MP = Mittelland)
_ ZH: im Kanton Zürich geschützt	_ LC: nicht gefährdet
_ CH: gesamtschweizerisch geschützt	_ NT: potenziell gefährdet
	_ VU: verletzlich
Nationale Priorität	_ EN: stark gefährdet
2: hoch	_ NEO: Neophyt
3: mittel	
4: mässig	

Im **Anhang 9** findet sich eine Zusammenstellung der Vegetationsaufnahmen, die innerhalb des ARA-Geländes gemacht wurden.

Auf der Bruni-Wiese und innerhalb des ARA-Geländes sowie auf angrenzenden Flächen im Westen (NSG) kommt die Spitzorchis (*Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich.) vor. Sie ist gemäss nationaler Roter Liste als potenziell gefährdet (NT) eingestuft; im Mittelland gilt sie als verletzlich (VU). Innerhalb des ARA-Geländes wurde an einer Stelle zudem die Bienen-Ragwurz (*Ophrys apifera* Huds.) gefunden.

Beide Orchideen sind gesamtschweizerisch vollständig geschützt. Bei den national prioritären Arten haben sie eine hohe (Kategorie 2) bzw. mässige Priorität (Kategorie 4). Der Schutzstatus der Orchideenarten hat zur Folge, dass die Individuen bei einer Beanspruchung des Lebensraums umgesiedelt werden müssen. Die Aufnahme der Wuchsstandorte der Spitzorchis wurde am 1. Juni 2022 durchgeführt [108]. Dabei wurden die Teilflächen B und C der Bruni-Wiese systematisch in Transekten nach der Spitzorchis abgesucht. Die Wuchsstandorte der Individuen wurden mittels GPS festgehalten und auf einer Karte eingezeichnet. Bei der Aufnahme auf der Bruni-Wiese im Juni 2022 wurden insgesamt 31 Individuen der Spitzorchis aufgenommen. Die Spitzorchis-Wuchsstandorte verteilen sich der Grenze entlang zwischen den Teilflächen A und B. Es wurden insgesamt drei Gebiete aufgenommen, in denen mehrere Individuen auf engem Raum beieinander wachsen.

Die Standorte der genannten Orchideen-Arten innerhalb der ARA wurden ebenfalls mittels GPS erfasst und in der Karte verzeichnet.

Fauna

Im Sommer 2024 wurden ausgewählte Artengruppen gemäss den Anträgen der Fachstelle Naturschutz im Feld erhoben (Tab. 11 u. Tab. 12). Die Fledermäuse, Nachtfalter und xylobionte Käfer wurden von externen Spezialisten bearbeitet. Deren Ergebnisse werden nachstehend zusammengefasst. Die Kurzberichte bzw. kommentierten Artenlisten sowie die zusammenfassenden Artenlisten befinden sich im **Anhang 10-14**.

Artengruppe	Trockenstandort Bruni	ARA-Gelände	Hardwald	Bearbeitung	Anhang
Fledermäuse		● (Gebäude)	5 Standorte (3 im Gebiet Rodung)	SWILD	10
Nachtfalter			3 Standorte (2 im Gebiet Rodung)	T. Kissling	11
Xylobionte Käfer			2 Standorte	A. Frei	12
Brutvögel			● (ganzer Hardwald)	Quadra	13
Reptilien	●	●		Quadra	14
Tagfalter u. Heuschrecken	●	●		Quadra	14

Tab. 11 Bearbeitung Artengruppen Fauna im Sommer 2024 im Feld
Vorkommen (●) der Artengruppe nach Standort.

Erhebungen / Datum	Pflichtenheft (gem. FNS)	22.03.24	26.03.24	29.04.24	30.04.24	01.05.24	22.05.24	28.05.24	13.06.24	14.06.23 / 12.06.24	25.06.24	06.08.24	Anzahl Be- gehungen
Gefässpflanzen	ja									Wald / ARA			1
Fledermäuse	ja	Programm gem. Experten: SWILD											
Brutvögel	ja	1	1		1	1							4
Reptilien	ja			1		1		1	1			1	5
Amphibien		Ausreichend Angaben von IANB und M. Lippuner											
Tagfalter	ja							1	1		1	1	4
Heuschrecken	ja			1		1		1	1			1	5
Xylobionte Käfer	ja	Programm gem. Expertin: A. Frei, Winterthur											
Nachtfalter	ja	Programm gem. Experte: T. Kissling, Bülach											

Tab. 12 Termine und Anzahl Begehungen der Felderhebungen im ARA-Projektperimeter

InfoSpecies

In die Vorkommens-Übersicht der aus faunistischer Sicht besonderen Arten (Tab. 15), wurden die Angaben von *InfoSpecies* integriert. Berücksichtigt wurden Verbreitungsnachweise von Arten ab dem Jahr 2013, die einen Gefährdungsstatus in den jeweiligen Roten Listen aufweisen, zu den National Prioritären Arten gehören oder einen Schutzstatus aufweisen.

Artvorkommen Waldfläche
Hardholz

Fledermäuse

An den 5 Aufnahmestandorten in der Waldfläche Hardholz (Standorte vgl. Karte Ausgangszustand in **Anhang 7**; Stao 1-3 im Rodungsgebiet, 4 u. 5 sind ausserhalb) wurden bei den Aufnahmen in der Reproduktionszeit insgesamt 6'133 Fledermausrufsequenzen aufgezeichnet, die mindestens 5 Fledermausarten zugeordnet werden konnten. Während der Migrationsperiode (September) wurden an 4 Aufnahmestandorten (Ausfall Logger Stao 2) insgesamt 1'899 Fledermausrufsequenzen aufgezeichnet, die mindestens 5 Fledermausarten zugeordnet werden konnten. Insgesamt konnten somit 6 Fledermausarten nachgewiesen werden (Tab. 13). Am Standort 4 wurden an mehreren Abenden im September Grosse Abendsegler registriert. Dies weist darauf hin, dass sich in der Nähe ein oder mehrere Quartiere dieser potenziell gefährdeten Art befinden. Es konnte nicht abschliessend geklärt werden, ob sich dieses Quartier im Rodungsgebiet befindet. Dies entspricht einer eher tiefen Artenvielfalt und einer mittleren Fledermausaktivität im Untersuchungsperimeter.

Art	Innerhalb Rodungsbereich (Stao 1-3)	Ausserhalb Rodungsbereich (Stao 4 u. 5)
Wasserfledermaus	R u. M	R
Gruppe Mmyo-bly: Mausohren	R u. M	R u. M
Gruppe NycVes / Nyctaloid: Grosser u. Kleiner Abendsegler, Breitflügel-, Nord- und Zweifarbenfledermaus	R u. M	R u. M
Zwergfledermaus	R u. M	R u. M
Mückenfledermaus		M
Rauhhaufledermaus	R u. M	R u. M

Tab. 13 Fledermausarten im Hardwald

Vorkommen am Standort nach Erhebungszeitpunkt während Reproduktions- (R) resp. Migrationsphase (M).

Eine einzelne Sequenz von Standort 3 konnte dem Grossen Mausohr (*Myotis myotis*) zugeordnet werden. Diese Art wird auf der Roten Liste der gefährdeten Fledermausarten als verletzlich (VU) eingestuft und gehört zu den Nationalen Prioritären Arten mit einer sehr hohen Priorität (1). Da aber nur eine einzelne Sequenz dieser Art registriert wurde, ist eher nicht davon auszugehen, dass das Waldstück regelmässig als Jagdgebiet genutzt wird.

Für die Bewertung (vgl. Kap. 5.15.5 *Ersatzbedarf*) wird aufgrund der Sequenzmessungen davon ausgegangen, dass im Gebiet der Rodung mind. eine seltene Fledermausart regelmässig vorkommt (Tab. 14).

Das Rodungsgebiet im Waldstück Hardholz weist mit insgesamt mindestens 6 Fledermausarten eine eher tiefe Artenvielfalt auf. Durch die bioakustischen Aufnahmen wurde mit 4.2 % in der Reproduktions- und 7.9 % in der Migrationsperiode ein relevanter Anteil an selteneren und gefährdeten Arten und Artengruppen (Mausohrfledermäuse) nachgewiesen. Diese Arten nutzen das Waldstück wahrscheinlich als Teil-Jagdgebiet, Flugkorridor und in der Migrationsperiode möglicherweise auch Baumquartiere als Paarungs- und später als Winterquartiere.

Rote Liste CH	Anzahl Sequenzen	Anteil [%]
Reproduktionszeit		
Verletzlich (VU) – vom Aussterben bedroht (CR)	1	0.02
Nicht gefährdet (LC) – vom Aussterben bedroht (CR)	271	4.42
Nicht gefährdet (LC)	5'861	95.56
Migrationsphase		
Verletzlich (VU) – vom Aussterben bedroht (CR)	0	0.0
Nicht gefährdet (LC) – vom Aussterben bedroht (CR)	149	7.9
Nicht gefährdet (LC)	1750	92.1
Davon migrierend	540	28.5

Tab. 14 Anteil Rote Listen Arten
Anteil der gefährdeten Arten über alle Aufnahmestandorte im untersuchten Waldstück während der Reproduktionszeit resp. während der Migrationsphase.

Der grösste Anteil der aufgenommenen Rufsequenzen stammt von der bislang häufigen und nicht gefährdeten Fledermausart Zwergfledermaus. Diese nutzten das untersuchte Waldstück ebenfalls als Jagdgebiet, was durch die unmittelbare Nähe der Aufnahmestandorte zu den auf dem Gelände der ARA identifizierten Wochenstuben- und Gebäudequartieren erklärt werden kann.

Die betroffenen Populationen der selteneren und gefährdeten Arten sind aufgrund der geringen Nutzung durch den Eingriff nicht bedroht, solange der Wald weiterhin als Flugkorridor funktionell nutzbar ist. Eine Schmälerung des Jagdlebensraums der nachgewiesenen Fledermausarten ist aufgrund der Rodung zu erwarten, was durch einen Ersatz von Waldfläche in guter Qualität, ohne Beleuchtung und mit guter struktureller Anbindung ausgeglichen werden muss.

Gebäudequartiere

Am Gebäudekomplex der Faulanlage und beim Betriebsgebäude wurden Quartiere gefunden, die im Juli 2024 durch Zwergfledermäuse als Wochenstubenquartiere sowie als Tagesschlafverstecke durch Einzeltiere genutzt wurden. Bei der Kontrolle Mitte September 2024 wurden zudem auch Fledermäuse beim Ausflug aus dem Gebäude der Schlammentwässerung beobachtet. Falls es tatsächlich zum Abriss der Schlammentwässerung und des Betriebsgebäudes kommen sollte, werden geschützte Fledermausquartiere zerstört und es wird zu einem Quartierverlust kommen. Beim Neubau und in der nahen Umgebung ist eine ausreichende Zahl an geeigneten Ersatzquartieren an unterschiedlichen Standorten zu schaffen. Dachabschlüsse aus Metall (an besonnten Orten) sind ebenfalls so zu gestalten, dass sie als Quartiere für spaltenbewohnende Fledermäuse genutzt werden können.

Nachtfalter

Die Erfassung der Nachtfalterfauna erfolgte an drei Untersuchungsstandorten mit Hilfe eines Leuchtturms (Standorte vgl. Karte Ausgangszustand in **Anhang 7**; Stao 1 und 2 im Rodungsgebiet, 3 ausserhalb). Der Lichtfang dauerte nach dem Eindunkeln etwa vier Stunden.

Ergebnisse Nachtfalter

Die Lichtbeeinträchtigung der Nachtfalter ist im Hardholz wegen der Nähe von Siedlungen, Gewerbegebieten und Strassen gross. Insgesamt wurden 169 Nachtgrossfalterarten (Macroheterocera) gezählt. Diese Summe der Nachtfalterarten entspricht etwa den Erwartungen, welche man an solchen Orten im Mittelland haben kann. Die Menge der gezählten 680 Nachtfalter ist eher klein.

Zum Vergleich: Während den Nachtfalteraufnahmen im Zentrum des Hardholzes in den Jahren 2010 und 2011 konnten an 19 Leuchtnächten 234 Arten gezählt werden. Schätzungsweise könnten mit zusätzlichen Lichtfängen in einem weiteren Jahr noch etwa 50 % zusätzliche Arten nachgewiesen werden. Es fehlen in der Untersuchung auch Arten, die nur von September bis April fliegen. Da der Frühling und Frühsommer 2024 sehr niederschlagsreich war und nur wenig sonniges Wetter herrschte, flogen 2024 eher wenige Nachtfalter.

Beim untersuchten Wald handelt es sich für die Nachtfalter um einen durchschnittlich wertvollen Lebensraum mit einzelnen bemerkenswerten Arten. Es wurden keine Arten festgestellt, deren lokale Gefährdung als gross eingeschätzt werden kann. Der Verlust des Lebensraumes kann mit Aufwertungsmassnahmen und der Schaffung von Ersatzflächen kompensiert werden.

Xylobionte Käfer

Im Hardwald im Gebiet der geplanten Rodung wurden zwischen dem 29. April 2024 und dem 15. Juli 2024 zwei Polytrapfallen auf einer Höhe von ca. 1 m über Boden aufgestellt (Standorte vgl. Karte Ausgangszustand **Anhang 7**) und die gefangenen Käfer bestimmt. Ebenfalls wurden die Käfer aus den Lichtfängen, welche für die Nachtfalter installiert wurden, in die Erhebung miteinbezogen.

Da in der Schweiz die Rote Liste der Holzkäfer auf vier Familien beschränkt ist, wird das Verzeichnis und Rote Liste der Totholzkäfer Baden-Württembergs (BW) beigezogen [109]. Diese Liste berücksichtigt alle xylobionten Käferarten.

Ergebnis xylobionte Käfer

Insgesamt wurden aus rund 600 Individuen 80 Arten bestimmt. In den Lichtfängen wurden vier zusätzliche Arten aufgefunden. Bei den bestimmten Arten handelt es sich um keine Käferarten der Roten Liste der Holzkäfer der Schweiz. Sechs Arten werden auf der Roten Liste Baden-Württembergs [109] als gefährdet (3) und verletzlich (V) eingestuft (Tab. 15).

Trivialname	wiss. Name	Rote Liste	Nationale Priorität	NHV	Amphibien (IANB)	Bruni-Wiese	ARA	Wald (Rodung)	Umkreis von 0-500 m (InfoSpecies)
Amphibien									
Bergmolch	Ichthyosaura alpestris	LC		CH	●				●
Erdkröte	Bufo bufo	VU	4	CH	●				●
Fadenmolch	Lissotriton helveticus	VU	4	CH	●				
Geburtshelferkröte	Alytes obstetricans	EN	3	CH					●

Trivialname	wiss. Name	Rote Liste	Nationale Priorität	NHV	Amphibien (IANB)	Bruni-Wiese	ARA	Wald (Rodung)	Umkreis von 0-500 m (InfoSpecies)
Gelbbauchunke	Bombina variegata	EN	3	CH	●				
Grasfrosch	Rana temporaria	LC		CH	●				●
Teichmolch	Lissotriton vulgaris	EN	3	CH					●
Heuschrecken									
Blaufügelige Sandschrecke	Sphingonotus caeruleus	VU	4	CH					●
Gemeine Sichelschrecke	Phaneroptera falcata	VU	4			E	E		●
Grosse Schiefkopfschrecke	Ruspolia nitidula	NT				E	E		
Westliche Beissschrecke	Platycleis albopunctata	NT				E	E		
Zweifarbige Beissschrecke	Bicolorana bicolor	VU				E			
Tagfalter									
Komplex des Karstweissling	Pieris mannii/rapae	NT				E	E		
Kurzschwänziger Bläuling	Cupido argiades	NT				E			
Zweibrütiger Würfelfalter	Pyrgus amorceus	NT				E			
Nachtfalter									
Brauner Bär	Arctia caja	NT						E	
Russischer Bär	Euplagia quadripunctaria	NT	4					E	
Schönbär	Callimorpha dominula	VU	4					E	
Weisser Hartriegel-Zierspanner	Asthenes anseraria	BW 3						E	
Xylobionte Käfer									
	Dorcatoma punctulata	BW 3						E	
	Dryophthorus corticalis	BW 3						E	
	Microhagus emyi	BW 2						E	
	Rhizophagus aeneus	BW 3						E	
	Rhizophagus cribratus	BW V						E	
	Velleius dillatus	BW 3						E	
Reptilien									
Blindschleiche	Anguis fragilis	LC		CH					●
Feuersalamander	Salamandra salamandra	VU	4	CH					●
Mauereidechse	Podarcis muralis	LC		CH	●	E	E		●
Nördliche Ringelnatter	Natrix natrix	EN	3	CH	●	E	●		●
Zauneidechse	Lacerta agilis	VU	4	CH			E		●
Säuger									
Braunes Langohr	Plecotus auritus	VU	1	CH					●
Grosser Abendsegler	Nyctalus noctula	NT	4	CH			●	E*	
Grosses Mausohr	Myotis myotis	VU	1	CH				E	●

Trivialname	wiss. Name	Rote Liste	Nationale Priorität	NHV	Amphibien (IANB)	Bruni-Wiese	ARA	Wald (Rodung)	Umkreis von 0-500 m (InfoSpecies)
Rauhautfledermaus	Pipistrellus nathusii	LC		CH					●
Zwergfledermaus	Pipistrellus pipistrellus	LC		CH			E/●	E	●
Wasserfledermaus	Myotis daubentonii	NT		CH				E	
Eichhörnchen	Sciurus vulgaris	LC		CH					●
Europäischer Biber	Castor fiber	LC		CH					●
Feldhase	Lepus europaeus	VU	4						●
Hermelin	Mustela erminea	LC		CH					●
Siebenschläfer	Glis glis	LC		CH					●
Westigel, Braunbrustigel	Erinaceus europaeus	NT		CH			●		●
Vögel									
Eisvogel	Alcedo atthis	VU	1				●		
Wasseramsel	Cinclus cinclus	LC	3				●		
Mehlschwalbe	Delichon urbicum	NT	1				●		●
Baumfalke	Falco subbuteo	NT	2				●		
Turmfalke	Falco tinnunculus	NT	1						●
Mittelspecht	Leiopicus medius	NT	1				●		●
Schwarzmilan	Milvus migrans	LC	3				●		
Rotmilan	Milvus milvus	LC	1				●		●
Wespenbussard	Pernis apivorus	NT	2						●
Hausrotschwanz	Phoenicurus ochruros	LC	3						●
Wintergoldhähnchen	Regulus regulus	LC	3				●		

Tab. 15 Fauna Vorkommen besonderer Arten im Untersuchungsgebiet

Berücksichtigt wurde die Rote Liste, Schutzstatus oder Nat. Prioritätsarten. Die InfoSpecies-Datenabfrage stammt vom Mai 2023.

Datenursprung

E: Felderhebung

●: Datenabfrage InfoSpecies Mai 2023

Schutz

ZH: im Kanton Zürich geschützt

CH: gesamtschweizerisch geschützt

Nationale Priorität

1: sehr hoch

2: hoch

3: mittel

4: mässig

RL = Rote Liste

LC: nicht gefährdet

NT: potenziell gefährdet

VU: verletzlich

EN: stark gefährdet

BW = RL Baden-Württemberg

2: stark gefährdet

3: gefährdet

V: Vorwarnliste

Vögel

Alle einheimischen Vögel unterstehen dem Jagdgesetz (JSG); hier nur Arten aufgeführt, die eine nat. Priorität haben und / oder in der Roten Liste aufgeführt sind (exkl. NT).

Reptilien

Reptilien wurden an drei Terminen (29. April 2024, 1. und 28. Mai 2024) bei geeigneten Bedingungen (morgens und abends, eher bedeckt, kein Wind) gezielt gesucht. Begangen wurde die Böschung westlich der ARA und der Waldrand angrenzend an die Bruni-Wiese bis zur Gemeindegrenze nach Pfungen.

Ergebnisse Reptilien

Am sonnigen Waldrand der Bruni-Wiese im Nahbereich eines Steinhaufens wurde ein Zauneidechsen-Paar beobachtet. Ansonsten dominiert die Mauereidechse, die an vielen Stellen – auch innerhalb der ARA – beobachtet wurde. Die Ringelnatter nutzt die ARA zumindest als Teillebensraum.

Alle Reptilien sind geschützt. Ihre (Teil-)Lebensräume wie Halbtrockenrasen, Ruderallflächen, Waldränder und Kleinstrukturen werden als schützenswert eingestuft und sind damit nach NHG ersatzpflichtig.

Heuschrecken und Tagfalter

Die Heuschrecken und Tagfalter wurden an 4 Terminen (28. Mai, 13. und 25. Juni, 6. August 2024) bei überwiegend geeigneten Bedingungen (warm, sonnig, wenig Wind) erfasst. Begangen wurde das gesamte ARA-Gelände innerhalb des Zauns und die Bruni-Wiese bis zur Gemeindegrenze nach Pfungen (inklusive NSG).

Ergebnisse Heuschrecken und Tagfalter

Innerhalb der ARA sind die Halbtrockenrasen im Osten um das Kunstwerk die wertvollsten Bereiche mit Himmelblauem Bläuling, Westlicher Beissschrecke und Gemeiner Sichelschrecke (letzte beiden auf der Roten Liste).

Im Schutzgebiet der Bruni-Wiese ist hinsichtlich der Artengarnitur ein klarer Unterschied zwischen dem Halbtrockenrasen inkl. der Böschung (Teilbereich A) und der Fromental- bzw. Knäulgraswiese (Teil B und C) festzustellen. Bedingt durch die unmittelbare Nachbarschaft nutzen allerdings auch anspruchsvollere Arten die letztgenannte Fläche.

Nach NHV sind die Lebensräume von seltenen Tier- und Pflanzenarten zu erhalten. Für die gefährdeten Heuschrecken sowie auch die Tagfalter, die als potenziell gefährdet gelten, sind die Halbtrockenrasen v.a. innerhalb des ARA-Geländes und den angrenzenden Flächen wichtig. Sie werden als schützenswert eingestuft und sind damit nach NHG ersatzpflichtig.

Brutvögel

Brutvogelerfassungen fanden an drei Terminen in den frühen Morgenstunden rund um den Sonnenaufgang statt. Der Termin am 22. März 2024 diente insbesondere der Specht-Suche. Weitere Begehungen fanden am 30. April und am 22. Mai 2024 statt. Zusätzlich erfolgte am 26. März 2024 eine Begehung in den Abendstunden vor und nach dem Eindunkeln (Eulen). Die übrigen Brutvögel wurden nach der Revierkartierungsmethode (MHB gemäss Vogelwarte Sempach) erfasst.

In der Umgebung der ARA ist die Lärmsituation als relativ laut einzustufen, sodass Vögel – und auch Heuschrecken – im Nahbereich nicht gut zu hören sind.

Kartiert wurde der gleiche Perimeter wie er im Monitoring Hardwald bereits 2011 bis 2014 untersucht wurde. Innerhalb dieses Perimeters liegt derjenige Bereich, welcher im Gestaltungsplan den geplanten Erweiterungsbau der ARA beinhaltet (GP/Waldrodung

genannt). Zusätzlich wurde das nach Westen angrenzende bestockte Gebiet zwischen der Teerstrasse im Bruni und der darüber liegenden Bahnstrecke kartiert.

Ergebnisse Brutvögel

Die Artenzusammensetzung der Brutvögel ist im Hardwald als eher durchschnittlich zu bezeichnen. Der Mittelwald ist noch eher zu jung für Mittelspecht und andere Specharten, wobei Meldungen aus *InfoSpecies* vorliegen, allerdings keine gesicherten Bruten. Relevant ist die Graureiher-Kolonie, die im Rodungsbereich nistet.

Der Schutz der Vögel ist im Jagdgesetz (JSG) geregelt. Laut diesem (Art. 1 JSG) sind die Artenvielfalt und die Lebensräume der einheimischen und ziehenden wildlebenden Säugetiere und Vögel zu erhalten, sowie bedrohte Tierarten zu schützen. Daher wird die gesamte zu rodende Waldfläche als schützenswert eingestuft und ist nach NHG ersatzpflichtig.

Zusammenfassende Beurteilung des Ausgangszustandes

Innerhalb des Projektperimeters (rund 11 ha) ist rund die Hälfte der Fläche versiegelt. Bei den übrigen Flächen handelt es sich zum einen um Buchenwälder unterschiedlicher Ausbildung (2.96 ha) sowie Grünflächen (2.55 ha). Der Wald wird seit rund 15 Jahren als Mittelwald bewirtschaftet, d.h. die Bewirtschaftungsform ist noch relativ jung, es sind unterschiedliche Entwicklungsstufen vorhanden. Bei den Grünflächen handelt es sich fast ausschliesslich um magere Wiesen, die den Halbtrockenrasen bzw. den Fromentalwiesen zuzuordnen sind (Tab. 16).

Lebensraumtyp	Bestehendes ARA-Gelände	Projektperimeter
4.2.4. Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen (inkl. Übergänge u. Mischbestände)	82.8 a (11.4 %)	82.8 a (7.5 %)
4.5.1.2. Typische Fromentalwiese (inkl. Übergänge u. Mischbestände)	87.0 a (12.0 %)	146.2 a (13.3 %)
5.3.3. Mesophiles Gebüsch / Hecke	2.5 a (0.3 %)	2.5 a (0.2 %)
5.3.5. Gebüschreiche Vorwaldgesellschaften	–	9.9 a (0.9 %)
6.2.1 Orchideen-Buchenwald	–	23.3 a (2.1 %)
6.2.3. Waldmeister-Buchenwald	6.4 a (0.9 %)	273.1 a (24.8 %)
4.0.2. Rasenflächen u. Umgebungsgrün	–	6.8 a (0.6 %)
5.1.2. Mesophiler Krautsaum (Zaun-Strasse)	6.8 a (0.9 %)	6.8 a (0.6 %)
9. Bauten und Anlagen	539.9 a (74.4 %)	549.0 a (49.9 %)
Total	725.4 a	1100.4 a

Tab. 16 Bilanzierung Lebensräume

Die Tabelle zeigt die Flächenanteile nach Lebensraumtyp für das heutige ARA-Gelände und das zukünftige ARA-Gelände (Projektperimeter).

Im Hardwald sowie in den mageren Wiesen kommen verschiedene seltene oder geschützte Tier- und Pflanzenarten vor.

Bezüglich der Vernetzung sind keine planlichen Einträge vorhanden. Der Töss und den angrenzenden Flächen kommt jedoch eine lokale Bedeutung als durchgängige

Verbindungsachse zu. Das Gebiet unterliegt aufgrund der Siedlungsnähe, des Anlagebetriebs und der Wege im und entlang dem Wald einer konstanten anthropogenen Störung.

5.15.5 Ersatzbedarf

Gemäss Art. 18 Abs. 1^{bis} NHG sind Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen erforderlich, sofern schutzwürdige Lebensräume tangiert sind. Ist nach Ausschöpfung aller möglichen Massnahmen zur Reduktion der Beeinträchtigungen (Prinzip der Vermeidung) kein Ersatz vor Ort möglich, so sind entsprechende Ersatzmassnahmen an anderer Stelle zu realisieren. Eine Beeinträchtigung von Naturobjekten gilt als angemessen ersetzt, wenn die ökologische Gesamtbilanz in einem regionalen Rahmen wiederhergestellt ist.

Um das Mass der angemessenen Kompensationsmassnahmen nach Art. 18 NHG und Art. 14 NHV zu bestimmen, ist im Rahmen des Verfahrens eine umfassende Beurteilung von Umfang und Qualität aller betroffenen Lebensräume vor und nach dem Eingriff erforderlich. Zu berücksichtigen sind alle betroffenen Lebensräume vor und nach dem Eingriff sowie alle geplanten Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen (Bilanzierung von Ist- und Sollzustand) – in zeitlicher Hinsicht bis die ökologische Funktion wieder gewährleistet ist. Der Ersatzbedarf wird nach der RENAT-Methode [135] bestimmt.

Die Festlegung des Ersatzbedarfes für das beeinträchtigte IANB-Objekt Nr. ZH1286 Bruni wird gutachterlich vorgenommen und wird nicht mit der RENAT-Methode bewertet.

Im Untersuchungsperimeter befinden sich unterschiedliche Lebensräume, die nach Art. 18 NHG als schützenswert gelten.

Nach NHV Art. 14 gelten Biotopie als schützenswert aufgrund:

- a. der insbesondere durch Kennarten charakterisierten Lebensraumtypen nach Anh. 1;
- b. der geschützten Pflanzen- und Tierarten nach Artikel 20;
- c. der nach der Fischereigesetzgebung gefährdeten Fische und Krebse;
- d. der gefährdeten und seltenen Pflanzen- und Tierarten, die in den vom BAFU erlassenen oder anerkannten Roten Listen aufgeführt sind;
- e. weiterer Kriterien, wie Mobilitätsansprüche der Arten oder Vernetzung ihrer Vorkommen.

Gemäss Jagdgesetz (JSG, Art. 1) sind:

- a. die Artenvielfalt und die Lebensräume der einheimischen und ziehenden wildlebenden Säugetiere und Vögel zu erhalten;
- b. bedrohte Tierarten zu schützen

Tab. 17 fasst die schützenswerten Lebensräume gemäss den obigen Kriterien innerhalb des Projektperimeters zusammen, welche bei Beeinträchtigungen ersatzpflichtig sind.

Lebensraumtyp	NHV a	NHV b	NHV d	JSG a
Buchenwälder im Hardholz (6.2.3)	(●)	●	●	●
Halbtrockenrasen (4.2.4)	●	●	●	
Typische Fromentalwiesen (4.5.1.2)		●	●	
Hecken (5.3.3)				●

Tab. 17 Schützenswerte Lebensräume innerhalb des Projektperimeters

Die Nummern in Klammern entsprechen der Kategorisierung nach der Lebensraumtypologie TypoCH.

Zudem wurden auch die indirekten Auswirkungen, die sich durch den Betrieb ergeben, im Umkreis von 100 m beurteilt (Auswirkungssperimeter). Für die meisten benachbarten Lebensräume bzw. deren Fauna ist mit Störungseinflüssen durch den Betrieb der ARA zu rechnen (u.a. Lärm-, Licht- und Luftimmissionen).

Gemäss Berechnung mit der Methode RENAT ergibt sich aus dem Vorhaben ein Ersatzbedarf von 620.0 Wertepunkten (Tab. 18). Die detaillierte Bewertungstabelle befindet sich im **Anhang 15**. Der erforderliche Ersatz wird zum einen durch die Wiederherstellung und Neuanlage der ökologisch wertvollen Wiesen innerhalb des Werkgeländes der ARA sowie der Realisierung der erforderlichen Ersatzmassnahmen im Niderfeld (Kap. 5.15.8 *Ersatzmassnahmen und ökologische Aufwertungen im Niderfeld*) erfüllt.

Beschreibung	Qualitätspunkte (bezogen auf Aren)
Ausgangszustand	802.5
Betriebszustand (inkl. Wiederherstellung u. Neuanlage von 79 a Halbtrockenrasen)	306.2
Direkte Auswirkungen	-496.4
Direkte Auswirkungen	-496.4
Auswirkungen auf Umgebung (v.a. Störungen)	-123.6
Total Ersatzbedarf	-620.0
Ersatzmassnahmen	
288 a Buchenwald im Niderfeld mit sonnigem, gestuftem Waldrand	207.9
45 a arten- u. strukturreiche Hecken im Niderfeld	44.1
52 a Alleen entlang Wegen im Niderfeld	51.9
7 a Halbtrockenrasen und 224 a Fromentalwiesen in ARA und im Niderfeld	317.8
Total Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen	621.7

Tab. 18 Ersatzbedarf und Wiederherstellung bzw. Ersatz in Wertepunkten nach RENAT

5.15.6 Bauphase

Die nachstehenden Ausführungen fassen die Empfehlungen von Mario Lippuner, Regionalvertretung KARCH Kanton Zürich, zusammen. Die vollständigen Erläuterungen finden sich in **Anhang 8**.

Im Amphibienlaichgebiet IANB ZH 1286 Bruni kommen aktuell der Bergmolch (*Icthyosaura alpestris*), der Fadenmolch (*Lissotriton helveticus*), die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), die Erdkröte (*Bufo bufo*), der Teichfrosch/Kleine Wasserfrosch (*Pelophylax esculentus*/P. *lessonae* bzw. P. *bergeri*) und der Grasfrosch (*Rana temporaria*) vor (Tab. 15). Potenziell wären zusätzliche Vorkommen von Kammolch (*Triturus cristatus*), Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) und Laubfrosch (*Hyla arborea*) möglich. Diese Arten kommen in umliegenden Laichgebieten vor (IANB ZH 1015 Weiertal, IANB ZH 1004 Totentäli und allenfalls in dem Gebiet Berenbergschlössli).

Ersatzmassnahmen im nahen Umfeld bzw. direkt angrenzend an das bestehende Amphibienobjekt Richtung Norden oder Westen kommen aufgrund der geplanten Revitalisierungsmassnahmen an der Töss und den Eigentumsverhältnissen nicht in Frage. Aufgrund der sehr begrenzten Platzverhältnisse am Böschungsfuss ist eine Ausweitung des Objektes nach Osten bis in die flachen Bereiche des Hardwaldes vorgesehen. Zwischen der Strasse Im Bruni und der steilen Böschungen gegen die Bahnlinie können nur kleinflächige Lösungen realisiert werden. Solche Kleinstgewässer leisten erfahrungsgemäss langfristig keinen grossen Beitrag an den Erhalt von grösseren und stabilen Populationsreserven. Der Erhalt und die Förderung von entsprechenden Populationsreserven sind eines der Ziele der Verordnung über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebiete Verordnung AlgV).

Geeignete Flächen, die einen fundamentalen Beitrag zur Stützung der Amphibienbestände im Amphibienlaichgebiet Bruni beitragen und Source-Populationen ermöglichen könnten, sind im Osten des Standortes vorhanden (Abb. 20). Hier sind bereits Senken vorhanden und Wasserflächen mit einer vergleichsweise grossen Gesamtfläche von rund 2'000 – 3'000 m² sind hier möglich. Zusammen mit den kleineren Gewässern (rund 800 m²) entlang des gesamten Hangfusses, die vor allem eine wichtige Grundlage für eine funktionelle Vernetzung (=Trittsteine) darstellen, bedeutet dies eine erhebliche Aufwertung des Amphibienlaichgebietes Bruni. Zudem wird damit die ökologische Anbindung an die umliegenden Amphibienlaichgebiete IANB ZH 1015 Weiherthal, IANB ZH 1004 Totentäli und Berenbergschlössli verbessert.

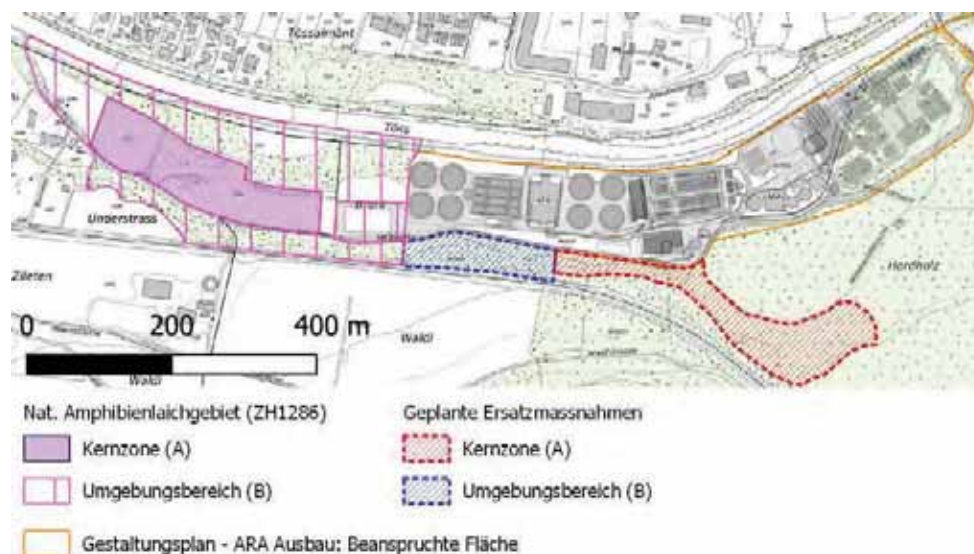


Abb. 20 Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung (ZH1286) und Ersatzmassnahmen für die Erweiterung West

Nach Einschätzung von Mario Lippuner braucht es kein Amphibienleitsystem zwischen dem bestehenden Amphibienprojekt Bruni und dem neuen Kerngebiet im Hardholz. Die Strasse im Bruni ist eine Zubringerstrasse und wird fast ausschliesslich von Langsamverkehr genutzt.

Wichtig ist, dass die Gewässer möglichst vielfältig ausgestaltet werden, was die Permanenz, die Grösse und die Beschattung bzw. Besonnung anbelangt. Einige Arten setzen sich nur in jenen Gewässern durch, die nicht von anderen konkurrenzstärkeren Amphibienarten besetzt sind und in denen die Abundanz an Prädatoren gering ist. In gelegentlich austrocknenden Gewässern sind die konkurrenzstarken Arten in der Regel weniger erfolgreich und die relevanten Prädatoren können sich weniger durchsetzen. Die Vermeidung von Konkurrenz kann auch aufgrund einer grossen Menge an Gewässern auf engem Raum oder aufgrund der Beschattung erfolgen. Von den skizzierten Massnahmen profitieren alle im IANB Bruni vorkommenden Amphibienarten.

Da das Vorhaben ein Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung betrifft, sind alle baulichen Eingriffe für den Bau der Anlage und der Ersatzmassnahmen mit der Fachstelle Naturschutz abzusprechen und von einer ausgewiesenen Fachperson zu begleiten. Insbesondere die Tiefe und Anordnung der Kleingewässer und die Art der Abdichtung ist im Rahmen eines Ausführungsprojektes festzulegen und wird der Fachstelle Naturschutz vorgelegt.

Kommunales Naturschutzobjekt
Bruni-Wiese

Das kommunale Naturschutzobjekt Bruni-Wiese deckt sich mit dem Umgebungsschutzbereich B des nationalen Amphibienschutzgebietes. Gemäss aktuellem Projektstand betrifft die EMV-Anlage die Teilflächen B und C der Bruni-Wiese.

Die Teilflächen B und C wurden in den bisherigen Aufnahmen im Vergleich zur Teilfläche A als ökologisch weniger wertvoll klassifiziert (Abb. 19). Der betroffene Bereich der Trockenwiese (TR 15.01) des kommunalen Natur- und Landschaftsschutzinventars wird im Rahmen der Landschaftsaufwertung Niederfeld kompensiert, wobei der wertvollste Bereich des Objekts (Bereich A) durch das Vorhaben nicht betroffen ist.

Spitzorchis

Die Population der Spitzorchis (*Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich.), die durch das Bauvorhaben tangiert wird, wird umgesiedelt. Um sicherzustellen, dass diese Umsiedlung dazu führt, dass sich die Orchideen am neuen Ort etablieren können, ist in Absprache mit entsprechenden Fachpersonen ein Konzept zu erstellen und die Umsetzung ist von einer Fachperson zu begleiten.

Erweiterungsfläche Hardholz

Aus der für die Realisierung der Grossprojekte Mitte und Ost notwendigen Rodung von 28'759 m², leiten sich nebst des Realersatzes der Waldfläche weitere Ersatzmassnahmen ab. Die Rodung tangiert schützenswerte Lebensräume nach Art. 18 Abs. 1^{bis} NHG. Es sind Ersatzmassnahmen nach Art. 18 Abs. 1^{ter} NHG zu leisten. Die schützenswerten Lebensräume ergeben sich aus Art. 14 Abs. 3 NHV. Es wird klar unterschieden zwischen Rodungersatz nach Art. 7 WaG und Ersatzmassnahmen für Beeinträchtigungen schutzwürdiger Lebensräume gemäss Art. 18 Abs. 1^{ter} NHG.

Im Hardwald hat eine Graureiherkolonie ihre Nistplätze. Es ist sicherzustellen, dass die Kolonie umgesiedelt wird, bevor mit den Rodungsarbeiten begonnen wird. In Absprache mit entsprechenden Fachpersonen ist ein zielführendes Konzept zu erstellen.

Werkgelände ARA

Gemäss Angaben der Bauherrschaft ist davon auszugehen, dass während der Bauphase, die sich über mehrere Jahre erstrecken wird, fast alle ökologisch wertvollen Grünflächen innerhalb der ARA temporär als Bauflächen für unterirdische Leitungen, Installationsflächen und Baupisten beansprucht werden. Im Detail sind die Beanspruchungen noch nicht bekannt. Die Beeinträchtigungen sind auf das notwendige Minimum zu beschränken und nicht benötigte Flächen während der Bauphase klar abzuschränken.

Sind Orchideenstandorte betroffen, sind die Pflanzen rechtzeitig analog dem Vorgehen für die Bruni-Wiese an geeignete Orte umzusiedeln. Nach Abschluss der Bauarbeiten sind die Grünflächen baldmöglichst als ökologisch wertvolle Halbtrockenrasen wieder herzustellen.

Für die Bewertung wurde davon ausgegangen, dass alle diese Flächen (TF6, 9 und 16) vollständig wiederherzustellen sind. Nach Bewertung nach RENAT kann der ökologische Verlust der temporär beanspruchten Flächen mit der Wiederherstellung nicht restlos kompensiert werden. Der verbleibende Ersatz ist in der Bilanzierung eingerechnet und wird mit den Ersatzmassnahmen kompensiert.

Ökologisch wertvolle Flächen innerhalb des Werkgeländes

Die Fachstelle Naturschutz verlangt, dass innerhalb des Gestaltungsplanperimeters von rund 11 ha mind. 15 % der Flächen als ökologisch wertvolle Lebensräume ausgeschieden und entsprechend erhalten und bewirtschaftet werden. Die extensive Dachbegrünung wird als ökologisch wertvolle Fläche angerechnet, jedoch nicht als Ersatzmassnahme. Mit der Umsetzung der geplanten Flächen ist die Anforderung der Fachstelle erfüllt. Die ökologisch wertvollen Flächen sind Tab. 19 zu entnehmen.

Lebensraumtyp	Fläche	Anteil an Gesamtfläche
	[a]	[%]
4.2.4.-Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen u. ä.	142.7	13
4.1.1.*4.2.4.-Wärmeliebende Pionierflur Übergang Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen (Flachdach)	33.0	3
6.2.3.-Waldmeister-Buchenwald (Reststücke innerhalb ARA-Projektperimeter)	20.6	2
Total	196.3	18

Tab. 19 Ökologisch wertvolle Flächen innerhalb ARA-Projektperimeter

Ersatzmassnahmen

Die sich ergebenden Ersatzmassnahmen für den Verlust der Lebensräume im Bereich der Bruni-Wiese, im Gelände der ARA und des Hardholzes werden teilweise auf dem Gelände der ARA wiederhergestellt bzw. neu angelegt und im Rahmen der Landschaftaufwertung Niderfeld umgesetzt (vgl. Kap.5.15.8 *Ersatzmassnahmen und ökologische Aufwertungen im Niderfeld*).

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
FF-1	Die wertvollen Flächen innerhalb der ARA, die nicht beansprucht werden, werden während der Bauphase mit festen Abschränkungen vor Beeinträchtigungen (Befahren, Materialablagerung) geschützt; gleiches gilt für das im Westen angrenzende Schutzgebiet und den Hardwald im Südosten.
FF-2	Die notwendigen Installationsflächen und Baupisten, welche schützenswerte Lebensräume tangieren, werden auf das absolut notwendige Minimum beschränkt.
FF-3	Nach Abschluss der Arbeiten werden die beanspruchten Grünflächen wiederhergestellt: _ mageres, trockenes Substrat (bspw. ungewaschener Wandkies) _ keine Humusierung _ fachgerechte Begrünung: Schnittgutübertragung mit Ergänzung ausgewählter regionaler Arten oder qualitativ hochwertige Ansaat mit Saatgut aus der Region. _ In den ersten 2-3 Jahren nach der Anlage sind regelmässige Kontrollen hinsichtlich des Aufkommens von Neophyten, Gehölzen und weiteren unerwünschten Arten durchzuführen und im Bedarfsfall zu bekämpfen. _ Die Wiesen werden extensiv bewirtschaftet: keine Düngung, keine Pflanzenschutzmittel, 1-2 Schnitte, erster Schnitt ab 1. oder 15. Juli; auf eine intensive Schafbeweidung ist zu verzichten. _ Ausgerichtet auf die Zielarten (u.a. Zauneidechse und Ringelnatter) werden Kleinstrukturen angelegt.
FF-4	Bei der Ausführung (Rodungen und Bauarbeiten) werden die jeweiligen Schonzeiten berücksichtigt resp. eingehalten: _ Rodungen (Wald, Hecken): ausserhalb der Brut- und Setzzeiten im Winterhalbjahr bis spätestens Ende Februar. _ Bauarbeiten im Westen (Bereich IANB): vor Aufnahme der Bauarbeiten werden die Amphibien mit Leitplanken zur Lenkung und Sammeltöpfen eingesammelt und umgesiedelt. Zudem wird die Baustelle mit bodenebenen Abschränkungen von der Bruni-Wiese abgetrennt.
FF-5	Fledermausschutz: Abriss und/oder Sanierung der Gebäude nur im Winterhalbjahr während der Abwesenheit der Fledermäuse und bei den Quartierstandorten mit Begleitung durch eine Fachperson.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-FF-1	Für den Eingriff im Bereich B des Amphibienlaichgebietes IANB ZH1286 ist entsprechender Ersatz erforderlich. Es wird eine Erweiterung gegen Osten erfolgen. Mit der Anlage von ausreichend grossen Laichgewässern ausgerichtet auf die vorkommenden Arten im «Bruni» wird ein neues Kerngebiet geschaffen (Bereich A). Entlang des Hanges zwischen Brunistrasse und Bahnlinie wird der Bereich B erweitert und mit Trittsteinbiotopen ausgestattet. Die benötigte Fläche ist im Eigentum der Stadt Winterthur und steht für die erforderlichen Massnahmen zur Verfügung. Im Rahmen des Ausführungsprojektes sind insbesondere die genaue Lage, die Tiefe sowie die Art der Abdichtung zu klären. Für das Ausführungsprojekt wird eine ausgewiesene Amphibienfachperson beigezogen. Die Bearbeitung erfolgt in Absprache mit der Fachstelle Naturschutz.
Pf-FF-2	Aufgrund der räumlichen Nähe bzw. Betroffenheit des Amphibienlaichgebietes, sind sämtliche baulichen Eingriffe für den Bau der Anlage und der Ersatzmassnahmen mit der Fachstelle Naturschutz abzusprechen. Es wird auf eine amphibienfreundliche Gestaltung des Bauprojekts hingewiesen. Insbesondere sollen keine Fallen für Amphibien (Ausstiegshilfen vorsehen) entstehen. Für die weitere Planung und Umsetzung wird eine ausgewiesene Amphibienfachperson beigezogen.
Pf-FF-3	Zur Erhaltung des Bestands der Spitzorchis auf der Bruni-Wiese, werden die vorhandenen Individuen auf den Teilflächen B und C umgesiedelt. Gleiches gilt für die Vorkommen von Spitzorchis und Bienen-Ragwurz im Werkgelände der ARA, falls die entsprechenden Flächen vom Ausbauvorhaben betroffen sind. Um den Erfolg der Etablierung am neuen Standort zu optimieren, ist in Absprache mit entsprechenden Fachpersonen ein Konzept zur Umsiedlung zu erstellen. Im Konzept ist der Zeitpunkt, die Art des Vorgehens und der Zielort zu definieren.

Nr.	Beschreibung
Pf-FF-4	Die Graureiherpopulation soll durch gezielte Holzereiarbeiten, unter anderem der Fällung von einzelnen Horstbäumen ausserhalb der Brutzeit, über mehrere Jahre aus dem zu rodenden Gebiet in den südlich angrenzenden Wald getrieben werden, der bestehen bleibt. Die bisherigen Beobachtungen haben gezeigt, dass die Graureiher vorzugsweise auf Föhren nisten. Passende grosse Föhren sind im südlicheren Waldbereich ebenfalls vorhanden. Durch die jährlichen Arbeiten soll ein allmählicher Umzug der Graureiher gefördert werden, ohne dass die Tiere das Gebiet ganz verlassen oder in ihrem Brutgeschäft gestört werden. Alternative Strategien wurden ebenfalls geprüft, unter anderem mit der Schweizerischen Vogelwarte Sempach, jedoch ohne Ergebnis. Allgemein gibt es in der Schweiz kaum Erfahrungen mit der Umsiedlung von Reiher, aus Deutschland sind aber einige erfolgreiche Umsiedlungen bekannt. Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen empfiehlt zum Beispiel die schonende Umsiedlung durch Fällung von 10-20 % des Holzvorrats pro Jahr über 5-10 Jahre, in Kombination mit Kunsthorsten am Ausweichstandort um dessen Attraktivität zu erhöhen. Die Arbeiten im Hardholz beginnen nach Inkrafttreten des Gestaltungsplan mit den Fällungen von einigen wenigen Bäumen am Rand des Koloniebereichs. In der folgenden Brutsaison wird das Verhalten der Graureiher beobachtet. Je nachdem, wie die Reiher reagieren, werden weitere Begleitmassnahmen geprüft.
Pf-FF-5	In Absprache mit der Fachstelle Naturschutz werden Zielarten für die neu anzulegenden Ersatzlebensräume definiert.
Pf-FF-6	Aufgrund der Etappierung des Ausbauvorhabens wird ein verbindlicher Zeitplan für die Umsetzung der Aufwertungs- und Ersatzmassnahmen sowie erforderliche Schutzmassnahmen (bspw. Fledermäuse und Graureiherkolonie) erarbeitet.
Pf-FF-7	Fledermausschutz: Schaffung von geeigneten Ersatzquartieren für zwei grosse Wochenstuben an den Neubauten* mit Beratung durch eine Fachperson. * Da bisherige Ersatzquartiere an den Faultürmen nicht als Wochenstuben genutzt wurden, sollten thermisch günstigeren Ersatzquartiere geschaffen werden: zugängliche Metall-Abdeckungen von Dachabschlüssen, Schaffung von Ersatzquartieren, die sich im Sommer durch Sonnenbestrahlung aufwärmen.
Pf-FF-8	Fledermausschutz: Es wird ein zusätzliches Quartierangebot an besonnter Stelle in benachbarten Waldflächen (bei Hinweisen auf Paarungsquartiere im Herbst: auch Schaffung von Ersatzquartieren, die als Paarungsquartiere im Wald geeignet sind) vorgesehen.
Pf-FF-9	Die Umsetzung der Ersatzlebensräume innerhalb der ARA und im Niederfeld erfolgt etappenweise gemäss dem landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP): _ 288 a Buchenwald im Niederfeld mit sonnigem, gestuftem Waldrand _ 45 a arten- u. strukturreiche Hecken im Niederfeld _ 52 a Alleen entlang Wegen im Niederfeld _ 45 a Halbtrockenrasen in der ARA und 7 a im Niederfeld (Rückbau Weg) _ 224 a Fromentalwiesen im Niederfeld Substrat: _ Halbtrockenrasen: nährstoffarmes, trockenes Substrat (bspw. Wandkies), allfälliger Ober- und Unterboden wird entfernt und sachgerecht verwertet _ Fromentalwiesen: keine Bodenaustausch, Umbruch Begrünung: _ Direktbegrünung der Wiesen von geeigneten Spenderflächen aus der Umgebung ergänzt mit wertbestimmenden, spezifisch gesammelten Arten _ Pflanzungen (Wald, Bäume, Hecken): regionaltypische Arten gemäss Aufforstungskonzept Kleinstrukturen: An geeigneter Lage werden eine noch zu bestimmende Anzahl an Kleinstrukturen (Holzhaufen, -beigen, Steinhaufen, Gebüschgruppen) ausgerichtet auf die Zielarten angelegt. Die artspezifischen Ansprüche sind bei der konkreten Ausführungsplanung zu berücksichtigen: _ Waldrand strukturell vielfältig und unbeleuchtet gestalten (Fledermäuse, Nachtfalter, Reptilien, Tagfalter u.a.) _ Neben Eichen auch Ulmen fördern und erhalten (Nachtfalter) _ Lichter Wald mit Weichhölzer an eher feuchten Standorten (Nachtfalter)

Nr.	Beschreibung
Pf-FF-10	Auf dem Betriebsgelände der ARA werden 15 % ökologisch hochwertig gestaltete Grünflächen erhalten und auch bei künftigen Ausbauprojekten nicht beeinträchtigt.
Pf-FF-11	Die Ersatzflächen im Niederfeld sowie das Gebiet der Ersatzmassnahmen für das Amphibienlaichgebiet von nat. Bedeutung werden nach deren Realisierung von der Stadt Winterthur ins kommunale Natur- und Landschaftsschutzinventar aufgenommen und langfristig der Erlass einer entsprechenden Schutzverfügung angestrebt.
Pf-FF-12	Der Hardwald wird unter Berücksichtigung der folgenden Eigenschaften geplant u. bewirtschaftet: – Lichter Wald mit Weichhölzer an eher feuchten Standorten (Nachtfalter) – Artenreiche Krautschicht mit grasigen Bereichen fördern (Nachtfalter) – Totholzanteil im zur Rodung angrenzenden bewirtschafteten Mittelwald beibehalten bzw. erhöhen. Stehendes (auch geringe Durchmesser) u. liegendes Totholz belassen (xylobionte Käfer)
Pf-FF-13	Dachbegrünung und PV-Anlage: Bei der Dachbegrünung, die mit einer PV-Anlage kombiniert wird, sind die Grundsätze für Dachbegrünungen und Solaranlagen zu berücksichtigen [131]. Die PV-Anlage muss auf Ständern gebaut werden. Der Substrataufbau hat nach den Grundsätzen für extensive Dachbegrünungen, die Begrünung hat mit regionalem Saatgut aus der Umgebung zu erfolgen. Für die Planung und die Ausführung sind entsprechende Spezialisten beizuziehen.
Pf-FF-14	Bei transparenter oder spiegelnder Verglasung grösserer Flächen (Gebäude, Fenster, Brüstungen, Unterstände etc.) sind Massnahmen gegen Vogelkollisionen gemäss dem Leitfaden «Vogelfreundliches Bauen mit Glas und Licht» der Schweizerischen Vogelwarte vorzusehen.
Pf-FF-15	Bei den Neubauten sind Tierfallen zu vermeiden bzw. zu sichern (Licht-/Lüftungsschächte, Kellerabgänge, Kamine etc.)

5.15.7 Betriebsphase

Der Betrieb der EMV-Anlage auf den Teilflächen B und C der Bruni-Wiese führt nach Einschätzung des Amphibien-Spezialisten zu keiner Barrierewirkung und Einschränkung des angrenzenden Lebensraums (Amphibienobjekt von nationaler Bedeutung).

Durch den Ausbau der ARA Hard werden knapp 4 ha Grünland resp. Wald dauerhaft beansprucht (versiegelt). Seitens der Behörden wird verlangt, dass innerhalb der ARA nach Ausbau 15 % der Fläche als ökologisch wertvolle Ausgleichsflächen vorhanden sind. Diese Flächen werden ausgewiesen und künftig sachgerecht bewirtschaftet (**Anhang 16**; TF 6, 9, 18, 27, 30 und 104). Gemäss den Vorgaben der Bauherrschaft gelten alle übrigen Flächen als «Betriebsflächen» und weisen theoretisch keinen ökologischen Wert auf. Bei der Bewertung des Ersatzbedarfs wurde dies entsprechend berücksichtigt. Allerdings entbindet dies die Bauherrschaft nicht, bei allfälligen weiteren Ausbauprojekten die Situation aus ökologischer Sicht neu zu beurteilen und die gesetzlichen Bestimmungen nach NHG zu erfüllen.

Die Störungen, die sich aus der Erweiterung der ARA und der Verlegung der Strasse ergeben, sind bei der Bewertung berücksichtigt (indirekte Auswirkungen im Umkreis von 100 m). Die Beeinträchtigungen werden im Rahmen der Ersatzmassnahmen kompensiert (Tab. 18).

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-FF-16	Sachgerechter Unterhalt und Pflege der Ersatzflächen gemäss Pflegeplan und Vereinbarungen mit den Bewirtschaftenden und Förstern (Wald).

Nr.	Beschreibung
Pf-FF-17	Reduzierte Aussenbeleuchtung der Gebäude und auf dem Betriebsgelände während der Nachtstunden (Bewegungssensoren, Blenden, Zeitschalter, o.Ä.) gemäss der Vollzugshilfe <i>Vermeidung von Lichtemissionen</i> des BAFU (2021), soweit aufgrund der betrieblichen Abläufe (Personensicherheit) möglich.
Pf-FF-18	Es wird eine Erfolgskontrolle bestehend aus Umsetzungs- und Wirkungskontrolle durchgeführt. Ein entsprechendes Konzept ist der Fachstelle Naturschutz vor der Baufreigabe vorzulegen. Anmerkung: In der Regel werden Wirkungskontrollen mind. bis 10 Jahre nach Umsetzung der Ersatzmassnahme durchgeführt. Aufgrund der Etappierung ist im Rahmen der Konzeption in Absprache mit der Fachstelle Naturschutz der zeitliche Rahmen zu definieren

5.15.8 Ersatzmassnahmen und ökologische Aufwertungen im Niderfeld

Der gemäss NHG erforderliche ökologische Ersatz kann mit Ausnahme der Ersatz- und Aufwertungsmassnahmen rund um das Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung nicht vor Ort erbracht werden (Tab. 20). Die Ersatzmassnahmen sowie die Ersatzaufforstung werden in der südöstlich angrenzenden Landschaftskammer Niderfeld realisiert (Abb. 21 und Karte Betriebszustand im **Anhang 16**).

	Ausgangszustand (A)			Betriebszustand (B)			Differenz (B-A)	
	Fläche (a)	QP / a	Anteil in [%]	Fläche (a)	QP / a	Anteil in [%]	Fläche (a)	QP / a
Projektperimeter								
Grünflächen (inkl. Wiederherstellung u. Ersatzflächen)	254.9	382.6	23.2	142.7	282.0	13.0	-112.3	-100.6
Wald	296.4	419.9	26.9	20.6	24.2	2.0	-284.9	-395.7
Bauten u. versiegelte Flächen (inkl. "neue" ökologisch wertlose Umgebungsflächen)	549.0	0.0	49.9	937.5	0.0	85.0	397.6	0.0
Total	1100.4	802.5		1100.8	306.2		0.4*	-496.4
Auswirkungsperimeter								-123.6
Total								-620.0
Ersatzflächen Niderfeld								
Wald (Ersatzaufforstung)				287.9				207.9
Hecken				44.7				44.1
Alleen				52.1				51.9
Wiesen (Halbtrockenrasen u. Fromentalwiesen)				230.8				317.8
Total				615.5				621.7

Tab. 20 Bilanzierung

Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen auf dem ARA-Gelände und im Niderfeld nach Fläche (in Aren) und nach Qualitätspunkten nach RENAT (QP / a).

* Rundungsdifferenz

Ökologisches Aufwertungsprojekt
Niderfeld

Der unmittelbar an den Siedlungsrand anknüpfende grüne Saum rund um die Stadt ist ein Alleinstellungsmerkmal von Winterthur. Dieser *Stadttrandpark* ist Winterthurs grüner Rahmen. Die Entwicklung des durchgehenden Stadttrandparks zu einem Naherholungs-, Natur- und Erlebnisraum ist ein Schlüsselement der städtischen Freiraumplanung. Der Stadttrandpark zeichnet sich u. a. durch vielfältige, schöne und ökologisch

wertvolle Natur- und Landschaftsräume aus. Dabei sollen Landwirtschaftsflächen im Stadtrandpark aktiv gestaltet, ökologisch aufgewertet und nachhaltig bewirtschaftet werden. Damit können die Artenvielfalt der Pflanzen- und Tierwelt gesteigert und neue Naherholungsräume geschaffen werden.

Aktuell wird das Niederfeld vorwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzt. Mehrheitlich handelt es sich um Fruchtfolgeflächen. Ökologisch wertvolle bzw. naturnahe Flächen beschränken sich auf wenige Restflächen. Der Niederfeldbach wurde 2021 von der Stadt Winterthur revitalisiert. Rund 60 % der Fläche im Aufwertungsperimeter Niederfeld ist im Eigentum der Stadt Winterthur.

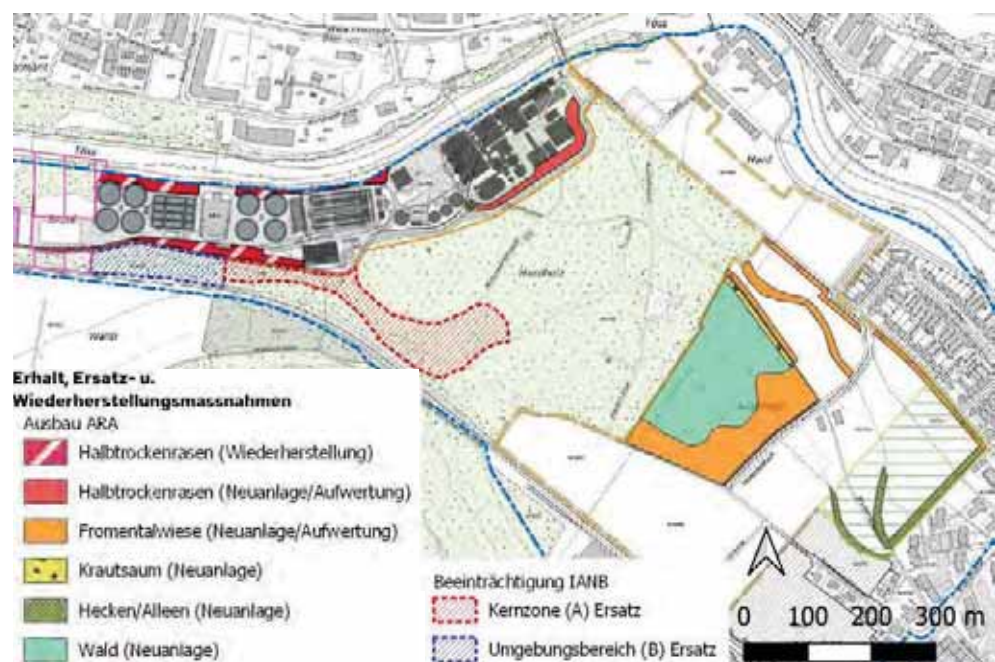


Abb. 21 Ökologischer Ersatz

Wiederstellungs- und Ersatzmassnahmen im Rahmen des Ausbauvorhabens ARA Hard.

Das ökologische Aufwertungsprojekt Niederfeld liegt vor (Abb. 22). Die Umsetzung wird voraussichtlich in Etappen in Abstimmung mit den Ausbautappen der ARA erfolgen. Bei einem Teil der neu anzulegenden ökologisch wertvollen Flächen handelt es sich um Ersatzmassnahmen, die sich aus den Beanspruchungen des ARA-Ausbaus ergeben. Mit der Anlage des neuen Waldes wird zum einen der Ersatzpflicht nach dem Waldgesetz nachgekommen und zum anderen ist es auch eine ökologische Ersatzmassnahme nach NHG. Die Waldränder weisen lange Übergangslinien zum angrenzenden Grünland auf und es wird ein gestufter Waldrand angelegt. Hinsichtlich der Baumartenwahl wird die Eiche bevorzugt, so dass sich mittel- bis langfristig ein ökologisch wertvoller Wald entwickelt. Bewirtschaftet wird der Wald wie das übrige Hardholz als Mittelwald. Die formulierten Ansprüche und Empfehlungen, die sich aus den untersuchten Tiergruppen im Wald ergeben haben, werden im Zuge der Ausführungsplanung berücksichtigt.

Rechnerisch ist der ökologische «Verlust» aufgrund der Bilanzierung nach RENAT mit dem neuen Waldstück von 2.8 ha nicht gegeben (Tab. 20). Grundsätzlich sollen ersatzpflichtige Lebensräume mit gleichartigen Lebensräumen ersetzt werden. Bei

Poollösungen kann von diesem Prinzip – falls sinnvoll und erforderlich – auch abgewichen werden können [132]. Im vorliegenden Fall ist ein zusätzlicher Verlust von Fruchtfolgeflächen kaum zu realisieren und unverantwortlich. Um die ökologische Bilanz dennoch auszugleichen, werden entlang der Hardgutstrasse Alleen, die im Aufwertungskonzept geplant sind, ebenfalls als ökologische Ersatzmassnahmen realisiert; zudem die Verlängerung der bestehenden Hecke Richtung Osten und die Neupflanzung von Hecken entlang der Siedlungsränder in der Freihaltezone. Damit kann die Bilanz ausgeglichen werden und der bewertete ökologische Verlust der Waldflächen wird mit «holzigen» Lebensräumen ersetzt.

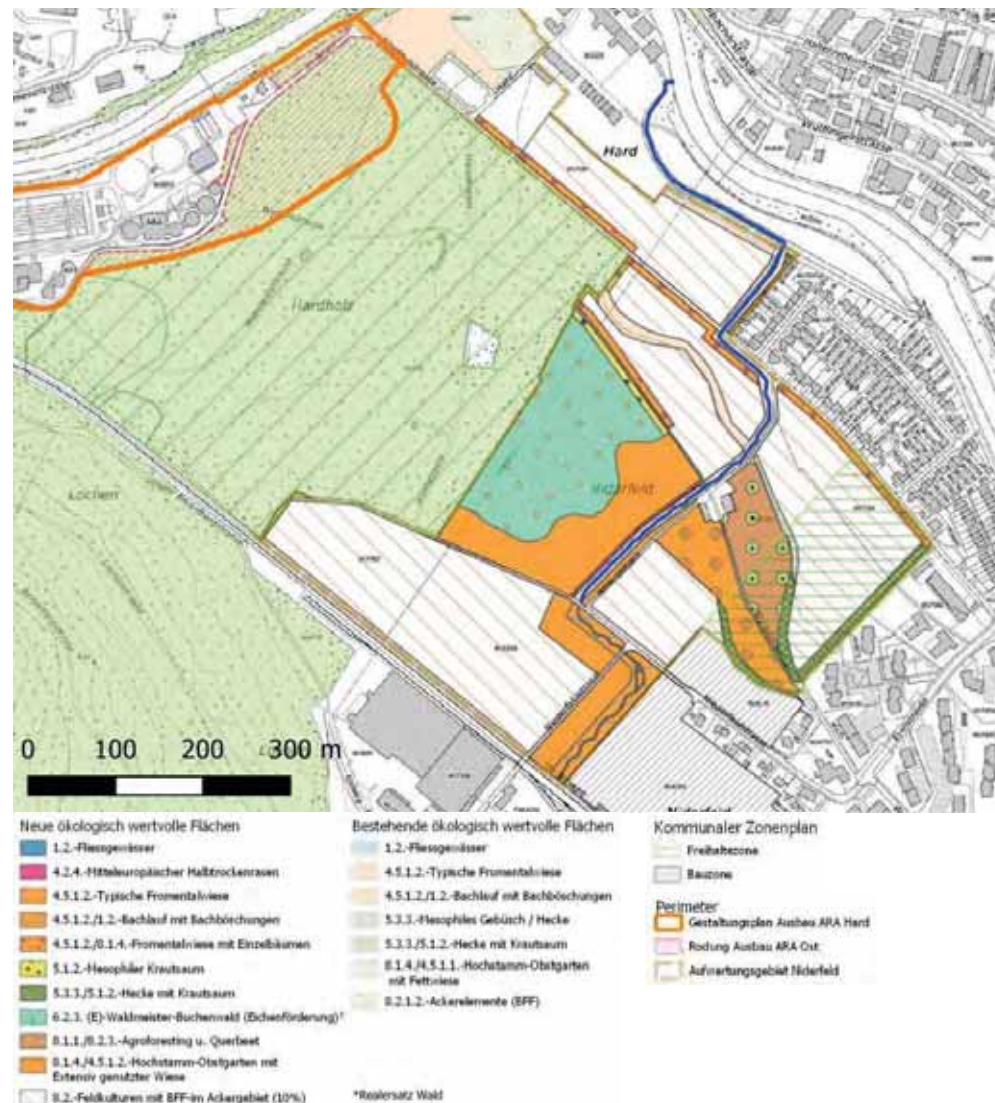


Abb. 22 Aufwertungsprojekt Niderfeld (Ersatzmassnahmen und ökologische Aufwertung)

Für den Verlust der im kommunalen Inventar der Stadt Winterthur aufgeführten Bruni-Wiese sowie weiterer schützenswerter Wiesenflächen, die innerhalb der ARA beansprucht werden, werden folgende Ersatzmassnahmen im Niderfeld umgesetzt:

- angrenzend an die Aufforstungsfläche wird eine artenreichen Fromentalwiese mittels Umbruch, Direktbegrünung und Aussaat spezifischer Arten angelegt (inkl. Anlage von Kleintierstrukturen).

- _ Der Weg parallel zum Niederfeldbach wird auf die Ostseite verlegt und ein Halbtrockenrasen auf dem aufgehobenen Wegtrasse angelegt.
- _ Zwei bestehende Wiesenbord werden ökologisch aufgewertet.

Die weiteren im Niderfeld geplanten ökologischen Aufwertungen stehen in keinem direkten Zusammenhang mit der Erweiterung der ARA Hard. Es werden im Rahmen der ökologischen Aufwertung Niderfeld weitere ökologisch wertvolle Flächen angelegt: Ausdolung des Niederfeldbaches im Oberlauf, grosszügige artenreiche Fromentalwiesen und Gehölzstrukturen im Umfeld, Anlage eines Hochstamm-Obstgarten sowie ein gemeinschaftlich zu nutzender Gemüsegarten («Queerbeet») in Kombination mit Agroforresting. Darüber hinaus sollen die Landwirte animiert werden auf den verbleibenden intensiv nutzbaren Fruchtfolgeflächen Acker-BFF im Umfang von ca. 10 % anzulegen.

Kommunales Natur- und Landschaftsschutzinventar

Zur langfristigen Sicherung der Ersatzmassnahmen (wie neues Gebiet für Amphibien, Fromentalwiese, Hecken) wird die Stadt Winterthur die neu geschaffenen Lebensräume in das kommunale Natur- und Landschaftsschutzinventar übernehmen. Langfristig wird der Erlass einer entsprechenden Schutzverfügung angestrebt.

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
FF-6	Angrenzend an die Aufforstungsfläche wird eine artenreichen Fromentalwiese mittels Umbruch, Direktbegrünung und Aussaat spezifischer Arten angelegt (inkl. Anlage von Kleintierstrukturen).
FF-7	Der Weg parallel zum Niederfeldbach wird auf die Ostseite verlegt und ein Halbtrockenrasen auf dem aufgehobenen Wegtrasse angelegt.
FF-8	Zwei bestehende Wiesenbord werden ökologisch aufgewertet.

5.15.9 Beurteilung

Im Projektperimeter befinden sich unterschiedliche Lebensräume, die nach Art. 18 NHG bzw. Art. 14 NHV als schützenswert gelten. Für die beanspruchten schützenswerten Flächen ist gemäss Art. 18 NHG angemessener Ersatz erforderlich. Zudem ergeben sich im Umfeld der ARA-Erweiterung durch Störungen indirekte negative Auswirkungen auf schützenswerte Lebensräume, die im Rahmen der Ersatzmassnahmen zu kompensieren sind.

Der Ersatzbedarf für die Beeinträchtigung des Umgebungsbereich des IANB (ZH1286) wurde gutachterlich festgelegt. Mit der zeitnahen Umsetzung der geplanten Aufwertungsmassnahmen (Neuanlage diverser Kleingewässer als Laichgewässer und Trittsteine) ist der Ersatzbedarf erfüllt.

Der Ersatzbedarf für die anderen direkten und indirekten Auswirkungen wurde nach RENAT bestimmt und beträgt 620 Qualitätspunkte. Mit der Neuanlage von 288 a Buchenwald im Niderfeld sowie der Neuanlage von Baum-Alleen (52 a) und Hecken (45 a) ist der qualitative Ersatz für den Verlust der Waldfläche gegeben. Der temporäre (Bauphase) und dauerhafte Verlust der schützenswerten Wiesen (Werkgelände der ARA und Bruni-Wiese) wird durch die Wiederherstellung bzw. Neuanlage von wertvollen Halbtrockenrasen (130 a) innerhalb der ARA bzw. im Niderfeld sowie einer grossen artenreichen Fromentalwiesen (224 a) im Niderfeld ausgeglichen. Die Ausführung der

erforderlichen Ersatzmassnahmen erfolgt gemäss den in der landschaftspflegerischen Begleitplanung formulierten Anforderungen. Ein Pflegeplan der Ersatzmassnahmen liegt dem Bericht als **Anhang 17** bei.

Mit der Realisierung der genannten Aufwertungsmassnahmen wird dem gesetzlich geforderten Ersatz Rechnung getragen. Das Vorhaben wird folglich für den Bereich Flora, Fauna, Lebensräume als umweltverträglich eingestuft.

5.16 Landschaft

5.16.1 Grundlagen

[137] GIS-ZH. Layer: Kantonales Inventar der Landschaftsschutzobjekte.

<https://maps.zh.ch/s/umpkelw5> [Zugriff: 18. Oktober 2023]

[138] Stadtplan Winterthur. Layer: Natur- und Landschaftsschutzinventar. <https://stadtplan.winterthur.ch/s/ukae20da> [Zugriff: 18. Oktober 2023]

5.16.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Die Abklärungen konnten im Rahmen der UVB-Voruntersuchung abgeschlossen werden.

5.16.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Die Behörden haben für den Bereich «Landschaft» keine Anträge gestellt.

5.16.4 Ist- und Ausgangszustand

Kant. Landschaftsschutzinventar

Im kantonalen Inventar der Landschaftsschutzobjekte von überkommunaler Bedeutung sind keine Objekte innerhalb und angrenzend an den Projektperimeter ausgewiesen.

Kommunales Natur- und Landschaftsschutzinventar

Das Teilprojekt West betrifft ein kommunales Naturschutzobjekt (TR 15.01) in der Form eines Trockenstandorts, welcher als botanisch sehr wertvoll eingestuft wird. Dieses Objekt ist für den Umweltbereich Landschaft nicht von Relevanz und wird im Rahmen von Kap. 5.15 *Terrestrische Flora, Fauna und Lebensräume* behandelt.

Stellungnahme ALN zu Voranfrage Bewilligungsfähigkeit

Das Amt für Landschaft und Natur beurteilte in seiner Stellungnahme [20] zur Voranfrage der Stadt Winterthur das Projekt hinsichtlich dem Umweltbereich Landschaft folgendermassen:

«Es werden keine Landschaftsschutzinventare oder Gebiete, welche von einer Schutzverordnung betroffen sind, beeinträchtigt. Auch Landschaftsförderungsgebiete gemäss Richtplan sind nicht betroffen. Durch die geplante Erweiterung der ARA Hard werden die landschaftlichen Werte der Stadt Winterthur sowie der angrenzenden Gemeinden nicht negativ beeinträchtigt. Aus landschaftlicher Sicht steht der Erweiterung bzw. Umzonung nichts entgegen.»

5.16.5 Beurteilung

Der Umweltbereich Landschaft ist sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase nicht von Relevanz.

5.17 Ortsbildschutz, Kulturdenkmäler, Archäologie u. hist. Verkehrswege

5.17.1 Grundlagen

[139] GIS-ZH. Layer: Archäologische Zonen und Denkmalschutzobjekte.

<https://maps.zh.ch/s/nxxmrkar> [Zugriff: 19.10.2023]

[140] Swisstopo. Layer: Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz.

<https://s.geo.admin.ch/a272f8b164> [Zugriff: 19.10.2023]

[141] Swisstopo. Layer: Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder ISOS.

<https://s.geo.admin.ch/a273016281> [Zugriff: 19.10.2023]

5.17.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Die Abklärungen konnten im Rahmen der UVB-Voruntersuchung abgeschlossen werden.

5.17.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Die Behörden haben hinsichtlich «Ortsbildschutz, Kulturdenkmäler, Archäologie und historische Verkehrswege» keine Anträge gestellt.

5.17.4 Ist- und Ausgangszustand

Inventar der schützenswerten Ortsbilder (ISOS)

Der Perimeter der ARA-Erweiterung betrifft kein ISOS-Objekt.

Archäologische Zonen

Der Perimeter betrifft und grenzt an keine vom kantonsarchäologischen Dienst erfasste archäologische Zone.

Bundesinventar der historischen Verkehrswege (IVS)

Das Bundesinventar der historischen Verkehrswege dokumentiert innerhalb des Perimeters der ARA Hard kein Inventarobjekt.

5.17.5 Beurteilung

Der Umweltbereich schützenswerte Ortsbilder (ISOS), Kulturdenkmäler, archäologische Fundstellen oder historische Verkehrswege ist sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase nicht von Relevanz.

5.18 Fuss-, Veloverkehr und Erholung

5.18.1 Grundlagen

[142] GIS-ZH. Layer: Waldentwicklungsplan Kanton Zürich 2010: Besondere Ziele. <https://maps.zh.ch/s/e8mj2y1s> [Zugriff: 18. Oktober 2023]

[143] Stadtplan Winterthur. Layer: Veloplan. <https://stadtplan.winterthur.ch/s/xlpyoh9p> [Zugriff: 19.10.2023]

5.18.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Die Abklärungen konnten im Rahmen der UVB-Voruntersuchung abgeschlossen werden.

5.18.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Die Behörden haben hinsichtlich «Fuss- und Veloverkehr» keine Anträge gestellt.

5.18.4 Ist- und Ausgangszustand

Bei der Strasse *Im Bruni* entlang der ARA Hard handelt es sich um einen Velo-Wanderweg auf eigenem Trasse (Strasse mit Fahrverbot für Motorwagen und Motorräder). Es ist eine Velo-Alltagsverbindung, welche als Hauptverbindung zwischen Pfungen und Winterthur (Wülflingen) dient und gemäss Veloplan der Stadt Winterthur empfohlen wird. Des Weiteren ist die Strasse zusammen mit dem Wanderweg nördlich der ARA Hard ein Teil des Wanderwegs *Rundweg Winterthur*. Dieser Rundweg tangiert auch den Erweiterungsperimeter des Teilprojekts Mitte im südwestlichen Bereich der Rodung. Des Weiteren ist die Hardgutstrasse (inkl. Brücke über die Töss) am östlichen Rand des Projektperimeters Teil einer Veloschnellroute.

Veloweg

5.18.5 Bauphase

Bereits durch den Start der Bauarbeiten des ersten Teilprojekts West, wird die Velo-route als Baustellenzufahrt höchstwahrscheinlich betroffen sein und es ist zu prüfen, ob eine Aufrechterhaltung der Route verkehrssicherheitstechnisch möglich sein wird. Spätestens mit der Realisierung der beiden Teilprojekte Mitte und Ost und der damit verbundenen definitiven Rodung, wird es vermutlich zu einer zwischenzeitlichen Sperrung des Veloweges kommen. Dies mindestens so lange, bis die Bauarbeiten für die neue doppelspurige Zufahrtsstrasse zur ARA Hard, mit einem parallel dazu verlaufenden Veloweg, entlang der neuen Waldgrenze abgeschlossen sind. Aus Gründen der Verkehrssicherheit werden die öffentlichen Wegverbindungen von den betrieblichen Verbindungen für die ARA Hard möglichst getrennt.

Die Verlegung der Strasse hat aus Sicht des Fuss- und Veloverkehrs prioritär im direkten Anschluss an die Rodungsarbeiten realisiert zu werden. Eine Umleitung des Veloverkehrs auf den Veloweg entlang der Weiachstrasse würde eine Aufrechterhaltung der Veloverbindung zwischen Pfungen und Winterthur (Wülflingen) ermöglichen, auch wenn die Qualität beeinträchtigt würde. Es ist zu prüfen, ob eine Umleitung des Velowegs via die Waldstrassen Hardstrasse, Wydenstrasse und Mittelwaldstrasse zurück auf die Strasse *Im Bruni* erfolgen kann, um so dem Baustellenverkehr ausweichen zu können und zusätzlich die attraktivere Verbindung zwischen Pfungen und Winterthur (Wülflingen) aufrechtzuerhalten (Abb. 23).

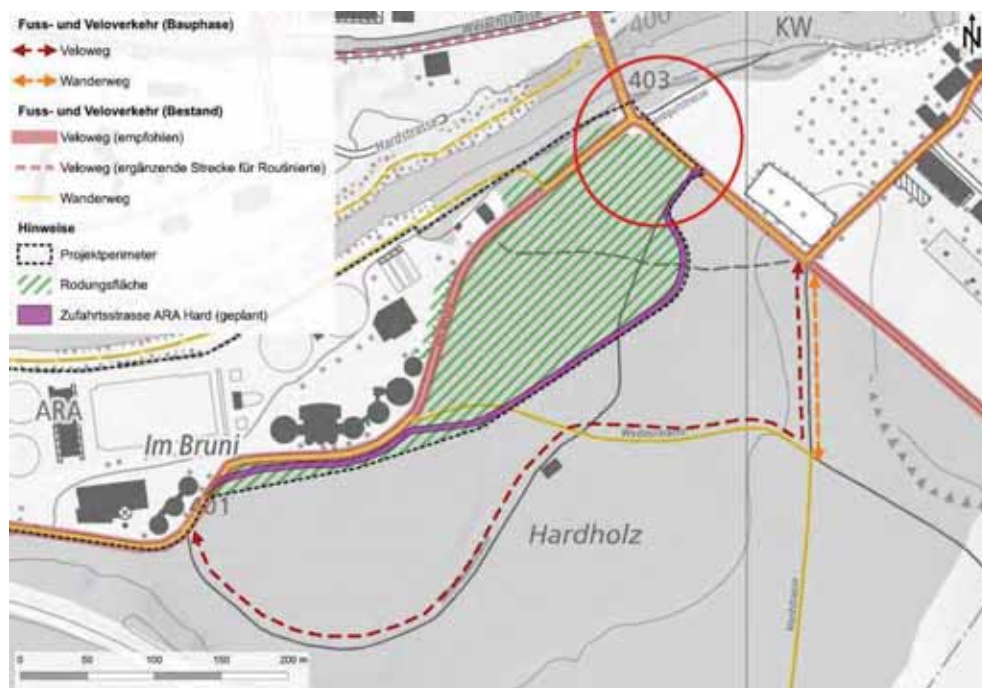


Abb. 23 Situation Fuss- und Veloverkehr Bereich Ost

Möglichkeit der temporären Umleitung des Fuss- und Veloverkehrs während der Bauphase der Teilprojekte Mitte und Ost. Zusätzlich dargestellt ist der Knotenpunkt (rot) im Bereich der Tössbrücke.

Wanderweg

Spätestens ab Start Bauphase der Teilprojekte Mitte und Ost ist zudem der Wanderweg (*Rundweg Winterthur*), welcher das Hardholz quert und in der Folge das Areal der ARA Hard umrundet, von den Bauarbeiten betroffen (Abb. 23). Eine temporäre

Schliessung der Wegschleife um das ARA-Areal des Wanderwegs wird vermutlich notwendig werden. Während der Bauphase kann der Weg entlang der Hardstrasse weitergeführt werden bis zur Hardgutstrasse, wo er zurück auf die Originalroute zurückgeführt wird. Nach Abschluss der Bauarbeiten kann der Wanderweg wieder in Betrieb genommen werden, wobei die Wegführung im Bereich der Verzweigung Wydenstrasse-Im Bruni leicht verlegt werden muss.

Knotenpunkt Tössbrücke

Im Bereich der Tössbrücke laufen die Zufahrt zur ARA Hard, welche vermutlich auch als Baustellenzufahrt dienen wird, sowie Velo- und Wanderweg in einem Knoten zusammen. Der verkehrstechnischen Planung von diesem Bereich ist grosse Aufmerksamkeit zu schenken.

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-LV-1	Für die betroffenen Velo- und Wanderwege wird aus Sicht des Fuss- und Langsamverkehrs eine möglichst zielführende Lösung herbeigeführt, um die Routen auch während der langen Bauphasen attraktiv aufrechterhalten zu können.
Pf-LV-2	Eine temporäre Schliessung der Wegschleife des Wanderwegs rund um das ARA-Areal wird geprüft.
Pf-LV-3	Die Umleitung der bevorzugten Veloroute zwischen Pfungen und Winterthur (Wülflingen) wird präzisiert.
Pf-LV-4	Dem Knotenpunkt im Bereich der Tössbrücke wird in der weiteren Planung hinsichtlich des Fuss- und Veloverkehrs die notwendige Beachtung geschenkt.

5.18.6 Betriebsphase

Für den Betriebszustand ergeben sich veränderte Wegführungen für den Fuss- und Veloverkehr. Die Betriebsphase ist für den Aspekt Fuss- und Langsamverkehr allerdings nicht relevant, da für den Veloweg eine vom Betriebsverkehr getrennte Fahrbahn vorgesehen wird und im Rahmen der Bauphase umgesetzt wird. Dies gilt ebenfalls für den südlich betroffenen Abschnitt des *Rundwegs Winterthur*, welcher im Bereich des durch die Rodung verschobenen Waldrands wohl auf den Veloweg geführt wird.

5.18.7 Beurteilung

Während der Bauphase sind die priorisierte Veloroute zwischen Pfungen und Winterthur (Wülflingen) sowie der Wanderweg (*Rundweg Winterthur*) vom Projekt betroffen. Eine temporäre Schliessung der Schleife des Wanderwegs rund um das ARA-Areal wird wohl nötig. Eine Umleitung der bevorzugten Route zwischen Pfungen und Winterthur (Wülflingen) ist zu definieren. Durch die Verlegung der Strasse *Im Bruni* wird nach Abschluss der Bauarbeiten sowohl der Wanderweg als auch der Veloweg leicht anders geführt werden.

5.19 Lichtemissionen

5.19.1 Grundlagen

[144] Empfehlung zur Vermeidung von Lichtemissionen. BAFU, 2021.

[145] Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum (SIA 2013, Norm 491)

[146] Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien (SN 2014, SN EN 12464-2)

[147] SR 832.30 Verordnung über die Unfallverhütung (VUV)

5.19.2 Pflichtenheft aus der Voruntersuchung

Die Abklärungen konnten im Rahmen der UVB-Voruntersuchung abgeschlossen werden.

5.19.3 Behördenstellungnahmen zur UVB-Voruntersuchung

Die Behörden haben hinsichtlich «Lichtemissionen» keine Anträge gestellt.

5.19.4 Ist- und Ausgangszustand

Im Aussenbereich der ARA Hard wurde die Aussenbeleuchtung im Jahr 2022 erneuert und auf eine reine LED-Beleuchtung umgestellt. Insgesamt umfasst die neue Lichtanlage 63 4-Meter und 18 12-Meter Kandelaber. Darauf befinden sich 76 Lichtpunkte für die Verkehrsflächenbeleuchtung mit geringer Leistung und 39 Hochleistungs-Strahler für die Beckenausleuchtung. Die Leuchten sind in die Gebäudesystemsteuerung der ARA Hard integriert. Die Verkehrsflächenbeleuchtung funktioniert weitestgehend autonom und automatisch. Die Beckenbeleuchtung wird bei Bedarf manuell über Schalter oder das Leitsystem zugeschaltet.

5.19.5 Bauphase

Generell ist davon auszugehen, dass auf Arbeiten im Nachtzeitraum weitgehend verzichtet werden kann. Während der Dämmerung kann es aber morgens und abends aus Gründen der Arbeitssicherheit nötig sein, die Baufläche zu beleuchten (Art. 35 VUV). Auf eine schonende Ausleuchtung der Baustelle ist zu achten. Strahler werden nach unten gerichtet platziert und die Nachbarschaft vor Lichtimmissionen soweit möglich abgeschirmt.

Massnahmen

Nr.	Beschreibung
Li-1	Die Empfehlungen zur Begrenzung der Emissionen bei der Beleuchtung von Baustellen gemäss <i>Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen</i> des BAFU werden umgesetzt.

5.19.6 Betriebsphase

Gemäss aktuellem Planungsstand sind noch keine Aussagen über die Ausgestaltung der zukünftigen Beleuchtung der ARA Hard möglich. Die Projektierung und Bauausführung sollen nach den neusten Erkenntnissen zur Minimierung von Lichtemissionen erfolgen. Der BAFU-Leitfaden *Empfehlung zur Vermeidung von Lichtemissionen* hilft bei der Planung entsprechender Massnahmen anhand von sieben Grundsätzen (Abb. 24). Es werden Möglichkeiten präsentiert, die negative Wirkung von Lichtemissionen zu mildern und Energie zu sparen, ohne die gesetzlichen Bestimmungen bezüglich Arbeitssicherheit zu beeinträchtigen.



Abb. 24 7-Punkte-Plan des BAFU

Pflichtenheft

Nr.	Beschreibung
Pf-Li-1	Entsprechend dem 7-Punkte-Plan, werden die folgenden Massnahmen in die Bauprojekte integriert: _ Notwendigkeit: Auf Kunstlicht kann im Aussenbereich der ARA Hard aus gesetzlich vorgegebenen, arbeitssicherheitstechnischen Gründen nicht verzichtet werden. Jedoch wird auf Beleuchtungen ausserhalb der Arbeitsbereiche verzichtet. _ Zeit: Die Aussenbeleuchtung rund um das Betriebsgebäude wird während der Nachtzeiten zwischen 22 Uhr und 6 Uhr ausgeschaltet. Sämtliche Aussenlampen, die nicht dem Grundbeleuchtungszweck dienen, werden nur bedarfsweise eingeschaltet. _ Spektrum: Die Beleuchtungen sind auch nach der Erweiterung mit energiesparsamer LED-Technologie vorzusehen. Warmweisse LEDs wirken auf Insekten am wenigsten lockend und sind folglich vorzuziehen. _ Platzierung: Es wird auf eine Optimierung der Lichtpunkthöhe geachtet. _ Ausrichtung: Alle Aussenleuchten der ARA werden zum Boden hin ausgerichtet. _ Abschirmung: Leuchtkörper werden so abgeschirmt, dass das Licht nur dorthin gelangt, wo es dem Beleuchtungszweck dient. Der Einsatz von Leuchten, welche eine Abdichtung gegen das Eindringen von Insekten und Spinnen aufweisen, ist erforderlich.

5.19.7 Beurteilung

Während der Bauphase ist aufgrund der Konzentration der Bauarbeiten auf den Tag nur während den Dämmerungsstunden durch den Einsatz von Strahlern mit Lichtemissionen zu rechnen. Anhand der Umsetzung des 7-Punkte-Plans, kann die Beleuchtung des erweiterten ARA-Areals umweltverträglich umgesetzt werden.

6. Massnahmenübersicht

6.1 Massnahmen zum Schutz und Erhalt der Umwelt

Nr.	Beschreibung
Luft	
Lu-1	Einhaltung der Richtlinie <i>Luftreinhaltung auf Baustellen</i> des BAFU (ergänzte Ausgabe, Februar 2016) zur Begrenzung der Luftschadstoffemissionen. Es gilt die Massnahmenstufe B. Im Folgenden werden die wichtigsten Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoffemissionen auf der Baustelle aufgeführt: _ Die auf der Baustelle eingesetzten dieselbetriebenen Maschinen und Geräte müssen mit geprüften Partikelfiltersystemen mit Konformitätsbescheinigung ausgerüstet sein: _ Leistung > 37 kW: alle _ Leistung 18 – 37 kW: ab Baujahr 2010 _ Für alle Maschinen und Geräte mit Verbrennungsmotoren muss die regelmässige Wartung dokumentiert werden: _ Leistung > 18 kW: mit Abgaswartungsdokument und Abgasmarke _ Leistung < 18 kW: mit Wartungskleber _ Für Arbeitsgeräte mit Benzinmotoren ohne Katalysatoren ist Gerätebenzin nach SN 181 163 zu verwenden. _ Für dieselbetriebene Maschinen und Geräte sind schwefelarme Treibstoffe (Schwefelgehalt <50 ppm) zu verwenden. _ Die Staubentwicklung bei mechanischen Arbeitsprozessen und auf den Verkehrsflächen ist zu minimieren: _ Bei staubenden Arbeiten mit Maschinen und Geräten (insbesondere Fräsen) sind staubminimierende Massnahmen wie Benetzen, Erfassen, Absaugen oder Staubabscheiden zu treffen. _ Auf der Ein- und Ausfahrt und im Baustellenbereich ist die Staubentwicklung mit geeigneten Massnahmen (Benetzen, Reinigen) zu begrenzen. _ Bei thermischen und chemischen Arbeitsprozessen ist die Freisetzung von Gasen, Rauchen und Lösungsmitteln zu vermeiden.
Lu-2	Planung von Umweltschutzmassnahmen aufgrund von allfällig notwendigen Korrosionsschutzarbeiten anhand der Planungsgrundlagen <i>Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten</i> des BU-WAL unter Berücksichtigung der Meldepflicht und den Vorschriften zur Durchführung von Korrosionsschutzarbeiten (§ 14 und § 14a VML).
Lu-3	Massnahme FE6 zu Anlagen mit stationären Verbrennungsmotoren und Gasturbinen des Massnahmenplan Luftreinhaltung 2023 der Stadt Winterthur (Art. 11-16 VVO ML).
Lu-4	Die Emissionen der BHKW werden gemäss § 9 Abs. 3 VML des Kantons Zürich jährlich durch Kontrollmessungen hinsichtlich der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte der LRV (Anh. 1 Ziff. 7-8 und Anh. 2 Ziff. 82) überprüft.
Lärm	
Lä-1	Orientierung der Lärmbetroffenen: Während der Ausführung wird eine Anlaufstelle eingerichtet, an welche sich die Lärmbetroffenen bei Fragen und Anliegen wenden können. Allfällige Korrekturmassnahmen werden durch die Bauleitung unter Einbezug der ausführenden Unternehmen und der Umweltbaubegleitung festgelegt.
Lä-2	Überwachung und Kontrolle: Die festgelegten emissionsbegrenzenden Massnahmen werden durch Bauleitung und die Umweltbaubegleitung kontrolliert.
Erschütterungen und abgestrahlter Körperschall	
Er-1	Zur Vorbeugung von Erschütterungen wird die Verwendung von Bauverfahren oder Geräten, die intensive Erschütterungen verursachen, wenn immer möglich vermieden.
Er-2	Die beauftragten Bauunternehmen sorgen für die Einhaltung der Hinweise und Richtwerte der Normen SN 640 312 Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke und DIN 4150-2 Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden.

Nr.	Beschreibung
Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	
Ob-1	Im Bereich der zusätzlichen Reinigungsstufe wird ein Überwachungskonzept betreffend des GAK-Schlupfs umgesetzt, um die Gewässer nicht mit beladener Aktivkohle zu belasten [3].
Boden	
Bo-1	Die Bodenarbeiten richten sich grundsätzlich nach den aktuellen BAFU-Vollzugshilfen Sachgerechter Umgang mit Boden beim Bauen (2022) und Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung (2021).
Abfälle, umweltgefährdende Stoffe / Materialbewirtschaftung	
Abf-1	Die Sanierungs- und Entsorgungsmassnahmen werden von einer Fachperson begleitet.
Abf-2	Im Rahmen der Asbestsanierung werden Raumluftmessungen durchgeführt.
Umweltgefährdende Organismen	
Org-1	Der in der FrSV geregelte Umgang mit invasiven Neophyten wird anhand der im Merkblatt Gebietsfremde Problempflanzen (invasive Neophyten) bei Bauvorhaben des Kantons Zürich publizierten Massnahmen und Empfehlungen umgesetzt.
Org-2	Im Betriebszustand werden im Rahmen von regelmässigen Pflege- und Unterhaltsarbeiten der Grünstrukturen diese hinsichtlich invasiver Neophyten kontrolliert. Bei Auftreten werden invasive Neophyten fachgerecht bekämpft und entsorgt.
Störfallvorsorge / Katastrophenschutz	
Stf-1	Es wird sichergestellt, dass die geltenden Sicherheitsmassnahmen des Ist- und Ausgangszustandes auch während der Bauphase eingehalten werden, in welcher der Betrieb der ARA Hard aufrechterhalten werden muss.
Wald	
Wa-1	Die Rodungsarbeiten werden zum Schutz der Brutvögel und des Wildes ausserhalb der Brut- und Setzzeiten im Winterhalbjahr bis spätestens Ende Februar durchgeführt.
Wa-2	Das an die Rodungsfläche angrenzende Waldareal wird nach erfolgter Rodung mit festen Abschränkungen vor Beeinträchtigungen (Befahren, Materialablagerung) geschützt.
Terrestrische Flora, Fauna und Lebensräume	
FF-1	Die wertvollen Flächen innerhalb der ARA, die nicht beansprucht werden, werden während der Bauphase mit festen Abschränkungen vor Beeinträchtigungen (Befahren, Materialablagerung) geschützt; gleiches gilt für das im Westen angrenzende Schutzgebiet und den Hardwald im Südosten.
FF-2	Die notwendigen Installationsflächen und Baupisten, welche schützenswerte Lebensräume tangieren, werden auf das absolut notwendige Minimum beschränkt.
FF-3	Nach Abschluss der Arbeiten werden die beanspruchten Grünflächen wiederhergestellt: _ mageres, trockenes Substrat (bspw. ungewaschener Wandkies) _ keine Humusierung _ fachgerechte Begrünung: Schnittgutübertragung mit Ergänzung ausgewählter regionaler Arten oder qualitativ hochwertige Ansaat mit Saatgut aus der Region. _ In den ersten 2-3 Jahren nach der Anlage sind regelmässige Kontrollen hinsichtlich des Aufkommens von Neophyten, Gehölzen und weiteren unerwünschten Arten durchzuführen und im Bedarfsfall zu bekämpfen. _ Die Wiesen werden extensiv bewirtschaftet: keine Düngung, 1-2 Schnitte, erster Schnitt ab 1. Juli oder 15. Juli; auf eine intensive Schafbeweidung ist zu verzichten. _ Ausgerichtet auf die Zielarten (u.a. Zauneidechse und Ringelnatter) werden Kleinstrukturen angelegt.

Nr.	Beschreibung
FF-4	Bei der Ausführung (Rodungen und Bauarbeiten) werden die jeweiligen Schonzeiten berücksichtigt resp. eingehalten: _ Rodungen (Wald, Hecken): ausserhalb der Brut- und Setzzeiten im Winterhalbjahr bis spätestens Ende Februar. _ Bauarbeiten im Westen (Bereich IANB): vor Aufnahme der Bauarbeiten werden die Amphibien mit Leitplanken zur Lenkung und Sammeltröpfen eingesammelt und umgesiedelt. Zudem wird die Baustelle mit bodenebenen Abschränkungen von der Bruni-Wiese abgetrennt.
FF-5	Fledermausschutz: Abriss und/oder Sanierung der Gebäude nur im Winterhalbjahr während der Abwesenheit der Fledermäuse und bei den Quartierstandorten mit Begleitung durch eine Fachperson.
FF-6	Angrenzend an die Aufforstungsfläche wird eine artenreichen Fromentalwiese mittels Umbruch, Direktbegrünung und Aussaat spezifischer Arten angelegt (inkl. Anlage von Kleintierstrukturen).
FF-7	Der Weg parallel zum Niederfeldbach wird auf die Ostseite verlegt und ein Halbtrockenrasen auf dem aufgehobenen Wegtrasse angelegt.
FF-8	Zwei bestehende Wiesenbündel werden ökologisch aufgewertet.
Lichtemissionen	
Li-1	Die Empfehlungen zur Begrenzung der Emissionen bei der Beleuchtung von Baustellen gemäss Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen des BAFU werden umgesetzt.

6.2 Umweltbaubegleitung

6.2.1 Grundlagen

[148] Umweltbaubegleitung mit integrierter Erfolgskontrolle, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2007.

[149] UVP-Handbuch Modul 6, Umweltbaubegleitung mit integrierter Erfolgskontrolle, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2009.

[150] SN 640 610a – Umweltbaubegleitung.

6.2.2 Ausgangslage

Für die Umsetzung des Bauvorhabens ist eine Umweltbaubegleitung (UBB) vorgesehen. Gemäss Antrag 3 und 50 der koordinierten Stellungnahme der angehörten Behörden zur UVB-Voruntersuchung [15], ist eine UBB nach SN 640 610a vorzusehen, welche mindestens die Umweltbereiche Luftreinhaltung, Lärmschutz und invasive Neophyten abdeckt.

Nachfolgend werden die Ziele, Aufgaben und Organisation der UBB grob dargestellt. Eine Aktualisierung dieses Kapitels ist Stufe Bauprojekt erforderlich. In Ergänzung zu den beschriebenen Aufgaben beinhaltet die UBB auch Spezialaufgaben für die nachfolgend aufgeführten Bereiche:

- _ Abfälle / Altlasten (Fachbauleitung Altlasten): Begleitung der abfall- und altlastenrelevanten Arbeiten
- _ Boden (Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)): Detailplanung und Begleitung der Bodenarbeiten.
- _ Terrestrische Flora, Fauna und Lebensräume sowie Umweltgefährdende Organismen: (ökologische Baubegleitung (öBB)): Detailplanung und Begleitung der Umsetzung der projektintegrierten ökologischen Massnahmen sowie Umsetzung des in der FrSV geregelten Umgangs mit invasiven Neophyten anhand der im Merkblatt *Gebietsfremde Problempflanzen (invasive Neophyten) bei Bauvorhaben* des Kantons Zürich publizierten Massnahmen und Empfehlungen.
- _ Grundwasser (Fachperson Hydrogeologie): Die Detailplanung und Begleitung der Umsetzung der hydrogeologischen Massnahmen und der Überwachungen des Grundwassers erfolgen separat durch Geologen / Hydrogeologen.

6.2.3 Ziele der UBB

Die UBB betreut und überwacht die Umweltbelange beim Bau und unterstützt die Bauherrschaft in der rechtskonformen Realisierung des Bauvorhabens. Insbesondere sorgt sie dafür, dass die gesetzlichen Vorschriften zum Schutz der Umwelt sowie die im Projekt vorgesehenen Umweltschutzmassnahmen eingehalten und fachgerecht umgesetzt werden.

6.2.4 Aufgaben der UBB

Die Umweltbaubegleitung nimmt folgende Aufgaben wahr:

- _ Sie sichtet die massgebenden Dokumente (UVB, Verfügung öffentlicher Gestaltungsplan, Projektpläne, Submissionsunterlagen etc.) und erstellt gestützt darauf den erforderlichen Kontroll- und Umsetzungsplan der geplanten und verfügten Umweltschutzmassnahmen. Sie aktualisiert den Kontrollplan laufend.

- _ Sie sorgt für die Berücksichtigung der Umweltschutzmassnahmen bei der Ausschreibung der Bauarbeiten (Besondere Bestimmungen NPK 102 und Leistungsverzeichnis, Pläne). Sie liefert Textbeiträge für die durch das Projekt betroffenen Umweltbereiche.
- _ Sie sensibilisiert die Projekt- und Bauleitung sowie die Bauunternehmung für die Umweltanliegen und instruiert sie über die notwendigen Schutzmassnahmen auf der Baustelle.
- _ Sie sorgt zusammen mit der Bauleitung für die vollständige, zeitgerechte und fachlich korrekte Umsetzung der erforderlichen Umweltschutzmassnahmen und -konzepte.
- _ Sie kontrolliert die Einhaltung der Umweltschutzvorschriften auf der Baustelle (Umweltaudits) mit einem Fokus auf die Umweltbereiche Luftreinhaltung und Lärmschutz. Sie beurteilt das Auftreten von Umweltproblemen vorausschauend, orientiert die Bauleitung und hilft bei der Lösungsfindung.
- _ Sie überwacht die Kontrolle und Bekämpfung von invasiven Neophyten und weiteren Problempflanzen gemäss der im Merkblatt *Gebietsfremde Problempflanzen (invasive Neophyten) bei Bauvorhaben* des Kantons Zürich publizierten Massnahmen und Empfehlungen durch die bodenkundliche Baubegleitung (BBB) und die ökologische Baubegleitung (öBB). Die Zuständigkeiten sind dabei wie folgt geregelt:
 - _ BBB: Anleitung und Überwachung des gesetzeskonformen Umgangs mit Neophyten bewachsenem Boden, Neophytenkontrolle sowie Instruktion und Überwachung der Neophytenbekämpfung auf den Erdzwischenlagern, im Umfeld der Installationsplätze und auf rekultivierten Böden.
 - _ öBB: Kartierung des aktuellen Neophytenvorkommens vor Baubeginn; Neophytenkontrolle sowie Instruktion und Überwachung der Neophytenbekämpfung auf den Flächen der ökologischen Ersatzmassnahmen, des Projektperimeters und im Bereich der Aufforstungsfläche.
 - _ UBB: Koordination der Einsätze des Grünunternehmers für die Neophytenbekämpfung, Kommunikation zum Stand der Neophytenbekämpfung gegenüber Fachstellen.
- _ Sie sorgt für die korrekte Abwicklung von umweltrelevanten Projektänderungen oder bei geänderten Ausführungsbedingungen.
- _ Sie nimmt an Bausitzungen teil, sofern umweltrelevante Fragen zur Beratung anstehen.
- _ Sie steht der Bauleitung für die Beantwortung von umweltrelevanten Fragen, Beschwerden, Klagen und Reklamationen seitens Dritter zur Verfügung.
- _ Sie nimmt bei der Bauabnahme von permanenten Umweltschutzmassnahmen teil.
- _ Sie ist in Umweltfragen Kontaktstelle zu den Fachstellen von Stadt und Kanton
- _ Sie dokumentiert Entscheide, Kontrollergebnisse u.a. in geeigneter Weise (Kontrollplan, Aktennotizen, etc.) und erstellt einen Schlussbericht über die UBB.

6.2.5 Organisation

Die UBB ist Stabsstelle zur Oberbauleitung.

6.2.6 Kompetenzen

Die UBB hat keine direkte Weisungsbefugnis gegenüber der Bauunternehmung, ausser es besteht eine unmittelbare Umweltgefährdung. Die UBB bzw. die beauftragten Fachpersonen entscheiden eigenständig, ob eine unmittelbare Umweltgefährdung vorliegt.

Die Gesamtprojektleitung und Bauleitung sind jeweils sofort über den Fall und die Anordnungen zu informieren. Sie beschliessen gemeinsam das weitere Vorgehen. Im Regelfall werden Korrekturmassnahmen via Bauleitung, bei termin- und kostenrelevanten Massnahmen via Projektleitung entschieden und umgesetzt.

Die UBB ist eine Stabsstelle der Bauherrschaft und wirkt bei der Projektrealisation bezüglich der Umweltfragen als Anlauf- und Koordinationsstelle. Insbesondere dient sie als Kontaktstelle zu den Umweltfachstellen.

6.3 Pflichtenheft nachgelagerte Planungs- und Bewilligungsverfahren

Nr.	Beschreibung
Hochwasser	
Pf-Hw-1	Zusammen mit dem Baugesuch ist aufzuzeigen, ob das neue Gebäude gegen Hochwasser geschützt werden muss oder nicht.
Luft	
Pf-Lu-1	Die Überprüfung, ob das Bauvorhaben der BTV des Kantons Zürich unterstellt ist, findet im Rahmen eines späteren Planungsverfahrens statt, welches Aussagen zu Aushubmengen zulässt. Besteht eine Pflicht zum Bahntransport, wird dem AWEL durch die Bauherrschaft vor der Baufreigabe ein Transportkonzept zur Genehmigung unterbreitet.
Pf-Lu-2	Die durch Bautransporte verursachten Emissionen der einzelnen Teilprojekte werden abgeschätzt und anhand des Zielwerts für Flächenbaustellen beurteilt. Geeignete Massnahmen zur Minimierung der Luftschadstoffemissionen aus Bautransporten werden unter Einhaltung von Art. 17 VVO ML definiert.
Pf-Lu-3	Für die Reduktion von Geruchsemissionen wird die Implementierung eines geschlossenen Entsorgungssystems von Rechengut mittels Endlossäcken oder Pressmulden umgesetzt.
Pf-Lu-4	Um das Abfackeln von Gas künftig zu unterbinden, werden in der weiteren Planung der Anlage zwei BHKW sowie ein grösseres Gasometervolumen vorgesehen.
Pf-Lu-5	Die weitere Planung sieht die Einhausung sowie die Abluftbehandlung mittels Abluftbiofilter der Rechenanlage vor.
Pf-Lu-6	Für die Sicherstellung des Betriebs während ausserordentlichen Lagen einzuplanende Notstromaggregate werden lufthygienerechtskonform umgesetzt.
Lärm	
Pf-Lä-1	Submission: Die lärmbezogenen Vorgaben werden im Rahmen der Submission in den Besonderen Bestimmungen, im Leistungsverzeichnis und Werkvertrag festgelegt.
Pf-Lä-2	Baulärmkonzept: Basierend auf den Submissionsvorgaben erarbeitet die UBB in Zusammenarbeit mit den Unternehmern für jedes Teilprojekt ein Baulärmkonzept. Das Baulärmkonzept konkretisiert die Massnahmen des UVB in Form objektspezifischer Massnahmen. Darüber hinaus regelt es die Zuständigkeiten für Planung, Information, Umsetzung, Überwachung und Intervention.
Pf-Lä-3	Die ARA-Anlagenbestandteile werden auf einen lärmarmen Betrieb ausgelegt, wofür in der Ausschreibung und in den Werkverträgen Garantien von den Herstellern eingefordert werden. Die Gerätschaften entsprechen dem neusten technischen Stand.
Pf-Lä-4	Gebläse werden, sofern aus Lärmschutzgründen erforderlich, mit Schallschutzhauben versehen oder mitsamt anderen lärmigen Aggregaten unter dem Boden oder in Gebäuden untergebracht.
Nichtionisierende Strahlung	
Pf-NIS-1	Im Bauprojekt wird berücksichtigt, dass die neuen Transformatoren mittels Messungen abgenommen werden und bei der Platzierung der Abstand zu Orten mit empfindlicher Nutzung optimiert wird. Der Einbau in einem abgesonderten Raum wird priorisiert.
Grundwasser	
Pf-Gw-1	Für das Teilprojekt West sind Bauten unterhalb des mittleren Grundwasserspiegels vorgesehen, womit für die Erteilung einer Ausnahmebewilligung die entsprechenden Nachweise erbracht werden.
Pf-Gw-2	Für die Teilprojekt Ost wird im nächsten Projektschritt (Vorprojekt) eine mögliche Verringerung der Tiefe der Trichter geprüft (Sandfang und Vorklarbecken). Sind Einbauten unter dem mittleren Grundwasserspiegel unvermeidlich, so sind entsprechende Nachweise zu erbringen.
Pf-Gw-3	Für das Teilprojekt Mitte wird in einem nächsten Projektschritt der Rückbau der bestehenden Baute im Grundwasser (Rücklaufstapel RST) geprüft.

Nr.	Beschreibung
Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	
Pf-Ob-1	Aufgrund der Beeinträchtigung des zukünftigen Gewässerraums ist nach dessen Festlegung für betroffene Anlagenbestandteile ein Bewilligungsgesuch für standortgebundene Teile von Anlagen zu stellen (Art. 41c lit. c GSchV).
Entwässerung	
Pf-Ew-1	Die Planenden erarbeiten auf Stufe Vorprojekt und Bauprojekt ein detailliertes Baustellenentwässerungskonzept nach SIA-Norm 431:2022 Entwässerung von Baustellen, welches der zuständigen Behörde zur Bewilligung eingereicht wird. Im Baustellenentwässerungskonzept wird auf die korrekte Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten unter Berücksichtigung des Grundwasservorkommens und der räumlichen Nähe zur Töss eingegangen.
Pf-Ew-2	Während der Bauphase werden die bisherigen Anforderungen an die Qualität des gereinigten Abwassers gemäss den Vorgaben der AWEL Verfügung Nr. 0004 vom 6. Januar 2014 vollumfänglich eingehalten. Die ARA-Reinigungsleistung und insbesondere die ganzjährige Nitrifikation wird mit geeigneten Massnahmen während allen Bauphasen sichergestellt.
Pf-Ew-3	Während der Bauzeit wird die ARA, sofern eine entsprechende Zuflussmenge anfällt, grundsätzlich weiterhin jederzeit mit mindestens 2000 l/s belastet. Kann diese Abwassermenge nicht verarbeitet werden, so wird die ARA in Absprache mit dem AWEL hydraulisch jederzeit mit mindestens dem 1.5-fachen Trockenwetteranfall, d.h. 1500 l/s, belastet. Entlastungen sind nur bei absoluter Notwendigkeit und bei entsprechenden meteorologischen Bedingungen tolerierbar. Eine weitere Drosselung der Zuflussmenge erfordert die Bewilligung durch das AWEL, Abt. Gewässerschutz. Die Haftung für allfällige Gewässerverschmutzungen bleibt in jedem Fall beim Verursacher.
Pf-Ew-4	Für die Teilprojekte Mitte und Ost wird spätestens im Rahmen der Ausarbeitung der Bauprojekte ein Entwässerungskonzept erstellt. Das Entwässerungskonzept des Vorprojekts von Teilprojekt West ist im Zuge der Erarbeitung des Bauprojekts ebenfalls auf die nach aktuellem Planungsstand vorliegende Anlagenanordnung anzupassen. Die Entwässerungskonzepte sind durch das AWEL zu bewilligen. Die Umsetzung wird gemäss der VSA-Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter sowie der darauf basierenden Richtlinie und Praxishilfe Regenwasserbewirtschaftung des AWEL umgesetzt.
Pf-Ew-5	Für den in der Grundwasserschutzzone S3 verlaufenden Zufahrtsstrassenabschnitt, wird auf Stufe Bauprojekt eine vom Sickerleitungssystem unabhängige Strassenentwässerung eingeplant.
Pf-Ew-6	Im Baubewilligungsverfahren ist die Realisierung der Massnahmen aufzuzeigen, die im GEP-Teilprojekt Gefahrenvorsorge bestimmt werden.
Boden	
Pf-Bo-1	Zur Sicherstellung des sachgerechten Umgangs mit Boden wird eine fachkundige Person oder eine Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) in die weiteren Projektphasen miteinbezogen werden. Deren Aufgabe besteht darin, die bestehenden bodenkundlichen Grundlagen (Bodeneigenschaften, Bodenbelastungen und Schichtstärken) zu ergänzen und im Sinne einer Fachplanung den sachgerechten Umgang mit Boden projektspezifisch zu projektieren und in der Realisierungshase die Bodenarbeiten fachlich zu begleiten (Fachbauleitung).
Altlasten	
Pf-Alt-1	Im Hinblick auf die Bauvorhaben ist nachvollziehbar aufzuzeigen, dass die Anforderungen an ein Bauvorhaben gemäss Art. 3 der Altlasten-Verordnung (AltIV) eingehalten werden, insbesondere auch für PFAS.
Abfälle, umweltgefährdende Stoffe / Materialbewirtschaftung	
Pf-Abf-1	Die noch nicht eingesehenen Bereiche und Verdachtsstellen, welche von baulichen Eingriffen betroffen sind, werden ergänzend untersucht.
Pf-Abf-2	Im Rahmen der Erarbeitung der Bauprojekte wird eine Ausmassermittlung und ein Entsorgungskonzept ausgearbeitet.
Pf-Abf-3	Es wird ein Sanierungskonzept erstellt.

Nr.	Beschreibung
Pf-Abf-4	Die Sanierungs- und Entsorgungsmassnahmen werden geplant und die Arbeiten ausgeschrieben und ausgeführt.
Pf-Abf-5	Es wird eine Private Kontrolle Rück- und Umbau von Bauten und Anlagen eingesetzt, welche einen Prüfbericht des Entsorgungskonzepts als Grundlage für die Baufreigabe verfasst und nach Abschluss der Sanierungsarbeiten einen Prüfbericht der Entsorgungsnachweise erstellt.
Umweltgefährdende Organismen	
Pf-Org-1	Die Belastungssituation durch invasive Neophyten wird vor Baubeginn der einzelnen Teilprojekte im jeweiligen Perimeter erneut erhoben. Der Umgang mit allfällig belastetem Boden wird in Konformität mit der FrSV umgesetzt.
Wald	
Pf-Wa-1	Für die betroffenen Waldflächen wird ein formales Rodungsgesuch mit einer Beschreibung und Begründung des Vorhabens sowie mit den erforderlichen Nachweisen zur Erfüllung der Rodungskriterien eingereicht.
Pf-Wa-2	Für die Rodungsflächen wird im selben Gebiet Realersatz mit standortgerechten Arten geleistet. Die Ersatzfläche wird in einer Karte (inkl. Schwerpunktkoordinaten und Angabe zur Grösse der betroffenen Fläche) ausgewiesen. Zudem wird der Rodungersatz beschrieben.
Pf-Wa-3	Werden Fruchtfolgeflächen für den Realersatz in der Form von Aufforstungen beansprucht, so wird zudem Ersatz für die beanspruchten Fruchtfolgeflächen geleistet.
Pf-Wa-4	Die Ersatzmassnahmen für die gerodete Waldfläche erfolgen nach Eintritt der Rechtskraft der Rodungsbewilligung innert der darin festgelegten Frist (Art. 7 Abs. 1 lit. c WaV).
Terrestrische Flora, Fauna und Lebensräume	
Pf-FF-1	Für den Eingriff im Bereich B des Amphibienlaichgebietes IANB ZH1286 ist entsprechender Ersatz erforderlich. Es wird eine Erweiterung gegen Osten erfolgen. Mit der Anlage von ausreichend grossen Laichgewässern ausgerichtet auf die vorkommenden Arten im «Bruni» wird ein neues Kerngebiet geschaffen (Bereich A). Entlang des Hanges zwischen Brunistrasse und Bahnlinie wird der Bereich B erweitert und mit Trittsteinbiotopen ausgestattet. Die benötigte Fläche ist im Eigentum der Stadt Winterthur und steht für die erforderlichen Massnahmen zur Verfügung. Im Rahmen des Ausführungsprojektes sind insbesondere die genaue Lage, die Tiefe sowie die Art der Abdichtung zu klären. Für das Ausführungsprojekt wird eine ausgewiesene Amphibienfachperson beigezogen. Die Bearbeitung erfolgt in Absprache mit der Fachstelle Naturschutz.
Pf-FF-2	Aufgrund der räumlichen Nähe bzw. Betroffenheit des Amphibienlaichgebiets, sind sämtliche baulichen Eingriffe für den Bau der Anlage und der Ersatzmassnahmen mit der Fachstelle Naturschutz abzusprechen. Es wird auf eine amphibienfreundliche Gestaltung des Bauprojekts hingewiesen. Insbesondere sollen keine Fallen für Amphibien (Ausstiegshilfen vorsehen) entstehen. Für die weitere Planung und Umsetzung wird eine ausgewiesene Amphibienfachperson beigezogen.
Pf-FF-3	Zur Erhaltung des Bestands der Spitzorchis auf der Bruni-Wiese, werden die vorhandenen Individuen auf den Teilflächen B und C umgesiedelt. Gleiches gilt für die Vorkommen von Spitzorchis und Bienen-Ragwurz im Werkgelände der ARA, falls die entsprechenden Flächen vom Ausbaurvorhaben betroffen sind. Um den Erfolg der Etablierung am neuen Standort zu optimieren, ist in Absprache mit entsprechenden Fachpersonen ein Konzept zur Umsiedlung zu erstellen. Im Konzept ist der Zeitpunkt, die Art des Vorgehens und der Zielort zu definieren.
Pf-FF-4	Die Graureiherpopulation soll durch gezielte Holzereiarbeiten, unter anderem der Fällung von einzelnen Horstbäumen ausserhalb der Brutzeit, über mehrere Jahre aus dem zu rodenden Gebiet in den südlich angrenzenden Wald getrieben werden, der bestehen bleibt. Die bisherigen Beobachtungen haben gezeigt, dass die Graureiher vorzugsweise auf Föhren nisten. Passende grosse Föhren sind im südlicheren Waldbereich ebenfalls vorhanden. Durch die jährlichen Arbeiten soll ein allmählicher Umzug der Graureiher gefördert werden, ohne dass die Tiere das Gebiet ganz verlassen oder in ihrem Brutgeschäft gestört werden. Alternative Strategien wurden ebenfalls geprüft, unter anderem mit der Schweizerischen Vogelwarte Sempach, jedoch ohne Ergebnis. Allgemein gibt es in der Schweiz kaum Erfahrungen mit der

Nr.	Beschreibung
	<i>(Fortsetzung von Pf-FF-4)</i> Umsiedlung von Reihern, aus Deutschland sind aber einige erfolgreiche Umsiedlungen bekannt. Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen empfiehlt zum Beispiel die schonende Umsiedlung durch Fällung von 10-20 % des Holzvorrats pro Jahr über 5-10 Jahre, in Kombination mit Kunsthorsten am Ausweichstandort um dessen Attraktivität zu erhöhen. Die Arbeiten im Hardholz beginnen im Dezember 2024 mit den Fällungen von einigen wenigen Bäumen am Rand des Koloniebereichs. In der folgenden Brutsaison wird das Verhalten der Graureiher beobachtet. Je nachdem, wie die Reiher reagieren, werden weitere Begleitmassnahmen geprüft.
Pf-FF-5	In Absprache mit der Fachstelle Naturschutz werden Zielarten für die neu anzulegenden Ersatzlebensräume definiert.
Pf-FF-6	Aufgrund der Etappierung des Ausbauvorhabens wird ein verbindlicher Zeitplan für die Umsetzung der Aufwertungs- und Ersatzmassnahmen sowie erforderliche Schutzmassnahmen (bspw. Fledermäuse und Graureiherkolonie) erarbeitet.
Pf-FF-7	Fledermausschutz: Schaffung von geeigneten Ersatzquartieren für zwei grosse Wochenstuben an den Neubauten* mit Beratung durch eine Fachperson. * Da bisherige Ersatzquartiere an den Faultürmen nicht als Wochenstuben genutzt wurden, sollten thermisch günstigeren Ersatzquartiere geschaffen werden: zugängliche Metall-Abdeckungen von Dachabschlüssen, Schaffung von Ersatzquartieren, die sich im Sommer durch Sonnenbestrahlung aufwärmen.
Pf-FF-8	Fledermausschutz: Es wird ein zusätzliches Quartierangebot an besonnter Stelle in benachbarten Waldflächen (bei Hinweisen auf Paarungsquartiere im Herbst: auch Schaffung von Ersatzquartieren, die als Paarungsquartiere im Wald geeignet sind) vorgesehen.
Pf-FF-9	Die Umsetzung der Ersatzlebensräume innerhalb der ARA und im Niderfeld erfolgt etappenweise gemäss dem landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP): _ 288 a Buchenwald im Niderfeld mit sonnigem, gestuftem Waldrand _ 45 a arten- u. strukturreiche Hecken im Niderfeld _ 52 a Alleen entlang Wegen im Niderfeld _ 45 a Halbtrockenrasen in der ARA und 7 a im Niderfeld (Rückbau Weg) _ 224 a Fromentalwiesen im Niderfeld Substrat: _ Halbtrockenrasen: nährstoffarmes, trockenes Substrat (bspw. Wandkies), allfälliger Ober- und Unterboden wird entfernt und sachgerecht verwertet _ Fromentalwiesen: keine Bodenaustausch, Umbruch Begrünung: _ Direktbegrünung der Wiesen von geeigneten Spenderflächen aus der Umgebung ergänzt mit wertbestimmenden, spezifisch gesammelten Arten _ Pflanzungen (Wald, Bäume, Hecken): regionaltypische Arten gemäss Aufforstungskonzept Kleinstrukturen: An geeigneter Lage werden eine noch zu bestimmende Anzahl an Kleinstrukturen (Holzhaufen, -beigen, Steinhaufen, Gebüschgruppen) ausgerichtet auf die Zielarten angelegt. Die artspezifischen Ansprüche sind bei der konkreten Ausführungsplanung zu berücksichtigen: _ Waldrand strukturell vielfältig und unbeleuchtet gestalten (Fledermäuse, Nachtfalter, Reptilien, Tagfalter u.a.) _ Neben Eichen auch Ulmen fördern und erhalten (Nachtfalter) _ Lichter Wald mit Weichhölzer an eher feuchten Standorten (Nachtfalter)
Pf-FF-10	Auf dem Betriebsgelände der ARA werden 15 % ökologisch hochwertig gestaltete Grünflächen erhalten und auch bei künftigen Ausbauprojekten nicht beeinträchtigt.
Pf-FF-11	Die Ersatzflächen im Niderfeld sowie das Gebiet der Ersatzmassnahmen für das Amphibienlaichgebiet von nat. Bedeutung werden nach deren Realisierung von der Stadt Winterthur ins kommunale Natur- und Landschaftsschutzinventar aufgenommen und langfristig der Erlass einer entsprechenden Schutzverfügung angestrebt.

Nr.	Beschreibung
Pf-FF-12	Der Hardwald wird unter Berücksichtigung der folgenden Eigenschaften geplant u. bewirtschaftet: – Lichter Wald mit Weichhölzer an eher feuchten Standorten (Nachtfalter) – Artenreiche Krautschicht mit grasigen Bereichen fördern (Nachtfalter) – Totholzanteil im zur Rodung angrenzenden bewirtschafteten Mittelwald beibehalten bzw. erhöhen. Stehendes (auch geringe Durchmesser) u. liegendes Totholz belassen (xylobionte Käfer)
Pf-FF-13	Dachbegrünung und Photovoltaikanlage: Bei der Dachbegrünung, die mit einer Photovoltaikanlage kombiniert wird, sind die Grundsätze für Dachbegrünungen und Solaranlagen zu berücksichtigen [131]. Die PV-Anlage muss auf Ständern gebaut werden. Der Substrataufbau hat nach den Grundsätzen für extensive Dachbegrünungen, die Begrünung hat mit regionalem Saatgut aus der Umgebung zu erfolgen. Für die Planung und die Ausführung sind entsprechende Spezialisten beizuziehen.
Pf-FF-14	Bei transparenter oder spiegelnder Verglasung grösserer Flächen (Gebäude, Fenster, Brüstungen, Unterstände etc.) sind Massnahmen gegen Vogelkollisionen gemäss dem Leitfaden «Vogelfreundliches Bauen mit Glas und Licht» der Schweizerischen Vogelwarte vorzusehen.
Pf-FF-15	Bei den Neubauten sind Tierfallen zu vermeiden bzw. zu sichern (Licht-/Lüftungsschächte, Kellerabgänge, Kamine etc.)
Pf-FF-16	Sachgerechter Unterhalt und Pflege der Ersatzflächen gemäss Pflegeplan und Vereinbarungen mit den Bewirtschaftenden und Förstern (Wald).
Pf-FF-17	Reduzierte Aussenbeleuchtung der Gebäude und auf dem Betriebsgelände während der Nachtstunden (Bewegungssensoren, Blenden, Zeitschalter, o. Ä.) gemäss der Vollzugshilfe Vermeidung von Lichtemissionen des BAFU (2021).
Pf-FF-18	Es wird eine Erfolgskontrolle bestehend aus Umsetzungs- und Wirkungskontrolle durchgeführt. Ein entsprechendes Konzept ist der Fachstelle Naturschutz vor der Baufreigabe vorzulegen. Anmerkung: In der Regel werden Wirkungskontrollen mind. bis 10 Jahre nach Umsetzung der Ersatzmassnahme durchgeführt. Aufgrund der Etappierung ist im Rahmen der Konzeption in Absprache mit der Fachstelle Naturschutz der zeitliche Rahmen zu definieren
Fuss-, Veloverkehr und Erholung	
Pf-LV-1	Für die betroffenen Velo- und Wanderwege wird aus Sicht des Fuss- und Langsamverkehrs eine möglichst zielführende Lösung herbeigeführt, um die Routen auch während der langen Bauphasen attraktiv aufrechterhalten zu können.
Pf-LV-2	Eine temporäre Schliessung der Wegschleife des Wanderwegs rund um das ARA-Areal wird geprüft.
Pf-LV-3	Die Umleitung der bevorzugten Veloroute zwischen Pfungen und Winterthur (Wülflingen) wird präzisiert.
Pf-LV-4	Dem Knotenpunkt im Bereich der Tössbrücke wird in der weiteren Planung hinsichtlich des Fuss- und Veloverkehrs die notwendige Beachtung geschenkt.
Lichtemissionen	
Pf-Li-1	Entspr. dem 7-Punkte-Plan, werden die folgenden Massnahmen in die Bauprojekte integriert: – Notwendigkeit: Auf Kunstlicht kann im Aussenbereich der ARA Hard aus gesetzlich vorgegebenen, arbeitssicherheitstechnischen Gründen nicht verzichtet werden. Jedoch wird auf Beleuchtungen ausserhalb der Arbeitsbereiche verzichtet. – Zeit: Die Aussenbeleuchtung rund um das Betriebsgebäude wird während der Nachtzeiten zwischen 22 Uhr und 6 Uhr ausgeschaltet. Sämtliche Aussenlampen, die nicht dem Grundbeleuchtungszweck dienen, werden nur bedarfsweise eingeschaltet. – Spektrum: Die Beleuchtungen sind auch nach der Erweiterung mit energiesparsamer LED-Technologie vorzusehen. Warmweisse LEDs wirken auf Insekten am wenigsten lockend und sind folglich vorzuziehen. – Platzierung: Es wird auf eine Optimierung der Lichtpunkthöhe geachtet. – Ausrichtung: Alle Aussenleuchten der ARA werden zum Boden hin ausgerichtet. – Abschirmung: Leuchtkörper werden so abgeschirmt, dass das Licht nur dorthin gelangt, wo es dem Beleuchtungszweck dient. Der Einsatz von Leuchten, welche eine Abdichtung gegen das Eindringen von Insekten und Spinnen aufweisen, ist erforderlich.

7. Schlussfolgerung

Das Vorhaben hat in verschiedenen Umweltbereichen Auswirkungen während der Bau- und Betriebsphase. Das Pflichtenheft für nachgelagerte Planungs- und Bewilligungsverfahren regelt den Umgang mit potenziellen Umweltauswirkungen, welche gegenwärtig noch nicht feststehen und gibt Anweisungen für eine umweltverträgliche Projektumsetzung. Unter Berücksichtigung der vorgesehenen Massnahmen und der Einhaltung des Pflichtenhefts für nachgelagerte Planungs- und Bewilligungsverfahren wird das Vorhaben als umweltverträglich beurteilt.

8. Anhangsverzeichnis

Anhang	1:	ARA Hard Winterthur, Lärmgutachten
Anhang	2:	Geologisch-geotechnischer Bericht Ausbau ARA Hard West
Anhang	3:	Hydrogeologisches Gutachten Grundwasserschutzzonen
Anhang	4:	Fachbericht PFAS-Untersuchung
Anhang	5:	Fachbericht Boden und Fruchtfolgeflächen Gebiet «Bruni»
Anhang	6:	Fachbericht Boden Ersatzaufforstungsperimeter
Anhang	7:	ARA Hard, Situationsplan Ausgangszustand
Anhang	8:	Beurteilung Ausgleichsmassnahmen Amphibienlaichgebiet
Anhang	9:	Zusammenstellung Vegetationsaufnahmen
Anhang	10:	Fledermausaufnahmen, SWILD
Anhang	11:	Untersuchung zur Nachtfalterfauna Hardholz
Anhang	12:	Untersuchung xylobionte Käfer
Anhang	13:	Brutvögel – Zusammenstellung Bestandesaufnahmen
Anhang	14:	Fauna Untersuchung ARA Hard 2024
Anhang	15:	RENAT Bewertungstabelle
Anhang	16:	ARA Hard, Situationsplan Betriebszustand
Anhang	17:	Pflegeplan Ersatzmassnahmen

ARA Hard Winterthur

Lärmgutachten

Kunde

Stadtwerk Winterthur
Kläranlage Hard
CH-8403 Winterthur

Datum

08.08.2024



Impressum

Datum

08.08.2024

Bericht-Nr.

08213.000

Verfasst von

SLA, ALJ

Basler & Hofmann AG

Bachweg 1

Postfach

CH-8133 Esslingen

T +41 44 387 15 22

Verteiler

Günther Rauchegger

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Vorgehen	2
3.	Grundlagen	3
3.1	Rahmenbedingungen	3
3.2	Anforderungen nach LSV	4
3.3	Massgebender Empfangspunkt	4
3.4	Berechnungsmodell	5
4.	Emissionen der Anlage	6
4.1	Messung	6
4.2	Lärmquellen	7
4.3	Betriebszeiten	7
5.	Beurteilung nach LSV	8
5.1	Bestehende Anlage	8
5.1.1	Beurteilungspegel Tag:	8
5.1.2	Beurteilungspegel Nacht:	8
5.1.3	Vergleich mit Planungswerten	9
5.2	Planzustand ARA	9
6.	Fazit	10

Anhang 1 – Emissionen Industrie- und Gewerbelärm

Anhang 2 – Immissionen und Teilbeurteilungspegel Industrie- und Gewerbelärm

Anhang 3 – 3D Berechnungsmodell

1. Einleitung

Die Fracht des in der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Hard verarbeiteten Abwassers hat in den vergangenen Jahren überproportional zugenommen. Voraussichtlich wird diese weiter ansteigen. Gründe dafür sind nebst dem zu erwartenden Bevölkerungswachstum der Stadt Winterthur und der bereits angeschlossenen Gemeinden auch der mögliche Anschluss weiterer Gemeinden. Aus heutiger Sicht ist davon auszugehen, dass ungefähr 2065 eine Anlagenbelastung von 300'000 Einwohnerwerten (EW) erreicht sein wird. Dies entspricht fast einer Verdoppelung der heutigen Belastung. Für den Bereich Klärschlamm werden aufgrund von Fremdanlieferungen sogar 350'000 EW prognostiziert. Diese Prognose führt zu einem deutlich höheren Flächenbedarf gegenüber der heutigen Situation. Im Westen und im Osten der ARA Hard werden bedeutende Flächen ausgeschieden werden müssen, um den sicheren und zuverlässigen Betrieb der ARA Hard langfristig zu gewährleisten.

Bei der Planung der Erweiterung der ARA ist eine Bewertung der möglichen Störung der Anwohner durch Lärmimmissionen notwendig, daher soll nun die Einhaltung der gesetzlichen Belastungsgrenzwerte überprüft und dokumentiert werden.

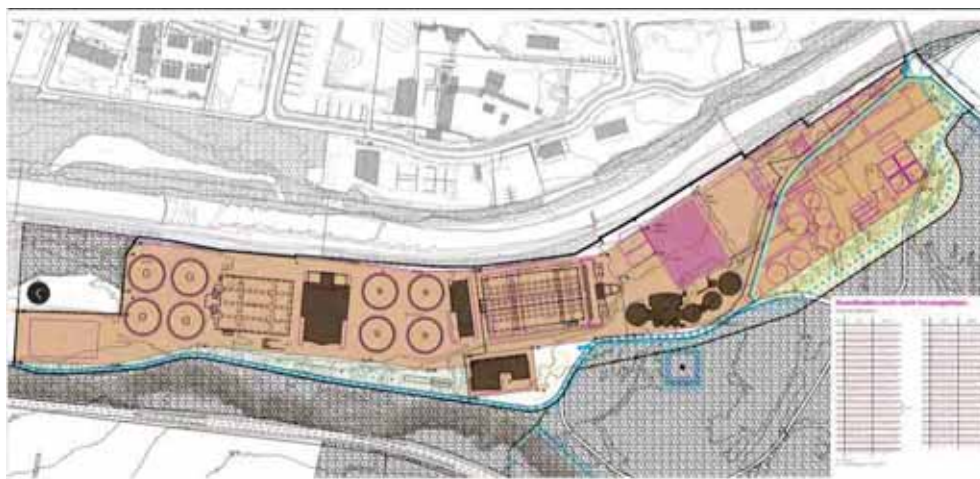


Abb. 1 Situationsplan ARA Hard
Lageplan mit neuen Anlageteilen in violetter Farbe

2. Vorgehen

Zu Beginn der Untersuchung wird eine Bestandsaufnahme aller Anlagenteile durchgeführt, die potenziell Lärm emittieren. Da eine vollständige Erfassung aller Lärmquellen in einer Kläranlage oft nicht praktikabel ist, wird exemplarisch für jeden relevanten Systemteil eine repräsentative Anlage ausgewählt, an der die Messungen durchgeführt werden. Die Lärmmessungen werden gemäss den relevanten Normen und Richtlinien durchgeführt, um vergleichbare und aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Der Ablauf der Messungen gestaltet sich wie folgt:

- **Messpunktbestimmung:** Für jede Anlage wird der Messpunkt so gewählt, dass er die maximalen Lärmimmissionen erfasst. In der Regel erfolgt die Messung in unmittelbarer Nähe der Anlage.
- **Messgeräte:** Es werden präzise und kalibrierte Schallpegelmesser verwendet, die den Anforderungen der Lärmschutzverordnung entsprechen.
- **Messverfahren:** Die Messungen erfolgen über einen definierten Zeitraum, der ausreicht, um den typischen Betriebszyklus der Anlage abzudecken.

Basierend auf den gemessenen Daten wird ein digitales Modell der aktuellen Lärmsituation erstellt. Dieses Modell simuliert die Geräuschverteilung auf dem gesamten Gelände der Kläranlage und in der umliegenden Umgebung. Dazu werden die folgenden Schritte durchgeführt:

- **Zuweisung der gemessenen Pegel zu den jeweiligen Anlagenteilen:** Jeder gemessene Wert wird dem entsprechenden Systemteil zugeordnet und in das Modell eingebracht.
- **Berücksichtigung von Umgebungsfaktoren:** Faktoren wie Reflexionen, Abschirmungen durch Gebäude oder Geländeformen werden in das Modell integriert.
- **Simulation der Gesamtlärmbelastung:** Das Modell berechnet die kumulative Lärmbelastung an Gebäuden mit lärmempfindlichen Räumen.

Im letzten Schritt wird der modellierte, heutige Zustand verwendet, um die zukünftige Lärmsituation nach einem geplanten Ausbau der Kläranlage qualitativ zu beurteilen. Dabei werden die folgenden Szenarien betrachtet:

- **Neuzugänge von Anlagen:** Es wird qualitativ analysiert, wie neu hinzukommende Anlagen oder grössere Aggregate die Lärmbelastung beeinflussen.
- **Erweiterung bestehender Systeme:** Falls bestehende Anlagen erweitert oder in ihrer Leistung erhöht werden, wird deren Auswirkung auf die Lärmsituation ebenfalls qualitativ bewertet.

Hierbei wird besonders auf die Einhaltung gesetzlicher Grenzwerte und die Minimierung von Belästigungen in der Umgebung geachtet. Falls erforderlich, werden Massnahmen zur Lärminderung vorgeschlagen, wie z.B. der Einsatz von Lärmschutzwänden oder die Optimierung von Betriebszeiten.

3. Grundlagen

- [1] Lärmschutzverordnung vom 15. Dezember 1986 (Stand am 1. Juli 2021)
- [2] Übersichtskarten - swisstopo: map.geo.admin.ch
- [3] Lärmempfindlichkeitsstufen ÖREB Kataster - GIS Zürich
- [4] CadnaA Version 2023 (32 Bit) build: 195.5312
- [5] ISO 9613-2:1996 Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
- [6] 01-20240112_Winterthur_GP_ARA Hard_Planungsbericht_ENTWURF.pdf – Planungsbericht
- [7] 02-20240112_Winterthur_GP_ARA Hard_Situationsplan_ENTWURF.pdf – Situationsplan

3.1 Rahmenbedingungen

Die folgende Grafik zeigt die Lärmempfindlichkeitsstufen der ARA und deren umliegenden Gebiete.

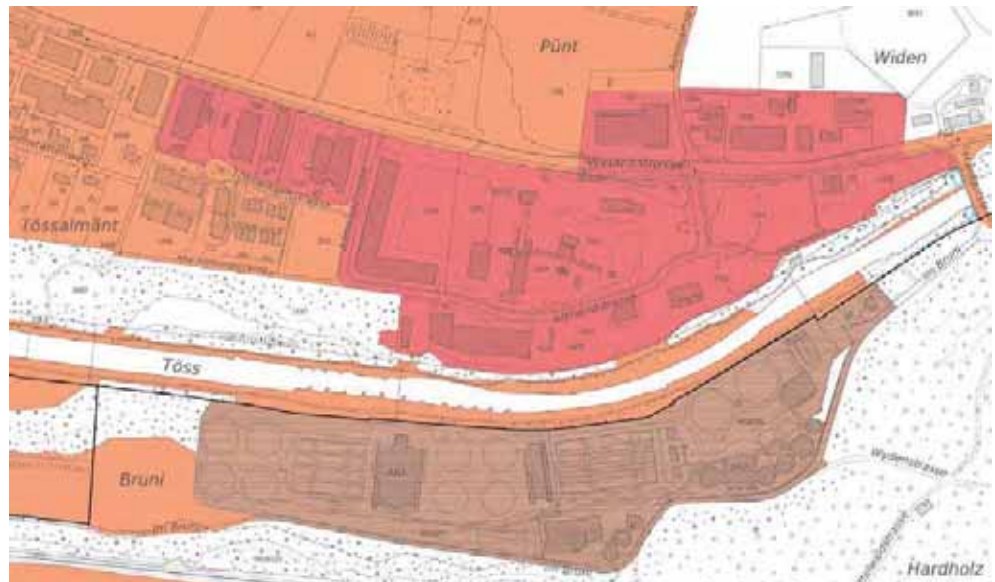


Abb. 2 Empfindlichkeitsstufen (ES) gemäss ÖREB Kataster Kanton Zürich

orange Einfärbung: ES III

Rote Einfärbung: ES IV

3.2 Anforderungen nach LSV

Die Erweiterung der ARA Hard wird als Änderung einer bestehenden ortsfesten Anlage gemäss Art. 8 Abs. 3 LSV eingestuft. Die Anlage hat zu grossen Teilen bereits beim Inkrafttreten der LSV bestanden. Die Lärmemissionen der gesamten Anlage müssen mindestens so weit begrenzt werden, dass die Immissionsgrenzwerte (IGW) nicht überschritten werden.

Die Beurteilung der Lärmimmissionen erfolgt nach Anhang 6 LSV (Industrie- und Gewerbelärm). Tab. 1 zeigt die massgebenden Belastungsgrenzwerte. Da die Anlage 24/7 betrieben wird, sind die Tag- (07-19 Uhr) und Nachtwerte (19-07 Uhr) massgebend.

	Immissionsgrenzwerte [dB(A)]	
	Tag	Nacht
ES III, Wohnen	65	55
ES IV, Wohnen	70	60

Tab. 1 Planungswerte Industrie- und Gewerbelärm nach Anhang 6 LSV

3.3 Massgebender Empfangspunkt

Massgebend für die Beurteilung der Lärmimmissionen sind die nächstgelegenen lärmempfindlichen Wohnräume im Nordosten und Nordwesten der ARA

- _ Wohngebäude Weiachstrasse 112
- _ Wohngebäude Tösswiesenstrasse 29



Abb. 3 Lageplan Immissionspunkte

Quelle: <https://map.geo.admin.ch/>

3.4 Berechnungsmodell

Als Grundlage für die Berechnung der Immissionspegel dient ein 3D-Berechnungsmodell, welches die Topografie der Umgebung, sowie die Geometrie sämtlicher Gebäude und deren aufgebaute Strukturen berücksichtigt. Als Berechnungsprogramm wurde die Software CadnaA Version 2023, build: 195.53132 verwendet. Für die Berechnung wurde das Ausbreitungsmodell nach ISO 9613-2 zugrunde gelegt. Die Immissionspegel an den massgebenden Beurteilungspunkten wurden über eine Hausbeurteilung in CadnaA bestimmt. Die berechneten Immissionspegel entsprechen somit den lautesten Empfangspunkten an der Hausfassade der Wohngebäude (Worst-Case Betrachtung).

4. Emissionen der Anlage

4.1 Messung

Die Lärmmessungen auf dem Areal der ARA Hard wurde am 9. Juli 2024 zwischen 09:00 und 11:00 Uhr durchgeführt. Für die Messung wurde ein geeichtes NOR150 Messgerät verwendet, welches vor Ort mit einem geeichten Schallkalibrator von Brüel & Kjaer kalibriert wurde.

Alle Messungen wurden in jeweils einem Meter Abstand zur Kante der Lärmquelle durchgeführt. Es wurden an zwölf Punkten Kurzzeitmessungen durchgeführt (Abb. 4).



Abb. 4 Messpunkte ARA Hard

Die erfassten Lärmpegel werden im Folgekapitel dargelegt.

4.2 Lärmquellen

Auf dem Gelände der ARA Hard erzeugen mehrere Quellen Lärmemissionen, darunter mehrere Nachklärbecken, Biologiestrassen, Förderschnecken und Umwälzbecken (Tab. 2). Die Lärmquellen erzeugen dabei hauptsächlich Fließgeräusche, welche durch die Bewegung des Wassers entstehen.

Bezeichnung	Messwert [dB(A)]	Betrieb	Messflä- chenmass	LwA [dB(A)]
1.1 Nachklärbecken	49.3	24h	0.0	57.3
2 Förderschnecke Biologiestrasse	71.5	24h	0.0	79.5
3 Biologiestrasse West	70.5	24h	0.0	78.5
4 Biologiestrasse Ost	65	24h	0.0	73
5 Biologiestrasse Mitte	60.2	24h	0.0	68.2
6 Biologiestrasse 2 West	71.1	24h	0.0	79.1
7 Förderschnecken Biologiestr Ost	70.7	24h	0.0	78.7
8 Klärbacken Biologiestrasse Ost	71.2	24h	0.0	79.2
9 Biologiestrasse 2 Ost	65.7	24h	0.0	73.7
10 Nachklärbecken	70.6	24h	0.0	78.6
11 Umwälzbecken Ost Süd	66.9	24h	0.0	74.9
12 Umwälzbecken Ost Nord	71.1	24h	0.0	79.1
1.2 Nachklärbecken	49.3	24h	0.0	57.3

Tab. 2 Übersicht der Lärmquellen auf dem Areal der ARA

4.3 Betriebszeiten

Die Berechnungen basieren auf nachfolgenden Annahmen der jeweiligen Betriebszeiten.

_ Alle Anlagen laufen während 24 Stunden, 365 Tage pro Jahr

5. Beurteilung nach LSV

5.1 Bestehende Anlage

Die Beurteilungspegel werden gemäss LSV über die Addition der Korrekturfaktoren K1 - K3 sowie der Betriebszeitkorrektur zum Immissionspegel errechnet:

$$L_{r,i} = L_{eq,i} + K1_{,i} + K2_{,i} + K3_{,i} + 10 \cdot \log(t_i / t_o)$$

5.1.1 Beurteilungspegel Tag:

Weiachstrasse 112	Teilpegel Simulation Tag [dB(A)]	K1 dB	K2 dB	K3 dB	= Lr Tag
12 Umwälzbecken Ost Nord	25.3 dB(A)	5	2	0	28.8 dB(A)
11 Umwälzbecken Ost Süd	19.8 dB(A)	5	2	0	28.7 dB(A)
8 Klärbacken Biologiestrasse Ost	16.7 dB(A)	5	2	0	28.5 dB(A)
7 Förderschnecken Biologiestrasse Ost	16.4 dB(A)	5	2	0	26.9 dB(A)
6 Biologiestrasse 2 West	14.8 dB(A)	5	2	0	22.5 dB(A)
10 Nachklärbecken	13.2 dB(A)	5	2	0	20.1 dB(A)
9 Biologiestrasse 2 Ost	11.2 dB(A)	5	2	0	19.5 dB(A)
2 Förderschnecke Biologiestrasse	10.9 dB(A)	5	2	0	18.6 dB(A)
3 Biologiestrasse West	10.1 dB(A)	5	2	0	6.5 dB(A)
5 Biologiestrasse Mitte	-7.6 dB(A)	5	2	0	6.4 dB(A)
Summenpegel	27.9 dB(A)				34.9 dB(A)

Tab. 3 Beurteilungspegel am Tag der 10 lautesten Quellen am Beurteilungspunkt Krummbuckweg 7

5.1.2 Beurteilungspegel Nacht:

Weiachstrasse 112	Teilpegel Simulation Nacht	K1 dB	K2 dB	K3 dB	= Lr Nacht
12 Umwälzbecken Ost Nord	25.3 dB(A)	5	2	0	28.8 dB(A)
11 Umwälzbecken Ost Süd	19.8 dB(A)	5	2	0	28.7 dB(A)
8 Klärbacken Biologiestrasse Ost	16.7 dB(A)	5	2	0	28.5 dB(A)
7 Förderschnecken Biologiestr. Ost	16.4 dB(A)	5	2	0	26.9 dB(A)
6 Biologiestrasse 2 West	14.8 dB(A)	5	2	0	22.5 dB(A)
10 Nachklärbecken	13.2 dB(A)	5	2	0	20.1 dB(A)
9 Biologiestrasse 2 Ost	11.2 dB(A)	5	2	0	19.5 dB(A)
2 Förderschnecke Biologiestrasse	10.9 dB(A)	5	2	0	18.6 dB(A)
3 Biologiestrasse West	10.1 dB(A)	5	2	0	6.5 dB(A)
5 Biologiestrasse Mitte	-7.6 dB(A)	5	2	0	6.4 dB(A)
Summenpegel	27.9 dB(A)				34.9 dB(A)

Tab. 4 Beurteilungspegel Nacht der 10 lautesten Quellen am Beurteilungspunkt Krummbuckweg 7

5.1.3 Vergleich mit Planungswerten

Die Immissionsgrenzwerte (IGW) gemäss Anhang 6 LSV können an den massgebenden Beurteilungspunkten eingehalten werden: Da die Grenzwerte in der Nacht 10 dB unter den Grenzwerten am Tag liegen, beschränkt sich nachfolgende Betrachtung auf die massgebende Nachtphase (Tab. 5).

Beurteilungspunkt	Nacht		Differenz Lr - IGW
	Lr	IGW	Δ Nacht
Weiachstrasse 112	35 dB(A)	55 dB(A)	- 20 dB
Weiachstrasse 114	35 dB(A)	55 dB(A)	- 20 dB
Tösswiesenstrasse 29	32 dB(A)	55 dB(A)	- 23 dB

Tab. 5 Abgleich des Beurteilungspegel Lr der ARA gemäss Anhang 6 LSV an ausgewählten Immissionspunkten mit den Immissionsgrenzwerten

5.2 Planzustand ARA

Die Immissionsgrenzwerte werden am massgebenden Beurteilungspunkt Weiachstrasse 112 um 20 dB unterschritten. Auf Basis der aktuell geplanten Anlagen (Abb. 5) kann davon ausgegangen werden, dass auch im zukünftigen Ausbauzustand die IGW weiterhin eingehalten werden, wenn keine zusätzlichen, signifikant lautereren Lärmquellen auf dem Gelände der ARA hinzugefügt werden. Ausgehend von einer Verdoppelung der Anzahl der Anlagen würde sich bei (durchschnittlich) gleichbleibendem Abstand zu den Empfangspunkten der Lärmpegel um nur etwa 3 dB erhöhen.

Gemäss aktuellem Planungsstand werden alle zukünftigen Anlagen mit hohen Lärmemissionen unterirdisch verbaut, sodass die Lärmemissionen dieser Anlagen stark gedämmt sind. Folglich entstehen durch diese Anlagen voraussichtlich keine lärmrechtlich relevanten, negativen Auswirkungen in der Umgebung der ARA.

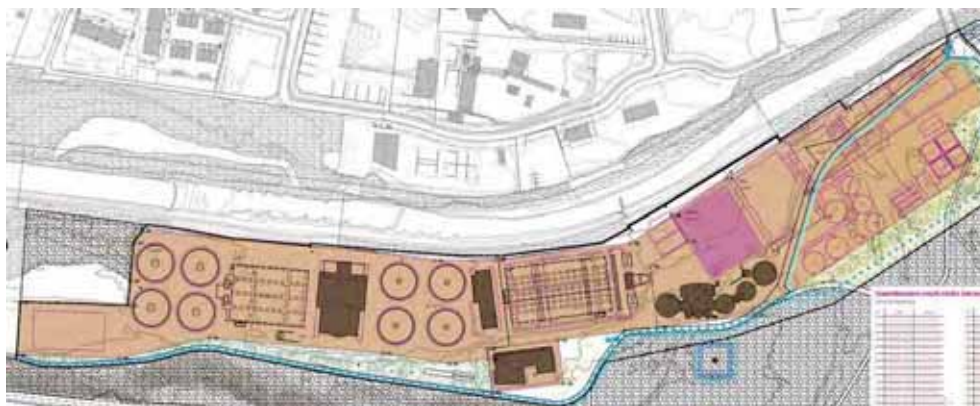


Abb. 5 Planzustand: Neue Anlagen auf dem Areal der ARA

6. Fazit

Die Immissionsgrenzwerte können gemäss heutigem Zustand an allen umliegenden Liegenschaften klar eingehalten werden. Es ist daher davon auszugehen, dass auch im zukünftigen Ausbauzustand die Grenzwerte eingehalten werden, ohne zu realisierende lärmindernde Massnahmen.

Falls in der Zukunft neue Anlagenteile implementiert werden sollen, welche deutlich höhere Lärmemissionen als die bisherigen Anlagenteile aufweisen, muss die Lärmsituation der ARA Hard auf Basis dieser Grundlagen neu bewertet werden.

Basler & Hofmann

Lärmemissionsmessungen ARA Juli 2024

Nr.	Bezeichnung	Distanz Quelle - MP (m)	Betriebspunkt	Messwert 07/2024	Abstands-korrektur	Messflächen-mass	LWA
1	1.1 Nachklärbecken	1.0	100%	49.3	0	8	57.3
2	1.2 Nachklärbecken	1.0	100%	49.3	0	8	57.3
3	2 Förderschnecke Biologiestrasse	1.0	100%	71.5	0	8	79.5
4	3 Biologiestrasse West	1.0	100%	70.5	0	8	78.5
5	4 Biologiestrasse Ost	1.0	100%	65.0	0	8	73.0
6	5 Biologiestrasse Mitte	1.0	100%	60.2	0	8	68.2
7	6 Biologiestrasse 2 West	1.0	100%	71.1	0	8	79.1
8	7 Förderschnecken Biologiestrasse Ost	1.0	100%	70.7	0	8	78.7
9	8 Klärbacken Biologiestrasse Ost	1.0	100%	71.2	0	8	79.2
10	9 Biologiestrasse 2 Ost	1.0	100%	65.7	0	8	73.7
11	10 Nachklärbecken	1.0	100%	70.6	0	8	78.6
12	11 Umwälzbecken Ost Süd	1.0	100%	66.9	0	8	74.9
13	12 Umwälzbecken Ost Nord	1.0	100%	71.1	0	8	79.1

Anhang 2 – Immissionen und Teilbeurteilungen- pegel Industrie- und Gewerbelärm



Basler & Hofmann

Nr. Alt	Bezeichnung	Lw(A)	Immissionspegel Töss/Leisenstrasse 29	Teilbeurteilungspegel Töss/Leisenstrasse 29	Immissionspegel Weichstrasse 112	Teilbeurteilungspegel Weichstrasse 112	Immissionspegel Weichstrasse 114	Teilbeurteilungspegel Weichstrasse 114	K1 Tag	K1 Nacht	K2	K3
1	1.1 Nachklärbecken	57.3	-1.2	5.8	-12.0	-5.0	-12.2	-5.2	5	5	2	0
2	1.2 Nachklärbecken	57.3	-4.6	2.4	-8.5	-1.5	-8.6	-1.6	5	5	2	0
3	2 Förderschnecke Biologiestrasse	79.5	20.0	27.0	10.9	17.9	10.7	17.7	5	5	2	0
4	3 Biologiestrasse West	78.5	20.5	27.5	10.1	17.1	9.9	16.9	5	5	2	0
5	4 Biologiestrasse Ost	73.0	13.4	20.4	-8.6	-1.6	-9.0	-2.0	5	5	2	0
6	5 Biologiestrasse Mitte	68.2	8.7	15.7	-7.6	-0.6	-8.1	-1.1	5	5	2	0
7	6 Biologiestrasse 2 West	79.1	1.1	8.1	14.8	21.8	14.6	21.6	5	5	2	0
8	7 Förderschnecken Biologiestrasse Ost	76.7	-3.5	3.5	16.4	23.4	16.2	23.2	5	5	2	0
9	8 Klärbecken Biologiestrasse Ost	79.2	-0.8	6.2	16.7	23.7	16.6	23.6	5	5	2	0
10	9 Biologiestrasse 2 Ost	73.7	6.9	13.9	11.2	18.2	11.0	18.0	5	5	2	0
11	10 Nachklärbecken	78.6	12.1	19.1	13.2	20.2	12.2	19.2	5	5	2	0
12	11 Urwälfbecken Ost Süd	74.9	6.8	13.8	19.8	26.8	19.7	26.7	5	5	2	0
13	12 Urwälfbecken Ost Nord	79.1	10.3	17.3	25.3	32.3	25.1	32.1	5	5	2	0
Summe			24.5	31.5	27.9	34.9	27.7	34.7				

Anhang 3 – 3D Berechnungsmodell









Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht



Winterthur, 16. Mai 2024

Bauherrschaft: Stadtwerk Winterthur, Kläranlage Hard, Im Brunni, 8408 Winterthur
Bauingenieur: INGE AFRY-HOLINGER, Herostrasse 12, 8048 Zürich
AFRY Schweiz AG / Holinger AG

Objektnummer: 231482

INHALT

1	EINLEITUNG	4
1.1	Aufgabenstellung und Auftrag	4
1.2	Projektunterlagen	4
1.3	Ältere Untersuchungen	4
1.4	Gesetze, Vollzugshilfen und Merkblätter	5
1.5	Ausgeführte Arbeiten	5
1.6	Repräsentativität der Untersuchung	7
2	GEOLOGISCHE ÜBERSICHT	8
3	ANGETROFFENE UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	8
3.1	Künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten	8
3.2	Schotter	9
3.3	Seeablagerungen	9
4	GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	10
4.1	Hydrogeologische Übersicht	10
4.2	Grundwasserleiter	10
4.3	Grundwasserspiegellage und -schwankungen	13
4.4	Grundwasserschutz	18
5	BAUTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	21
5.1	Projekt	21
5.2	Baugrundwerte	21
5.3	Foundation	23
5.4	Aushub	26
5.5	Baugrubenabschluss und Wasserhaltung	27
5.6	Trockenhaltung von unterirdischen Bauteilen und Auftriebssicherheit	30
5.7	Grundwasser-Ersatzmassnahmen	31
5.8	Bauüberwachung	31
5.9	Weitere Empfehlungen und Hinweise	31
6	NATURGEFAHREN	32
7	METEORWASSERVERSICKERUNG	32

TABELLEN

Tabelle 1:	Sondierungen	6
Tabelle 2:	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse	22

FIGUREN

Figur 1:	Ausschnitt 1:10'000 aus der Grundwasserkarte (GIS-Browser Kt. Zürich)	11
Figur 2:	Langjährige Ganglinie der Fassung Hard 1	14
Figur 3:	Abflusskurven der Töss-Messstation Neftenbach (ca. 800 m flussabwärts bei Bruni-Brücke, Höhenangaben Abflusspegel in m ü.M.) aus [7]	15
Figur 4:	Hochwasseranstieg im Grundwasser beim Kleinst-Hochwasser vom 23.2.2024 ($Q = 51.6 \text{ m}^3/\text{s}$) in Abhängigkeit vom Abstand zur Töss	16
Figur 5:	Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche im Schotter (Bemessungsniveau)	24
Figur 6:	Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche im Schotter (Bemessungsniveau)	25

BEILAGEN

Beilage 1:	Situation 1:2'500, Projekt, Lage der Sondierungen und Isohypsen Mittelwasserstand
Beilage 2:	Situation 1:2'500, Projekt, Lage der Sondierungen und Isohypsen Höchsthochwasserstand
Beilage 3:	Profil 1:1000/500, geologisch bearbeitet
Beilage 4:	Einzelprotokolle der Kernbohrungen Nr. 24-1 bis 24-6, 1:100
Beilage 5:	Einzelprotokolle älteren Sondierungen
Beilage 6:	Auswertungen der Flowmeterversuche, Werner + Partner AG, Burgdorf
Beilage 7:	Korngrössenverteilungskurven, Consultest AG, Ohringen
Beilage 8:	Laborresultate, Niutec AG, Winterthur
Beilage 9:	Ganglinie des Grundwasserspiegels in den KleinfILTERrohren Nrn 24-2, 24-4, 24-6 sowie in der Fassung Hard 1

1 EINLEITUNG

1.1 Aufgabenstellung und Auftrag

Die ARA Hard in Winterthur soll in zwei Etappen ausgebaut werden. Der hier vorliegende Baugrundbericht beschränkt sich auf das Teilprojekt ARA Hard West, welches insbesondere den Neubau einer Filteranlage für Mikroverunreinigung (EMV) westlich des bestehenden Geländes sowie Um- und Neubauten innerhalb der bestehenden ARA umfasst.

Am 3. Oktober 2023 beauftragte Herr Rauchegger (Stadtwerk Winterthur) schriftlich die Jäckli Geologie AG mit geologisch-geotechnischen Baugrunduntersuchungen. Basis für diesen Auftrag bildet das Angebot vom 22. September 2023.

1.2 Projektunterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen folgende Unterlagen der INGE AFRY-HOLINGER (Stand Bauprojekt, datiert vom 1.3.2024) zur Verfügung:

- [1] Grundriss, 1:500, Plan-Nr. 1 ARA VF 001 0
- [2] Schnitte, 1:500, Plan-Nr. 1 ARA VF 002 0

1.3 Ältere Untersuchungen

Im Projektareal und in dessen Umgebung sind in der Vergangenheit bereits verschiedene geologische Abklärungen erfolgt. Es standen insbesondere die Resultate folgender Untersuchungen zur Verfügung:

- [3] Wasserversorgung Winterthur (22.02.1958): Erweiterung des Grundwasserpumpwerkes Hard. Übersicht über die hydrogeologischen Verhältnisse und Auswertung der Resultate des Pumpversuchs vom 12.11. bis 19.12.1957
- [4] Stadtwerk Winterthur (1972–1985): Auszüge von diversen Untersuchungen
- [5] Büchi und Müller AG (16.12.1983): Baugrundverhältnisse Ausbau der Kläranlage Hard, Winterthur. Geologisches Gutachten
- [6] Büchi und Müller AG (30.9.1986): Ausbau der Kläranlage Hard, Winterthur. Resultate des Pumpversuchs vom 15.8. – 2.9.1986. Hydrogeologisches Gutachten
- [7] VSA (3.12.1987): Verbandsbericht Nr. 367, Grundwasserprobleme beim Ausbau der ARA Hard in Winterthur
- [8] Städt. Werke Winterthur (31.03.1988): Gesellschaft Grundwasserfassungen Hard, Grundwasserfassung Hard I, Grundwasserfassung Hard II. Schutzzonenbericht
- [9] CSD Ingenieure (19.9.2013): Stadtwerk Winterthur, Abwasserreinigungsanlage Hard Erweiterung 2. Faulturm, Geotechnischer Bericht
- [10] CSD Ingenieure (15.8.2019): Stadtwerk Winterthur, Kläranlage Hard, 8403 Winterthur, Erweiterung Biologie und MW, Geotechnischer Bericht
- [11] Jäckli Geologie AG (22.9.2021): Zulaufkanal Wülflingen, Rohrbrücke Töss, Hardgutstrasse Winterthur / ZH, Geologisch-geotechnischer Bericht

Die für das Bauvorhaben relevanten Ergebnisse der älteren Untersuchungen wurden in den vorliegenden Bericht integriert.

1.4 Gesetze, Vollzugshilfen und Merkblätter

- [12] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Februar 2023), SR 814.20
- [13] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Januar 2023), SR 814.201
- [14] Bundesamt für Umwelt BUWAL/BAFU (2004): Wegleitung Grundwasserschutz
- [15] Baudirektion Kanton Zürich, AWEL (Dezember 2004): Allgemeine Nebenbestimmungen für das Bauen im Grundwasser und Grundwasserabsenkungen
- [16] Baudirektion Kanton Zürich, AWEL (2019): Bauvorhaben in Grundwasserleitern und Grundwasserschutzzonen, Merkblatt
- [17] Bundesamt für Umwelt BAFU (24.2.2022): Interessenabwägung bei Einbauten unter den mittleren Grundwasserspiegel im Gewässerschutzbereich A_u, Informationsschreiben an kantonale Fachstellen

1.5 Ausgeführte Arbeiten

Zur Abklärung der Baugrundverhältnisse wurden folgende Feldarbeiten durchgeführt:

Studersond AG, Uebeschi

- 6 verrohrte Kernbohrungen mit fortlaufender Entnahme und Auslegung des Bohrgutes, Sondiertiefen 8.0–30.0 m,
- 29 Standard-Penetrations-Tests (SPT) zur Bestimmung der Lagerungsdichte der Schichten,
- Versetzen je eines Kleinfilterrohres $\varnothing 4\frac{1}{2}$ " in allen Kernbohrungen zur längerfristigen Beobachtung der Wasserspiegellage,
- Durchführung von Kurzpumpversuchen in allen Bohrungen zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes K.

Consultest AG, Ohringen

- Durchführung von 5 Korngrössenverteilungen am 1.2.2024

Niutec AG, Winterthur

- Chemische Analyse an 3 Feststoffproben und Eluat-Versuche

Werner + Partner AG, Burgdorf

- Durchführung von 3 Flowmeterversuchen in den Kleinfilterrohren Nrn. 24-2, 24-4 und 24-6 am 5.2.2024

Jäckli Geologie AG, Zürich

- Submission und geologische Bauleitung über die Kernbohrarbeiten sowie Flowmeterversuche,
- Geologische Aufnahme der Kernbohrungen,
- Einbau eines Daten-Loggers zur längerfristigen Beobachtung der Grundwasserspiegel-lage in den Kleinfiterrohren Nr. 24-2, 24-4 und 24-6 am 9.2.2024,
- Nachkontrolle des Wasserspiegels in allen Kleinfiterrohren am 9.2.2024,
- Auslesen Logger-Daten am 27.2.2024 und 2.5.2024,
- Einmessen und Nivellieren der Sondierstellen,
- Entnahme von Feststoff- und Bodenproben und Lieferung ins Labor,
- Beschaffen hydrologische und hydrogeologische Daten und Auswertung.

In der nachfolgenden *Tabelle 1* sind die wichtigsten zahlenmässigen Angaben über die einzelnen Sondierungen zusammengestellt. Die Lage der Sondierungen ist aus dem Situationsplan ersichtlich (*Beilage 1 und 2*).

Tabelle 1: Sondierungen

Sondierung	Terrainhöhe	Sondierart, Piezometer- rohr	Sondiertiefe	Wasserspiegel		
				Tiefe	Kote	Datum
<i>Nr.</i>	<i>m ü.M.</i>	<i>*)</i>	<i>m</i>	<i>m u.T.</i>	<i>m ü.M.</i>	<i>–</i>
Sondierungen 2024						
24-1	399.23	KB P **)	12.0	6.90 7.41	392.33 391.82	25.01.2024 09.02.2024
24-2	398.25	KB P **)	30.0	7.30 6.40	390.95 391.85	25.01.2024 09.02.2024
24-3	398.37	KB P **)	8.0	6.10 6.56	392.27 391.81	25.01.2024 09.02.2024
24-4	397.72	KB P **)	25.0	5.18 5.76	392.54 391.96	25.01.2024 09.02.2024
24-5	398.03	KB P **)	9.0	5.10 5.76	392.93 392.27	25.01.2024 09.02.2024
24-6	398.23	KB P **)	21.0	4.70 5.37	393.62 392.86	25.01.2024 09.02.2024

Tabelle 1: Sondierungen (Fortsetzung)

ältere Sondierungen mit noch messbaren Piezo- resp. Kleinfilterrohren						
69	395.95	KB (?)	30.1	2.00 2.03	394.17 394.14	15.02.2022 09.02.2024
82	399.00	KB	12.0	8.16 8.10	391.91 391.97	15.02.2022 09.02.2024
19-1	398.50	KB	10.0	6.76 6.48 6.42	391.74 391.88 391.94	27.06.2019 15.02.2022 09.02.2024
728	404.10	KB P hoch **) P tief **)	33.4	11.49 11.30 11.35 11.20	393.54 393.73 393.59 393.74	15.02.2022 09.02.2024 15.02.2022 09.02.2024
729 A	396.44	P **)	8.3	3.11 3.62 3.56	393.33 392.82 392.88	27.04.1957 15.02.2022 09.02.2024
730	396.49	P **)	8.7	2.77 3.06 2.98	393.72 393.43 393.51	27.04.1957 15.02.2022 09.02.2024

*) KB = Rotationskernbohrung
P = Piezometerrohr

**) OK Piezometerrohr

Nr. 24-1	399.09 m ü.M.	ø 4.5"
Nr. 24-2	398.19 m ü.M.	ø 4.5"
Nr. 24-3	398.16 m ü.M.	ø 4.5"
Nr. 24-4	397.53 m ü.M.	ø 4.5"
Nr. 24-5	397.90 m ü.M.	ø 4.5"
Nr. 24-6	398.06 m ü.M.	ø 4.5"
Nr. 69	396.17 m ü.M.	ø keine Angabe
Nr. 82	400.07 m ü.M.	ø 4"
Nr. 19-1	398.36 m ü.M.	ø 2"
Nr. 728 hoch	405.03 m ü.M.	ø keine Angabe
Nr. 728 tief	404.94 m ü.M.	ø keine Angabe
Nr. 729 A	396.44 m ü.M.	ø keine Angabe
Nr. 730	396.49 m ü.M.	ø keine Angabe

1.6 Repräsentativität der Untersuchung

Mit den durchgeführten geologisch-geotechnischen Untersuchungen wurden die Grundlagen für die weitere Projektierung im Sinne einer *Hauptuntersuchung* gemäss SIA 267, Ziff. 3.2.2.2 erarbeitet. Die beschriebenen Untergrund- und Wasserverhältnisse basieren auf einer Interpretation der punktuellen Sondierresultate. Es ist nicht auszuschliessen, dass die effektiv vorhandenen Verhältnisse zwischen den Sondierungen lokal geringfügig davon abweichen. Die bautechnischen Empfehlungen beziehen sich auf die vorliegenden Projektunterlagen (*Kapitel 1.2*). Bei relevanten Projektänderungen oder einem neuen Projekt ist eine Neubeurteilung erforderlich.

2 GEOLOGISCHE ÜBERSICHT

Die ARA Hard liegt zwischen Winterthur-Wülflingen und Neftenbach in der flachen Sohle des unteren Tösstales. Dieses wurde trogförmig durch den Gletscher in die Gesteine der *Oberen Süsswassermolasse* eingetieft, wobei gegenüber dem Abflussniveau der Felsschwelle bei Pfungen-Embrach eine erhebliche glaziale Übertiefung eingetreten ist. Dieser Felstrog wurde zunächst mit *Moräne*, später auch mit feinkörnigen *Seeablagerungen* aufgefüllt. Die letzteren werden in diesem Gebiet als «Pfungener-Schichten» bezeichnet und wurden im ca. 1 km nordwestlich liegenden Gebiet Bruni durch die Ziegelei-Industrie abgebaut. Über deren Obergrenze schüttete die Töss gegen Ende der letzten Eiszeit einen sandig-kiesigen *Schotter* und schuf so im Wesentlichen die heutige Talebene. Lokal wurden die Seeablagerungen tief eingeschnitten, dadurch sind Schotterrinnen und kolkartige Vertiefungen (mutmassliche Toteislöcher) entstanden sind, welche lokal bis zu 74 m tief sein können (Kapitel 3.2).

Den Abschluss des Schichtprofils bilden natürliche *Oberflächenschichten*, welche im Projektabschnitt vielerorts durch *künstliche Auffüllungen* ersetzt resp. mit solchen überschüttet wurden. Im ARA-Gelände sind verschiedene Planums-Niveau vorhanden. Generell steigt die Mächtigkeit der Aufschüttungen wegen dem ursprünglichen Geländegefälle gegen Nordwesten an.

3 ANGETROFFENE UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

Die nachfolgenden Koten und Tiefangaben stammen von den neuen Bohrungen und beziehen sich jeweils auf die heutige Terrainoberfläche. Da das Gelände angeschüttet worden ist, weichen die ehemaligen Geländekoten von den heutigen ab, dies dürfte sich insbesondere auf die heutig Schotteroberkante auswirken.

3.1 Künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten

- Vorkommen: in allen Sondierungen angetroffen
- Obergrenze: OK Terrain, entsprechend ca. Kote 397.7–399.2 m ü.M.
- Mächtigkeit: ca. 0.8–6.0 m (siehe Kapitel 2)
- Material: Oberboden (Humus), leicht bis mässig tonig-siltiger Sand mit wenig bis reichlich Kies
untergeordnet: toniger Silt mit viel Sand und wenig Kies
- Lagerung: locker
lokal auch mitteldicht gelagert, v.a. verdichtete Kofferungen (z.B. Bohrungen Nrn. 24-4 bis 24-6)
- Tragfähigkeit: klein
Kofferungen: mittel
- Setzungsempfindlichkeit: gross
Kofferungen: mittel

- Besonderheiten: künstliche Auffüllungen können Fremdstoffe enthalten (vgl. *Beilage 4*), unter den künstliche Auffüllungen sind teilweise noch Relikte des ursprünglichen Bodenhorizontes, vor der Aufschüttung, des Geländes vorhanden

3.2 Schotter

- Vorkommen: in allen Sondierungen angetroffen
- Obergrenze: 0.8–6.0 m u.T. entsprechend ca. Kote 392.0–397.7 m ü.M.
- Mächtigkeit: Untergrenze nur in der Bohrung Nr. 24-6 in 17.3 m Tiefe angetroffen.
- Material: leicht siltiger Kies mit reichlich Sand
«*Rollkieslagen*» (z.T. mehrere Meter mächtig): sauberer Kies mit wenig Sand
siltiger Sand mit reichlich bis viel Kies und Steinen
moränenartige Schichten: leicht bis mässig tonig-siltiger Kies mit reichlich Sand und Steinen, v.a. im tieferen Bohrabschnitten
- Lagerung: mitteldicht
moränenartige Schichten: dicht
- Tragfähigkeit: mittel bis gross
moränenartige Schichten: gross
- Setzungsempfindlichkeit: mittel bis klein
moränenartige Schichten: klein
- Besonderheit: kann Steine und grössere Blöcke sowie rollige Partien enthalten («*Rollkieslagen*»)

3.3 Seeablagerungen

- Vorkommen: nur in der Bohrung Nr. 24-6 erbohrt
- Obergrenze: in 24-6 bei ca. 17.3 m u. T., entsprechend ca. Kote 380.9 m ü.M., ältere Sondierungen südöstlich der ARA lassen eine rinnenartige Vertiefung annehmen, deren Sohle auf ca. 339.5 m ü.M. resp. ca. 74.1 m u.T. liegt (Kapitel 2)
- Mächtigkeit: in 24-6 Untergrenze bis 21.0 m u.T. nicht erreicht, auch in älteren Bohrungen bis 78 m u.T. nicht erreicht
- Material: *bis 20.4 m u.T. Übergangsbereich mit Schotter*: toniger Silt mit Zwischenlagen aus mässig bis stark siltigem Sand und Kies
ab 20.4 m u.T.: toniger Silt
in älteren Sondierungen als Lehm z.T. mit Sand und Kies beschrieben
- Lagerung: locker bis mitteldicht

- Tragfähigkeit: klein bis mittel
- Setzungsempfindlichkeit: mittel bis gross
- Besonderheit: sandige Seeablagerungen sind unter dem Wasserspiegel äusserst empfindlich auf hydraulischen Grundbruch, erosionsanfällig und neigen zum Fliesen und Ausschwemmen

4 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

4.1 Hydrogeologische Übersicht

Die ARA Hard liegt am untersten Ende des Eulachtalgrundwasserstroms (i 3 gemäss Grundwasserkarte), wo dieser in die Töss exfiltriert. Wegen der im Niederfeld vorhandenen Tössinfiltration wird dieser in diesem untersten Abschnitt auf der Grundwasserkarte allerdings als Tössgrundwasserstrom (Konzessionsgebiet i 1) bezeichnet (vgl. *Figur 1*). Die Grundwasserkarte des Kantons Zürich weist für das Projektareal grosse (10–20 m) und sehr grosse Mächtigkeiten (mehr als 20 m) des Grundwasserleiters aus. Als Grundwasserleiter wirken die wassergesättigten Partien des sandig-kiesigen Schotters. Die darunterliegenden, mehrheitlich tonig-siltigen Seeablagerungen (Pfungener-Schichten) wirken als Grundwasserstauer.

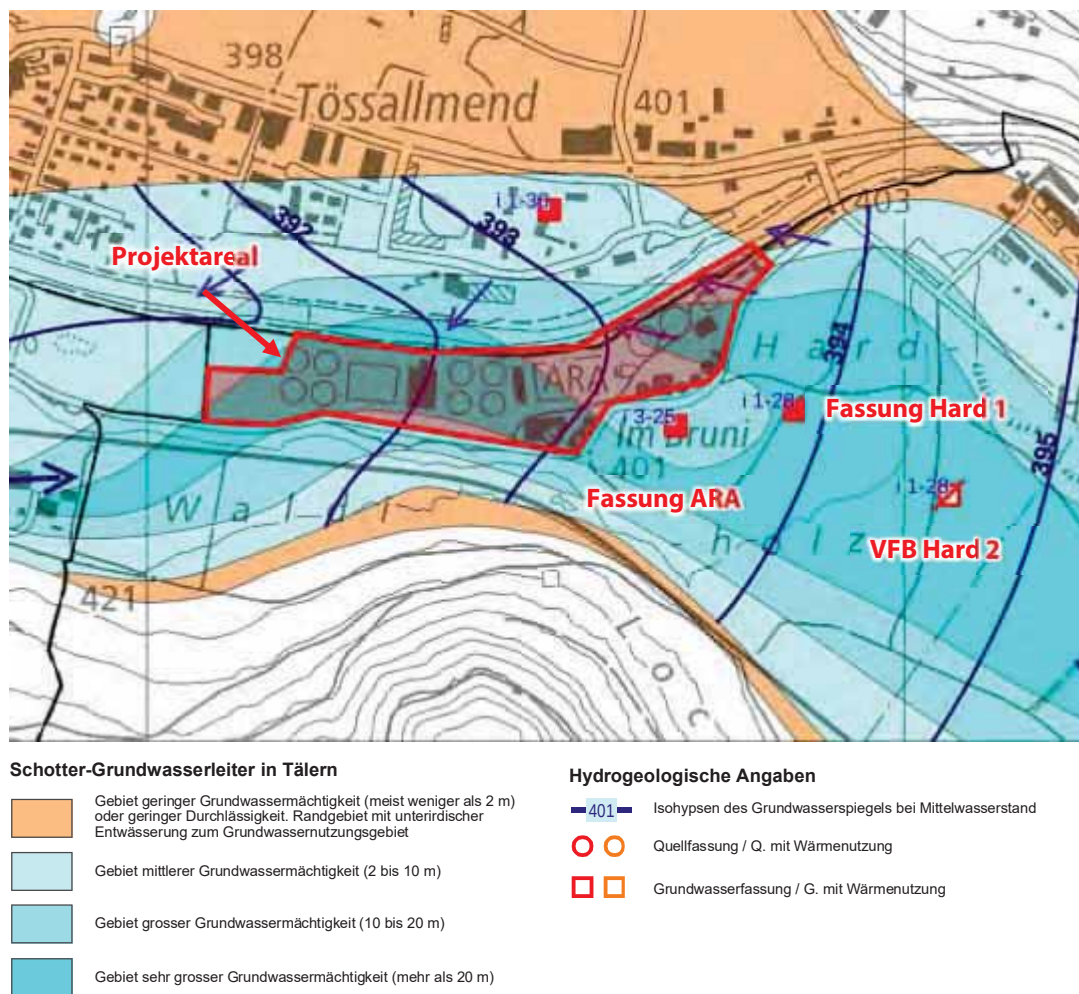
Unmittelbar östlich, d.h. zustromseitig der ARA wird das Grundwasser in der städtischen Fassung Hard 1 (Konzession i 1-28) zu Trinkwasserzwecken genutzt. Im Rahmen des geplanten ARA-Ausbaus ist zudem eine Reaktivierung des noch ca. 400 m weiter südöstlich gelegenen Versuchsfilterbrunnens VFB Hard 2 (noch ohne Konzession) geplant. Die heute noch bestehende Fassung Kläranlage (Konzession i 3-25) soll aufgehoben werden.

4.2 Grundwasserleiter

Der als Grundwasserleiter wirkende Schotter wurde in allen Sondierungen angetroffen. In Bereichen mit natürlichem Bodenaufbau (vgl. z.B. Kernbohrungen Nrn. 24-1 und 24-2) liegt die Schotteroberkante in rund 1 m Tiefe. Im heutigen Bereich der ARA liegt die Schotteroberkante tiefer, da der natürliche Schotterkörper mit künstlichen Auffüllungen ausgetauscht resp. überschüttet worden ist. In den neuen Kernbohrungen mit Bohrtiefen von 9.0 bis 30.0 m wurde die Untergrenze des Schotter nur in der Bohrung Nr. 24-6 in 17.3 m u.T. erreicht.

In älteren Bohrungen wurden teilweise noch grössere Schottermächtigkeiten nachgewiesen. Im Versuchsbrunnen Hard 2 wurden die Seeablagerungen z.B. erst in 70 m resp. in der Bohrung Nr. 726 G in 74 m Tiefe erreicht. Wie in Kapitel 2 erwähnt dürfte es sich dabei um rinnen- und kolkartige glaziale Eintiefungen handeln. Die Schottermächtigkeiten und damit auch die Grundwassermächtigkeiten variierend in diesem Gebiet stark, was die Mächtigkeitsverteilung in der Grundwasserkarte zumindest ansatzweise andeutet. Die Lage dieser Vertiefungen ist im Detail aber nicht bekannt und die Darstellung in der Grundwasserkarte, wie sie in den *Beilagen 1 und 2* als Hintergrund verwendet worden ist, weicht z.T. von der Realität ab.

Figur 1: Ausschnitt 1:10'000 aus der Grundwasserkarte (GIS-Browser Kt. Zürich)



Im Rahmen der Bohrarbeiten wurden in allen Bohrungen Kurzpumpversuche durchgeführt. Mit der maximalen Pumpmenge von 250 l/min konnte keine messbare Absenkung erzielt werden. Einerseits dürfte dies auf die zu kleinen Pumpmengen (Limitierung Rohrdurchmesser und Pumpenleistung) sowie andererseits durch nach unten gerichtete Vertikalströmungen (siehe nachfolgende Diskussion Flowmeter-Messungen) bedingt sein. Für die Ermittlung der hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte k wurde als approximativer Ansatz eine Absenkung von 1 cm angenommen. Die berechneten k -Wert von 2.1×10^{-2} m/s bis 2.1×10^{-1} m/s stellen somit eher Minimalwerte dar. Es kommt hinzu, dass es dabei um sogenannte Profil- k -Werte handelt, welche einen Mischwert über die ganze Filterstrecke inklusiv der sandigeren und moränenartigen Partien darstellen. Insbesondere in den angetroffenen Rollkieslagen dürften nochmal höhere Durchlässigkeiten vorhanden sein. In Bezug auf den Wassernachfluss muss davon ausgegangen werden, dass die z.T. mehrere Meter mächtigen Rollkieslagen eine laterale Ausdehnung im Dekameter-Bereich haben und z.T. hydraulisch direkt an die Töss angebunden sind.

Am 5. Februar 2024 wurde in den Bohrungen Nrn. 24-2, 24-4 und 24-6 jeweils ein Flowmeterversuch durchgeführt. Mit den dabei möglichen Pumpmengen von maximal rund 300 l/min war ebenfalls keine messbare Absenkung zu erreichen. Die Flowmeter-Versuche ergaben in

diesen Bohrungen zudem klaren Indikationen auf nach unten gerichtete Vertikalströmungen in den gemessenen Bohrlöchern. Dieser Befund weicht von früheren Untersuchungen im Gebiet des VFB Hard 2 ab. Dort wurden in Sondierbohrungen und im Versuchsbrunnen starke aufwärtsgerichtete Strömungen festgestellt. Die hier in den Bohrlöchern festgestellte Abwärtsströmung dürfte auf die lokalen Exfiltrationsverhältnisse zurückzuführen sein (tiefere Anbindung an abstromseitige Töss über Rollkieslagen). Für die Auswertungen (vgl. *Beilage 6*) wurde basierend auf einem modellierten Effekt der Abwärtsströmung eine theoretische Absenkung von 3 cm abgeschätzt. Aufgrund dieser Effekte weisen auch die Resultate der Flowmeterversuche signifikante Unsicherheiten auf, sowohl gegen oben als auch gegen unten. In relativer Hinsicht bestätigen die Flowmeterversuche aber die grosse Variation der hydraulischen Durchlässigkeiten innerhalb der Filterstrecke. Die aus den Flowmeter-Messungen «modellierten» k-Werte variieren tiefenbezogen sehr stark. Mit wenigen Ausnahmen wurden die höchsten Abschnittswerte von $2\text{--}5 \times 10^{-1} \text{ m/s}$ (20–50 mm/s) jeweils in der Rollkieslagen (sauberer Kies) gemessen. In der Tendenz sind diese in den oberen Bereichen des Grundwasserleiters häufiger als in tieferen Bereichen.

Im Hinblick auf den Ausbau der ARA Hard im Jahr wurden 1986 im Neubaubereich zwei Versuchsfilterbrunnen (VFB 1 und VFB 2) erstellt und mit einem Grosspumpversuch getestet. Dabei wurde gemäss [6] mit einer Pumpleistung von 70'000–80'000 l/min in den Brunnen eine Absenkung von ca. 1.8 m erzielt, was gemäss [6] einer hydraulischen Durchlässigkeit von $1.5 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ entspricht (Profil-k-Wert). Da in [6] Brunnenprofile mit den Brunnentiefen und dem Filterausbau fehlen, ist eine Bewertung dieses Versuches heute schwierig. Bei mutmasslichen Brunnentiefen von ca. 15 m dürften von der Filterstrecke auch sandige oder moränenartige Schichten erfasst worden sein (vgl. Bohrungen Nrn. 24-2, 24-4 und 24-6), so dass in den oberen, bautechnisch besonders relevanten Schichten deutlich höhere Werte wahrscheinlich sind.

In [8] werden basierend auf Grosspumpversuchen in den Grundwasserfassungen Hard 1 und VFB Hard 2 mit einer Feldabsenkung hydraulischen Durchlässigkeiten des Schotters von 1 bis $2 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ angegeben. Dabei handelt es sich um Gebiets-k-Werte.

Trotz umfangreicher Daten und Versuche bestehen somit bezüglich der hydraulischen Durchlässigkeiten im Bereich der geplanten Neubauten noch Unsicherheiten. Generell ist für die durch die Baueingriffe tangierten Schotterbereiche von sehr grossen Durchlässigkeiten deutlich $> 2 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ und von einer direkten Anbindung an die Töss auszugehen.

Im Rahmen des Ausbaus der ARA 1986 wurde das Rütteldruckverfahren (RDV) angewendet, um eine Verdichtung des Kiesel zu erreichen [7]. Zudem sollte damit auch der k-Wert des Schotters verringert werden, um die Pumpenleistung reduzieren zu können. Einerseits liegt uns kein Plan vor, wo dieses Verfahren eingesetzt worden ist. Andererseits konnte in den durchgeführten Pump- resp. Flowmeterversuchen sowie auch den chemischen Analysen kein Hinweis auf RDV gefunden werden.

4.3 Grundwasserspiegellage und -schwankungen

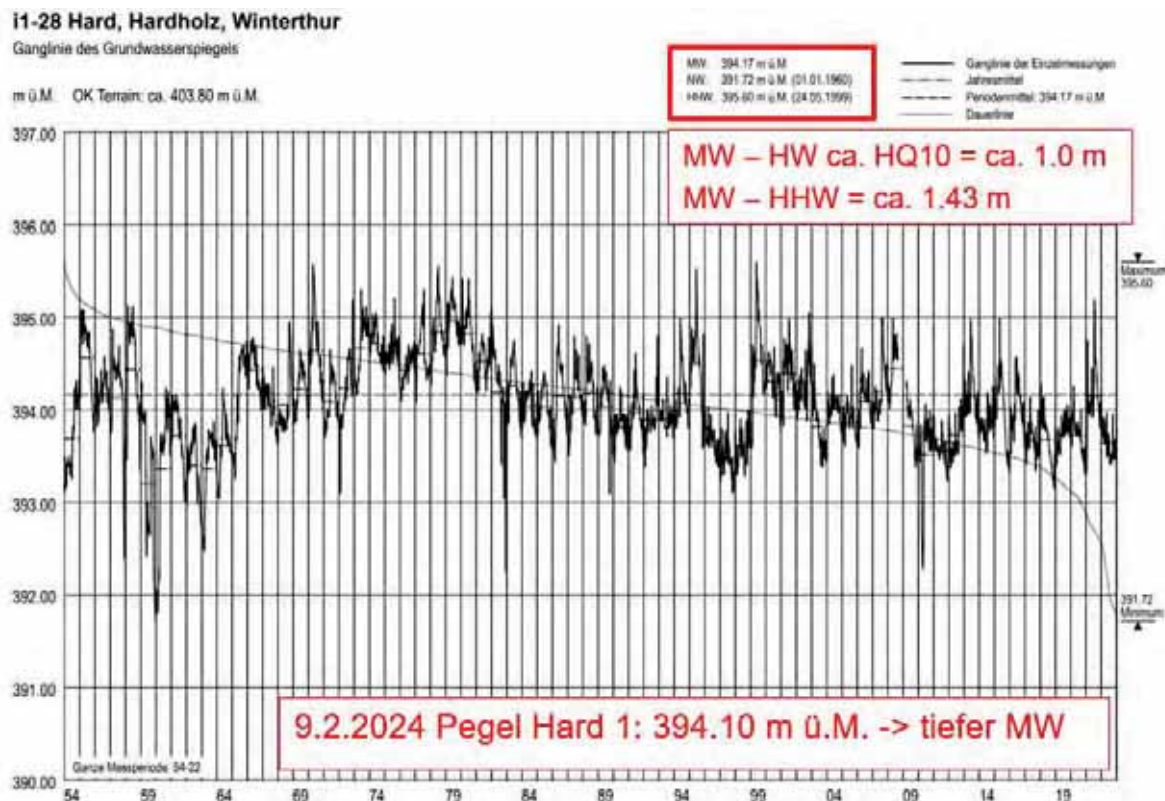
Mittelwasserstand

Gemäss Angaben der Grundwasserkarte des Kantons Zürich soll der mittlere Grundwasserspiegel im Projektbereich zwischen ca. Kote 391.5 und 393.5 m ü.M. liegen. Da in diesem Gebiet stellenweise der auf der Karte angegebene Hochwasserspiegel (HW) tiefer als der Mittelwasserspiegel (MW) liegt, ist für die charakteristischen Wasserstände eine vertiefte Neubetrachtung erforderlich.

Am 9.2.2024 wurde in allen neuen KleinfILTERrohren sowie den noch messbaren älteren KleinfILTER- und Piezometerrohren eine Stichtagsmessung durchgeführt (vgl. *Tabelle 1*). In der Fassung Hard 1 wurde am 9.2.2024 ein Grundwasserspiegel auf Kote 394.10 m ü.M. gemessen (Ruhewasserspiegel ohne Pumpbetrieb). Dieser Wert entspricht gemäss den langjährigen Wasserspiegelmessungen in dieser Fassung einem tiefen Mittelwasserstand (langjähriger MW-Pegel Hard 1 = 394.17, *Figur 2*). Somit kann die Stichtagsmessung vom 9.2.2024 als tiefer Mittelwasserstand betrachtet werden. Die effektive Mittelwasserspiegellage dürfte als erste Näherung bei einem in etwa analogen Schwankungsverhalten wie in der Fassung ca. 10 cm höher sein, was recht gut mit den Angaben gemäss Grundwasserkarte übereinstimmt (*Beilage 1*).

Im Detail ist, wie nachfolgend dargelegt, im Töss-nahen Bereich das Schwankungsverhalten des Grundwasserspiegels aber vom Tössabfluss resp. -pegel beeinflusst. Bei Mittelwasserstand dürften die Grundwasserisohypsen aufgrund der generellen Exfiltrationssituation mit dem Mittelwasserstand der Töss korrespondieren. Dies wurde bei der Erarbeitung der Grundwasserkarte offensichtlich berücksichtigt. Es ist daher zulässig, dass für den Mittelwasserstand von der beschriebenen Näherung gemäss *Beilage 1* ausgegangen wird.

Figur 2: Langjährige Ganglinie der Fassung Hard 1

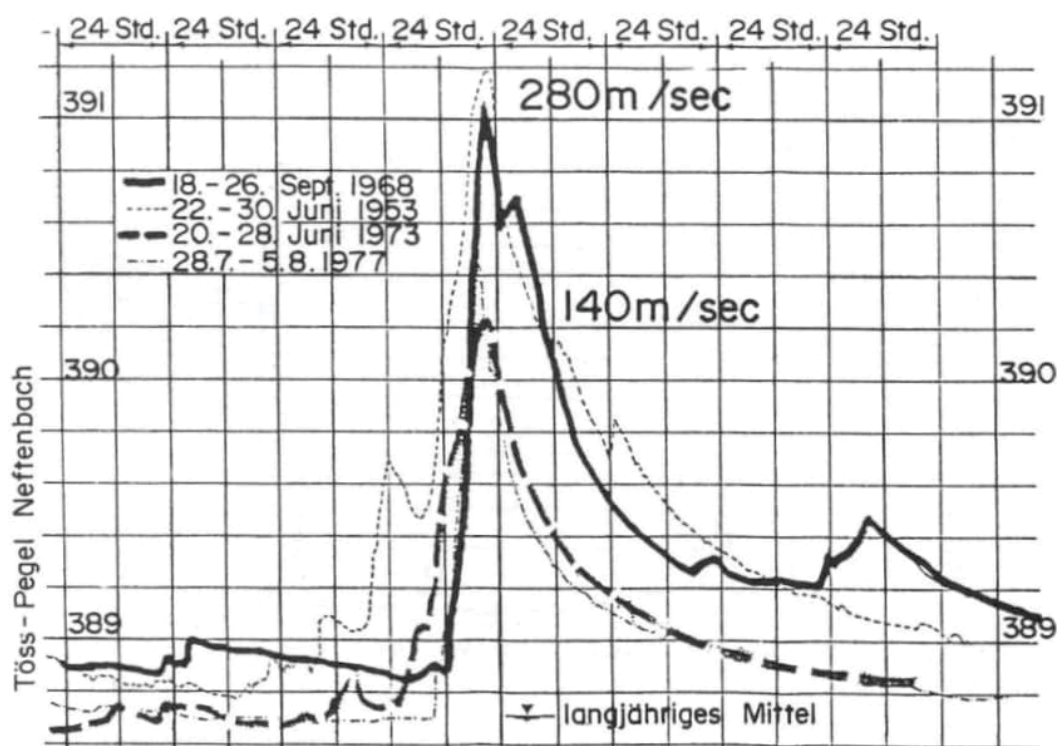


Die vorliegende Auswertung basiert auf den aktuellen Grundwasserspiegelmessungen, dem Analogieschluss zur Fassung Hard 1 und dem Töss-Normalabfluss. Bei ersteren besteht eine Restunsicherheit, dass diese Messungen durch im ARA-Gelände heute durch allfällige drainierend wirkende Bauelemente beeinflusst werden und daher nicht den natürlichen Zustand wiedergeben. Ein derartiges Element könnte die im Grundwasser verlaufende Hauptableitung sein, bei deren Bau ein tiefer Graben erstellt werden musste. Oft werden bei derartigen Leitungsbauten basale Sickerleitungen (Baudrainagen) oder Sickerpackungen unter resp. neben der eigentlichen Leitung eingebaut, welche auch nach Bauende zur einer permanenten Absenkung des Grundwasserspiegels führen. Werden derartige Element entfernt, kann dies zu einem Grundwasseranstieg führen. Im vorliegenden Fall sind diesbezüglich keine konkreten Hinweise vorhanden, die erwähnte Restunsicherheit verbleibt allerdings.

Höchsthochwasserstand

Für den Hochwasserfall weist die Grundwasserkarte wie erwähnt z.T. tiefere Werte als für den Mittelwasserstand aus, was nach erfolgter Verifizierung der Mittelwasserstände offensichtlich fehlerhaft ist. Es kommt hinzu, dass für diese Hochwasserbetrachtung wie erwähnt der Töss-Einfluss massgebend ist.

Figur 3: Abflusskurven der Töss-Messstation Neftenbach (ca. 800 m flussabwärts bei Bruni-Brücke, Höhenangaben Abflusspegel in m ü.M.) aus [7]



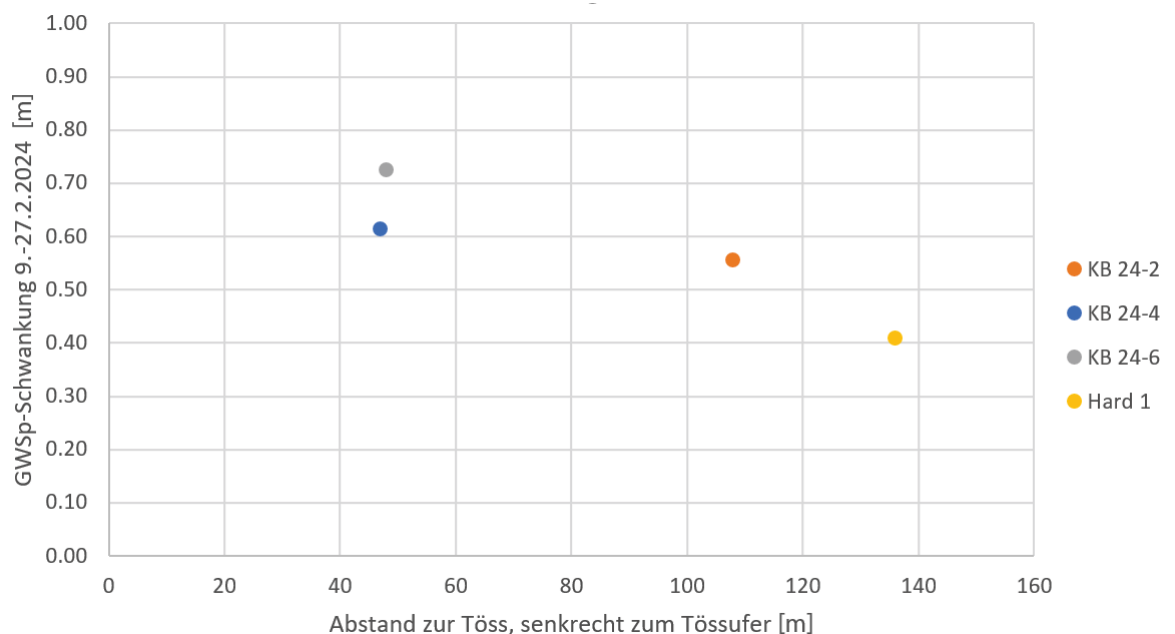
In der langjährigen Ganglinie der Fassung ARA Hard 1 beträgt die Differenz vom Mittelwasserstand zu einem 10-jährigen Hochwasserspiegel (HW) ca. + 1.0 m und zum Höchsthochwasserspiegel (HHW) ca. + 1.4 m. Im Töss-nahen Bereich dürften die Grundwasserspiegel aufgrund der Exfiltrationssituation direkt mit dem Töss-Spiegel korrespondieren. Gemäss den Abflusskurven bei der Station Neftenbach [7] betrug der Spiegelanstieg in der Töss beim Extrem-Hochwasser vom 18. bis 26.9.1968 (Spitzenabfluss von 265 m³/s gemäss BAFU-Statistik, 280 m³/s gemäss Figur 3) rund 2.4 m, also mehr als das Doppelte der Differenz als in der Grundwasserfassung Hard 1. Bei noch grösseren Ereignissen wie z.B. 1953 (Abfluss gemäss BAFU-Statistik 270 m³/s, 94-jährlich) kann der Anstieg gemäss der Grafik in [7] sogar bis zu 2.5 m betragen. Der Spitzenabfluss beim Jahrhundert-Hochwasser 1999 betrug gemäss BAFU 265 m³/s (Eintretenswahrscheinlichkeit 82 Jahre).

Das abweichende Schwankungsverhalten im Töss-nahen Bereich bei Hochwasser wird durch die durchgeführten Logger-Messungen in den KleinfILTERrohren Nrn. 24-2, 24-4 und 24-6 bestätigt (vgl. Beilage 9). In der bisherigen Messperiode wurden zwei kleinere Hochwässer mit

Abflusswerten von ca. 50 m³/s erfasst, welche gemäss Abflusscharakteristik der Töss eine geschätzte Jährlichkeit von < 1 Jahr aufweisen.

Auf den ersten Blick zeigen die Ganglinien, dass der Grundwasserspiegel in den Messstellen auf dem ARA-Areal zwar einen recht ähnlichen Verlauf wie die Fassung Hard 1 aufweist, die Grundwasserpegel im ARA-Areal aber deutlich schneller (innerhalb von Minuten bis Stunden) und deutlich intensiver auf Hochwässer reagieren. Auch beim erfassten Kleinsthochwasser vom 23.2.2024 (51.6 m³/s) zeigt sich, dass in der Messperiode vom 9.2. bis 27.2.2024 der Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels, welcher primär durch den Hochwasseranstieg vom 23.2.2024 bestimmt ist, zur Töss hin zu nimmt (Figur 4).

Figur 4: Hochwasseranstieg im Grundwasser beim Kleinst-Hochwasser vom 23.2.2024 ($Q = 51.6 \text{ m}^3/\text{s}$) in Abhängigkeit vom Abstand zur Töss



Wie erwähnt tritt das Grundwasser im Gebiet der ARA Hard in die Töss aus (Exfiltration). Im Detail dürfte die Interaktion zwischen Töss und Grundwasser aber äusserst komplex sein. Der rasche Anstieg der Grundwasserpegel bei Töss-Hochwasser dürfte in erster Linie durch Druckübertragung bedingt sein und innert Minuten bis Stunden das gesamte ARA-Gelände erfassen. In der Folge dürfte lokal auch eine Fliessumkehr mit Tösswasser-Infiltration ins Grundwasser eintreten. Dies dürfte insbesondere oberhalb der grossen Verteilschwelle bei der Einleitung des gereinigten ARA-Wassers der Fall sein. Das Absinken der Pegel in der Töss nach der Abflussspitze erfolgt dann viel schneller als im Grundwasser, wo die «Entleerung» durch die Untergrund-Durchlässigkeiten sich über Tage bis Wochen verzögert.

Erfahrungsgemäss ist diese Interaktion zwischen Flusswasser und Grundwasser zudem stark von den Bedingungen in der Flusssohle und den Uferbereichen abhängig. Hier spielt das Vorhandensein einer Kolmation resp. deren teilweisen Abtrag bei einem Hochwasser eine grosse Rolle. Diese Zusammenhänge können auch durch wasserbauliche Massnahmen (z.B. Renaturierung mit Veränderung der Geschiebeführung) massgebend beeinflusst werden. Für die

näherungsweise Erfassung dieser Zusammenhänge wären längerfristige Pegelmessungen sowohl in den Grundwassermessstellen als auch in der Töss erforderlich.

Daraus ist zu schliessen, dass sich die Grundwasserspiegel auf dem Areal nicht parallel zur langfristigen Referenz Ganglinie der Fassung Hard 1 verhalten und eine einfache Übertragung der Differenzbeträge aus dieser Fassung nicht zulässig ist. Für die Abschätzung der wichtigen Bemessungsgrösse des HHW wurde daher wie nachfolgend beschrieben vorgegangen.

Gemäss der Grafik in der Publikation 1987 [7] stieg der Tösswasserspiegel beim Extrem-Hochwasser vom 22.–30.6.1953 (HQ 94 Jahre) um ca. 2.5 m gegenüber dem Normalabfluss an (BAFU-Messstelle Töss, Neftenbach). Aufgrund der geringen Distanz zur Messstelle und der vergleichbaren Abflussgeometrie ist davon auszugehen, dass im ARA-Abschnitt ein ähnlicher Anstieg des Töss-Wasserspiegels zu erwarten ist. Entsprechend dürften auch im Grundwasser v.a. im Töss-nahen Bereich deutlich höhere HHW als bisher angenommen resultieren.

Für die Auswertung der HHW-Isohypsen in der *Beilage 2* wurde das Töss-Niveau entlang dem ARA-Gelände aus dem GIS abgegriffen. Näherungsweise wurde dabei angenommen, dass es sich dabei um eine Wasserspiegeloberfläche bei Normalabfluss handelt. Für die zu erwartenden Höchsthochwasserstände wurde schliesslich der bei der Töss-Station Neftenbach gemessene Differenzbetrag von 2.5 m im Analogieschluss addiert. Als weiteren Fixpunkt wurde von der Fassung Hard 1 der beim vergleichbaren Hochwasser 1999 gemessene Grundwasser-Höchsthochwasserstand verwendet. Die Verteilung zwischen den HHW-Ständen in der Töss und in der Fassung Hard 1 erfolgte basierend auf hydrogeologischen Überlegungen.

Wie bereits erwähnt, liegen die so hergeleiteten HHW-Stände im ARA-Areal je nach Arealteil bei 393.2–395.7 m ü.M. Sie liegen damit deutlich höher als gemäss bisherigen Angaben ([9] 394.5 m ü.M. resp. [10]: 393.0 m ü.M. $\pm$ 0.5 m), was bezogen auf die Auftriebthematik allenfalls nicht nur für das Neubauprojekt Konsequenzen hat (*Kapitel 5.6*).

Diese Herleitung des HHW im ARA-Areal basiert wie beschrieben auf verschiedenen Annahmen, Analogieschlüssen und konzeptionellen Überlegungen. Sie weist damit zwangsläufig eine gewisse Unschärfe auf, welche wir auf $\pm$ einige Dezimeter schätzen.

Angesichts klimatischer Veränderungen mit einer tendenziellen Zunahme von Extremabflüssen in der Töss verbleiben bezüglich einem zukünftigen HHW zusätzliche Unsicherheiten. Gemäss den meisten Klima-Prognosen ist damit zu rechnen, dass Extrem-Ereignisse sowohl von ihrer Intensität als auch bezüglich ihrer Eintretenswahrscheinlichkeit zukünftig zunehmen, dies gilt sowohl für die Tössabflüsse als auch für die Grundwasserhochstände.

4.4 Grundwasserschutz

4.4.1 Gewässerschutzbereich

Das Projektareal ist gemäss der Gewässerschutzkarte des Kantons Zürich dem Gewässerschutzbereich A_U zugeordnet. Dieser Bereich umfasst die nutzbare Grundwasservorkommen und die für deren Schutz notwendigen Randgebiete.

Da die geplanten Bauten im Bereich des ergiebigen und nutzbaren Tösstal-Grundwasservorkommens liegen, kommt dem Grundwasserschutz im vorliegenden Fall eine sehr hohe Bedeutung zu.

4.4.2 Qualitativer Grundwasserschutz

Während der Bauausführung muss darauf geachtet werden, dass keine Verschmutzungen des Grundwassers und des Grundwasserleiters vorkommen. Da der Schotter während der Bauphase entblösst wird, ist er auf Verschmutzungen besonders anfällig. Für die Erstellung der Bauteile im Grundwasser und von Bauhilfsmassnahmen dürfen keine ökotoxischen Substanzen verwendet.

Bei den Bauarbeiten sind die allgemeinen Nebenbestimmungen des AWEL für das Bauen im Grundwasser und Grundwasserabsenkungen (Dezember 2004) zu befolgen.

4.4.3 Einbauten ins Grundwasser

Bundesrechtliche Vorgaben

Gemäss Vorgabe der GSchV dürfen im Gewässerschutzbereich A_U keine Anlagen erstellt werden, welche unter den mittleren Grundwasserspiegel reichen (Anhang 4 Abs. 211 Ziff. 2 GSchV). Die Behörde kann Ausnahmen bewilligen, soweit die Durchflusskapazität gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10% vermindert wird.

In der «Wegleitung Grundwasserschutz» (BAFU 2004) wird die Umsetzung der gesetzlichen Vorschriften präzisiert. Auch die Vollzugshilfe des Bundes hält im Grundsatz fest, dass Bauten und Anlagen über dem mittleren Grundwasserspiegel zu erstellen sind. Gleichzeitig räumt sie den zuständigen Behörden bei der Umsetzung aber einen Spielraum für Ausnahmegewilligungen ein. Gemäss Vollzugshilfe kann ein an sich unzulässiges, unter den mittleren Grundwasserspiegel eintauchendes Bauwerk als bewilligungsfähig eingestuft werden, wenn durch gezielte Kompensations- resp. Ersatzmassnahmen (z.B. durch einen hoch durchlässigen Kieskoffer unter der Bodenplatte) die ursprünglich vorhandene Durchflusskapazität erhalten oder in Ausnahmefällen um höchstens 10 % vermindert wird.

Das Bundesgericht hat in seinem Urteil von März 2021 (BGE 1C_460/2020) präzisierend festgehalten, dass die Erteilung einer Ausnahmegewilligung für Einbauten unter den mittleren Grundwasserspiegel im Gewässerschutzbereich A_U zwingend eine *Interessenabwägung* durch die zuständige Bewilligungsbehörde voraussetzt. Darin ist darzulegen, dass die Interessen am Einbau unter dem mittleren Grundwasserspiegel die entgegengesetzten Interessen überwiegen.

Kantonale Bewilligungspraxis

Die aktuell gültige Bewilligungspraxis des Kantons Zürich resp. des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) ist im Merkblatt «Bauvorhaben in Grundwasserleitern und Grundwasserschutzzonen» (Juni 2019) festgehalten und erläutert.

Ein Einbau unter den mittleren Grundwasserspiegel ist in Bereichen mit nutzbarem Grundwasser nur mit einer Ausnahmegewilligung möglich. Hierfür müssen eine betriebliche Notwendigkeit sowie eine hohe Standortgebundenheit nachgewiesen werden können. Die natürlich vorhandene Durchflussskapazität muss auch in diesem Fall durch Ersatzmassnahmen vollständig erhalten bleiben. Zusätzlich verlangt der Kanton Zürich einen Real- resp. Volumenersatz für den unter dem mittleren Grundwasserspiegel zerstörten Grundwasserleiter, soweit ein solcher möglich ist. Mit dieser Vorgabe wird dem in Art. 43 Ziff. 4 GSchG verankerten Grundsatz Rechnung getragen, wonach auch das Speichervolumen nutzbarer Grundwasservorkommen durch Einbauten nicht wesentlich und dauernd verringert werden darf.

Wasserrechtliche Ausnahmegewilligung

Die neuen Bauwerke kommen mit ihren Bodenplatten auf ca. Koten 387.4–392.5 m ü.M. und damit bis zu ca. 4.7 m und z.T. mit vergleichsweise grossen Flächen unter den mittleren Grundwasserspiegel zu liegen. Aus diesem Grund setzt die Realisierung des ARA-Ausbaus *zwingend eine wasserrechtliche Ausnahmegewilligung* durch das AWEL voraus.

Eine solche wird nur erteilt, falls die vorhandene Durchflussskapazität bezogen auf einen höchsten Grundwasserstand durch entsprechende Ersatzmassnahmen vollständig erhalten bleibt. Lassen sich die Ersatzmassnahmen nur teilweise bzw. nur mit unverhältnismässig hohem Aufwand realisieren, so müssen in jedem Fall die Vorgaben der Gewässerschutzgesetzgebung erfüllt sein, d.h. die natürliche Durchflussskapazität darf um höchstens 10% vermindert werden. Beim Durchflussnachweis müssen auch allfällig im Boden verbleibende Bauhilfsmassnahmen (Dichtsohle, Jetting etc.) und – je nach Betrachtungsquerschnitt – auch die Bestandesbauten mitberücksichtigt werden.

Interessenabwägung

Wie bereits erwähnt, setzt die Erteilung einer wasserrechtlichen bzw. gewässerschutzrechtlichen Ausnahmegewilligung eine Interessenabwägung durch die zuständige Behörde voraus.

Im vorliegenden Fall sind folgende Interessen *für einen Einbau* unter den mittleren Grundwasserspiegel vorhanden:

- Standortgebundenheit
- hohes öffentliches Interesse am ARA-Ausbau
- keine heutigen und künftigen Grundwassernutzungen betroffen

Falls eine Ausnahmegewilligung verweigert würde, wäre ein qualitativ einwandfreier Klärbetrieb in Zukunft nicht mehr möglich. Die Interessen am Einbau unter dem mittleren Grundwasserspiegel müssen vom Betreiber Stadtwerk im Detail dargelegt werden. Dabei muss auch aufgezeigt werden, dass das Projekt im Hinblick auf die Einbautiefe bzw. den Einbau unter den mittleren Grundwasserspiegel bestmöglich optimiert worden ist. Gemäss Angaben der Bauherrschaft werden die Höhenlagen der Anlagenteile einerseits durch das für den energie-

schonenden und ausfallsicheren Betrieb zwingende Freispiegelgefälle und die anlagenspezifischen Bauwerkshöhen der Bestandesbauten vorgegeben.

Im vorliegenden Fall exfiltriert das Grundwasser beim ARA-Areal vollständig in die Töss. Damit sind abstromseitig keine Nutzungen vorhanden, welche nachteilig beeinflusst werden können. Auch die Speisung von abstromseitigen Grundwasservorkommen kann nicht beeinflusst werden. Aufgrund der ausserordentlich grossen hydraulischen Durchlässigkeiten sind zudem auch zustromseitig, d.h. insbesondere im Bereich der Trinkwasserfassungen Hard 1 und VFB Hard 2, keine nachteiligen Auswirkungen zu erwarten.

Es empfiehlt sich, die Bewilligungsfähigkeit des Projektes nach Vorliegen erster Ausführungsvarianten möglichst rasch mit dem AWEL zu besprechen.

5 BAUTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

5.1 Projekt

Die ARA Hard in Winterthur soll in zwei Etappen ausgebaut werden. Im ersten Ausbauschnitt West soll westlich der bestehenden ARA eine neue Filteranlage für Mikroverunreinigung (EMV resp. GAK 3+4) erstellt werden. Die Bodenplatte dieses Neubaus kommt abgestuft zwischen ca. Kote 387.4 m ü.M. resp. im Bereich ohne 2. UG auf ca. Kote 392.5 m ü.M. zu liegen. Für diese Filterstufe sind neue Zu- und Ableitungen erforderlich. Zu diesen Leitungen liegen aber noch keine detaillierten Pläne vor. Aufgrund des Schnittes 3 [2] wird davon ausgegangen, dass die Sohle dieser Leitung auf ca. Kote 399.2 m ü.M. liegt.

Das bestehende Betriebsgebäude GAK 1+2 soll nach Norden hin erweitert werden. Die Bodenplatte der Erweiterung kommt auf das gleiche Niveau wie der Bestand zu liegen (ca. Kote 391.0 m ü.M., lokal ca. 390.0 m ü.M.).

Die bestehenden Biologiebecken sollen vergrössert werden. Dafür soll die neue Bodenplatte tiefer, auf ca. Kote 389.9 m ü.M., zu liegen kommen. Die Grundfläche der Becken soll sich gegenüber dem heutigen Zustand nicht verändern.

Aufgrund der rollenden Planung ist aber damit zu rechnen, dass sich die Lage der Bodenplatte noch ändern kann.

Die Umriss der Neubauten sind aus dem Situationsplan der *Beilagen 1 und 2* ersichtlich. In den Einzelprotokollen der Sondierungen (*Beilage 4*) ist UK Bodenplatte mit einem Signaturraster eingezeichnet.

5.2 Baugrundwerte

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondiererergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden *Tabelle 2* verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

Tabelle 2: Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse
(geschätzte Mittelwerte X_m , in Klammer Extremwerte X_{extr})

Bodenbeschreibung	Raumlast	Kohäsion	Reibungs- winkel	Zusammendrückungsmodul	
				Erstbelastung	Wiederbelast.
	γ [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	φ' [°]	ME [MN/m ²]	ME' [MN/m ²]
künstliche Auffüllungen / Oberflächenschichten					
– Kieskoffer	20.5	0	(30) 33	–	–
– tonig-siltiger Sand mit Kies	20	0	(26) 28	–	–
– toniger Silt mit Sand und Kies	19.5	(1) 3	(22) 24	–	–
Schotter					
– sauberer bis siltiger Kies mit reichlich Sand, Rollkieslagen ohne Feinanteil und Sand	21	0	(30) 35	(30) 40 (50)	120
– siltiger Sand mit Kies und Steinen	20.5	(1) 3 a)	(31) 33	(20) 30 (40)	90
– moränenartig: tonig-siltiger Kies mit Sand und Steinen	21	(2) 4 a)	(30) 32	(50) 60 (80)	180
Seeablagerungen					
– toniger Silt bis siltiger Ton	19	(3) 5	(23) 25	(10) 15	45
– toniger Silt mit Sand und Kies	19.5	(2) 4	(25) 27	(15) 20	60

Umrechnung Einheiten:

$$1 \text{ kN/m}^3 = 0.1 \text{ t/m}^3 \quad 1 \text{ kN/m}^2 = 0.1 \text{ t/m}^2 = 0.01 \text{ kg/cm}^2 \quad 1 \text{ MN/m}^2 = 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

a) scheinbare Kohäsion infolge natürlicher Bodenfeuchtigkeit (geht bei Durchnässung oder Austrocknung vollständig verloren)

Für die Bestimmung der charakteristischen Werte X_k kann folgende Formel verwendet werden:

$$X_k = X_m - \alpha (X_m - X_{extr})$$

Faktor für Zuverlässigkeit α :

$\alpha = 0.40$ für Kohäsion c' (berechneter Wert ist auf die ganze Zahl abzurunden)

$\alpha = 0.20$ für übrige Parameter

Erdbeben

Für die erdbebengerechte Projektierung gemäss SIA-Norm 261 (Einwirkungen auf Tragwerke) ist der Untergrund im Untersuchungsgebiet aufgrund der Sondierergebnisse und bezogen auf das vorliegende Projekt der Baugrundklasse C zuzuordnen.

5.3 Foundation

Die locker gelagerten natürlichen *Oberflächenschichten* sind als schlecht tragfähig und setzungsempfindlich einzustufen. Dies gilt ebenso für die künstlichen Auffüllungen, wenn sie nicht explizit (z.B. mit Kieskofferungen) verdichtet worden sind. Der generell mitteldicht gelagerte Schotter kann als Baugrund von mittlerer bis grosser Tragfähigkeit und nur kleiner bis mittlerer Setzungsempfindlichkeit bezeichnet werden.

Aus den Einzelprotokollen der Bohrungen (*Beilage 4*) ist ersichtlich, dass die Unterkanten der Bodenplatten sämtlicher Neubauten inkl. deren Abstufungen vollständig in den Schotter zu liegen kommen, wo eine Flachfundation grundsätzlich möglich ist.

Aufgrund der teilweise tiefen Einbauten unter den Grundwasserspiegel insbesondere bei Höchsthochwasserspiegel besteht bei den geplanten Neu- und Erweiterungsbauten ein erhöhtes Risiko für Auftriebsprobleme (vgl. *Kap 5.6*). Dies gilt insbesondere für den Wartungsfall, wenn die Becken leer sind. Falls auskragende Bodenplatten und das Eigengewicht nicht ausreichen, so müssten die Auftriebskräfte mit zusätzlichen Zugpfählen in den Untergrund abgeleitet werden. Sollte dies weiter verfolgt werden, so wären in einer nächsten Phase die Dimensionierungsgrundlagen für die Pfähle herzuleiten und die Bewilligungsfähigkeit bezüglich Einbau ins Grundwasser zu klären.

In den nachfolgenden *Figuren* sind die möglichen Bodenpressungen (Bemessungsniveau) für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche (*Figur 5*) bzw. für streifenförmige Bodenplattenbereiche (*Figur 6*) im Schotter zusammengestellt. Es wurden für die Baugrundwerte X_k folgende Partialfaktoren festgelegt:

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| • Kohäsion c' | $\gamma_c = 1.5$ |
| • Reibungswinkel φ' | $\gamma_\varphi = 1.2$ |
| • Raumlast γ_e | $\gamma_\gamma = 1.0$ |
| • Zusammendrückungsmodul M_E | $\gamma_E = 1.0$ |

Bei den Tragfähigkeitsabschätzungen wurde angenommen, dass die Bodenplatten *unter* dem Wasserspiegel liegt und eine Stärke von mindestens ca. 0.4 m aufweisen.

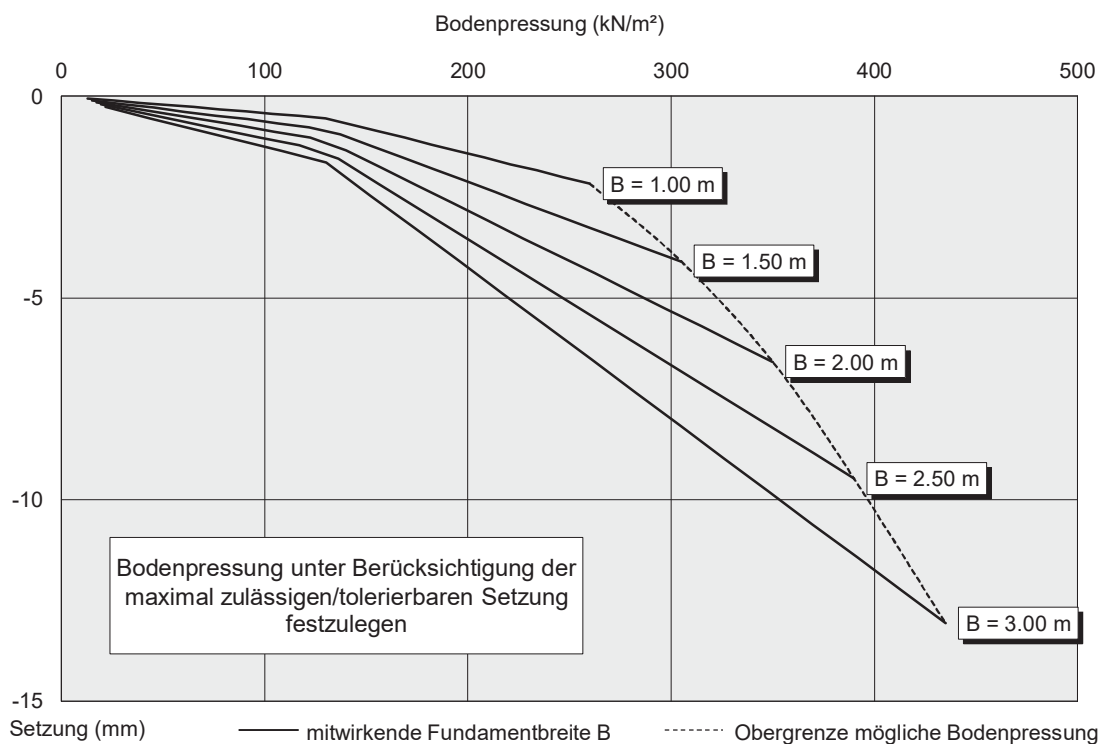
Für weitere Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzungen können die Baugrundwerte der *Tabelle 2* verwendet werden.

Figur 5: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende quadratische Bodenplattenbereiche im Schotter (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	$(\gamma_c = 1.5)$	0.0	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	$(\gamma_{\tan\varphi} = 1.2)$	29.3	°	
Raumlast γ_d	$(\gamma_\gamma = 1.0)$	11	kN/m ³	Raumlast unter Auftrieb
effektiver Überlagerungsdruck q		10	kN/m ²	Bodenplatte, Stärke 0.4 m
Zusammendruckmodul M_{Ed}	$(\gamma_E = 1.0)$	40	MN/m ²	Erstbelastung
Zusammendruckmodul $M_{E'd}$	$(\gamma_E = 1.0)$	120	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		130	kN/m ²	
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		0.5		

mitwirkende Fundamentbreite (m)	Boden- pressung (kN/m ²)	Anteil Wieder- belastung (kN/m ²)	Anteil Erst- belastung (kN/m ²)	Setzung		
				Wiederbel. (mm)	Erstbelast. (mm)	Total (mm)
1.00	260	130	130	-1	-2	-3
1.50	305	130	175	-1	-3	-4
2.00	350	130	220	-1	-6	-7
2.50	390	130	260	-1	-8	-9
3.00	435	130	305	-2	-11	-13

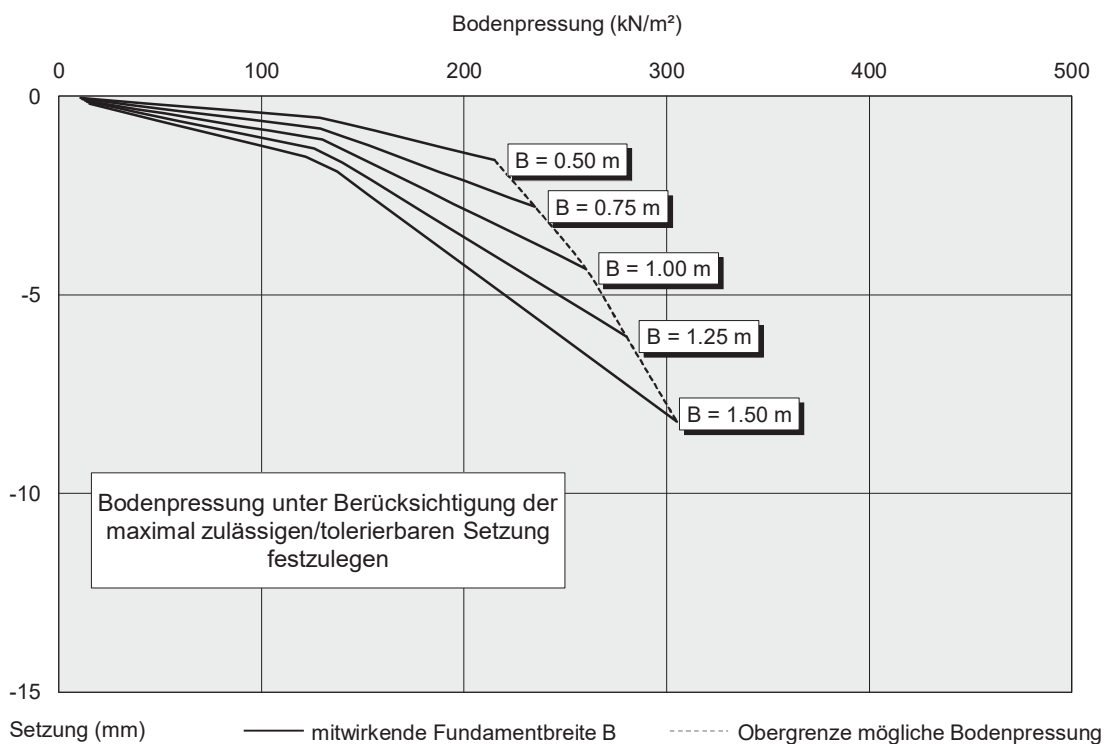


Figur 6: Tragfähigkeits- und Setzungsabschätzung für mitwirkende streifenförmige Bodenplattenbereiche im Schotter (Bemessungsniveau)

Annahmen:

Kohäsion c_d'	($\gamma_c = 1.5$)	0.0	kN/m ²	
Winkel der inneren Reibung φ_d'	($\gamma_{\tan\varphi} = 1.2$)	29.3	°	
Raumlast γ_d	($\gamma_\gamma = 1.0$)	11	kN/m ³	Raumlast unter Auftrieb
effektiver Überlagerungsdruck q		10	kN/m ²	Bodenplatte, Stärke 0.4 m
Zusammendrückungsmodul M_{Ed}	($\gamma_E = 1.0$)	40	MN/m ²	Erstbelastung
Zusammendrückungsmodul $M_{E'd}$	($\gamma_E = 1.0$)	120	MN/m ²	Wiederbelastung
effektive Vorbelastung		130	kN/m ²	
Konzentrationsfaktor Spannungsausbreitung		1.0		

mitwirkende Fundamentbreite (m)	Boden- pressung (kN/m ²)	Anteil Wieder- belastung (kN/m ²)	Anteil Erst- belastung (kN/m ²)	Setzung		
				Wiederbel. (mm)	Erstbelast. (mm)	Total (mm)
0.50	215	130	85	-1	-1	-2
0.75	235	130	105	-1	-2	-3
1.00	260	130	130	-1	-3	-4
1.25	280	130	150	-1	-5	-6
1.50	305	130	175	-2	-7	-9



5.4 Aushub

Belastungssituation Boden

Die Projektparzelle Kat.-Nr. WU6317 ist im *Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV)* des Kantons Zürich mit dem Belastungshinweis «Ausgewählte Nutzungszonen» verzeichnet, d.h. es muss mit einer Belastung des Bodens gerechnet werden. Als «Boden» wird der Ober- und Unterboden bis in etwa 1 m Tiefe bezeichnet. Im Hinblick auf das Projekt bedeutet dies, dass *für die Baufreigabe* der Gemeinde das Formular «Meldeblatt zu Bodenverschiebungen» eingereicht werden muss.

Sofern beim Bau der Erweiterung des GAK 1+2 sowie bei den Zu- und Ableitungen der EMV-Anlage mehr als 50 m³ (Festmass) Boden verschoben müssen, so wäre in einer nächsten Phase noch eine Untersuchung des Bodens durchzuführen. Die Resultate dieser Untersuchung würde dazu dienen, das von der Baubehörde verlangte «Meldeblatt zu Bodenverschiebungen» auszufüllen.

Der Erweiterungsbereich mit der neuen EMV-Anlage liegt ausserhalb des PBV Perimeters.

Abfuhr Boden

Beim Teilprojekt EMV-Anlage fällt voraussichtlich viel überschüssiger Boden an, welcher abgeführt werden muss. Erfahrungsgemäss besteht anderenorts Bedarf nach Boden. Zur Vermittlung von Boden bietet sich die Schweizer Bodenbörse www.topsoil.ch an.

Verschmutzungen Untergrund

Das Projektareal ist *nicht* im *Kataster der belasteten Standorte (KbS)* des Kantons Zürich eingetragen. Gemäss den durchgeführten Sondierungen liegen im Projektbereich aber künstliche Auffüllungen vor, die z.T. mehr als 1 Gew.-% Fremdstoffe enthalten (vgl. *Beilage 4*). Auch die vorhandenen Gebäudehinterfüllungen können Fremdstoffe enthalten. Das genaue Ausmass der künstlichen Auffüllungen inkl. Gebäudehinterfüllungen sowie deren Fremdstoffanteil sind nicht bekannt. Aufgrund der grossflächigen Aufschüttung des ARA Geländes kann nicht ausgeschlossen werden, dass lokal fremdstoffreiche Auffüllungen angetroffen werden. Materialien mit mehr als 1 Gew.-% Fremdstoffen gelten als verschmutzt und können nicht als unverschmutzter Aushub abgeführt werden. Dadurch fallen Mehrkosten an.

Aufgrund der stellenweise durchgeführten Rütteldruckverdichtungen (RDV) ist in diesen Bereichen denkbar, dass der Schotter mit Zuschlagstoffen konditioniert worden ist, um die Verdichtung zu erleichtern. Aus diesem Grund wurden drei Feststoffproben im Labor auf Chromat untersucht (vgl. *Beilage 8*). In keiner der Proben wurde das für zement-haltige Produkte typische Chromat nachgewiesen. Der hohe pH-Wert in den Analysen dürfte auf das Mahlen der Proben im Labor und eine Gesteinsinteraktion (Kalksteine) zurückzuführen sein. Aus diesem Grund wurden in den KleinfILTERrohren Nrn. 24-2, 24-4 und 24-6 zur Verifizierung zusätzlich Schöffproben entnommen. Der darin gemessene pH-Wert von 7.36–7.38 liegt im natürlichen Schwankungsbereich. Im KleinfILTERrohr Nr. 24-4 wurde allerdings eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit von 1216 µS/cm gemessen, deren Ursache per dato nicht bekannt ist. Ein Zusammenhang mit dem Kläranlagenbetrieb ist zu vermuten.

Die Feststoffprobe KB Nr. 24-4 aus den künstlichen Auffüllungen in 5.8–6.0 m u.T. wurde zusätzlich auch auf Kohlenwasserstoffe und PAK untersucht. Beide Parameter sind aber unter der Nachweisgrenze.

Übersteigt die Menge an zu entsorgendem verschmutztem Aushubmaterial 200 m³ fest, müssen zudem die kantonalen Verwertungsvorgaben beachtet werden, d.h. ein vorgegebener Teil muss einer Verwertung zugeführt werden (z.B. Bodenwäsche oder Zementwerk, vgl. Richtlinie «Behandlungsregel für verschmutzte Bauabfälle und Aushub- und Ausbruchmaterial im Hinblick auf die Verwertung», AWEL 2020). In der Ausschreibung sind entsprechende Positionen vorzusehen.

Abbaubarkeit

Im Hinblick auf den maschinellen Aushub der Baugruben sind in den auszuhebenden Lockergesteinsschichten von der Lagerungsdichte her gesehen keine Probleme zu erwarten. Die Oberflächenschichten, die künstlichen Auffüllungen sowie der Schotter dürfen durchwegs als normal abbaubar bezeichnet werden (Abbauklassen 2–3 nach VSS 40 575). Erschwernisse können auftreten wenn im Schotter grössere Blöcke angetroffen werden und für den Aushub z.B. von Leitungen nur ein kleiner Bagger eingesetzt wird. Nicht ganz auszuschliessen ist im bereits mehrphasig bebauten ARA-Areal das Vorhandensein von früheren Bauhilfsmassnahmen (alte Spundwände, Rütteldruckverdichtung, etc.) und Fundamentreste älterer Bauten, welche vom vorliegend beschriebenen geologischen Untergrundmodell abweichen und je nach Bauverfahren Erschwernisse oder gar unüberwindbare Hindernisse darstellen.

Verwendung des Aushubmaterials

Die sandig-kiesigen Partien des Schotters eignen sich im unverschmutzten und trockenen Zustand als Hinterfüllungs-, Koffer- und Schüttmaterial. Die Frostsicherheit des Materials müsste mit Laborversuchen überprüft und grössere Steine müssten hinsichtlich der Verdichtung des Materials aussortiert werden. Aufgrund des grossen Schotteraushub beim Neubau der Mikroverunreinigungsanlage ist auch ein Verkauf des Schotters zu prüfen.

Die künstlichen Auffüllungen und die Oberflächenschichten kommen im trockenen und unverschmutzten Zustand praktisch nur für die Umgebungsgestaltung in Frage oder müssen abgeführt werden.

5.5 Baugrubenabschluss und Wasserhaltung

Generelle Hinweise

Die Aushubsohlen der Neubau- resp. Erweiterungsbauten kommen bis zu 11.5 m und damit deutlich unter den Grundwasserspiegel im hoch durchlässigen Töss-Schotter zu liegen. Für die Erstellung der Baugruben muss der Grundwasserspiegel im Inneren der Baugruben abgesenkt werden, was in bautechnischer eine grosse Herausforderung darstellt.

Bei der grossen Baugrubentiefe und der hohen Lage des Grundwasserspiegels steht ein vertikaler Baugrubenabschluss in Form einer *wasserdichten Spundwand* im Vordergrund. Aufgrund der Platzverhältnisse bei der EMV-Anlage sollte ein kleiner, frei abgeboachter Voraushub (Böschungsneigung 2:3, ca. 1 m breite Berme zwischen Böschungsfuss und Wandkopf) möglich sein.

Ein Einbinden der Spundwandprofile in die schlecht durchlässigen Seeablagerungen wird aber voraussichtlich nur im östlichen Bereich der Biologiebecken möglich sein, was eine erhebliche Schwierigkeit für die Ausführung darstellt. Dort, wo eine Einbindung in die Seeablagerungen nicht möglich ist, muss mit einer massiven Unterströmung des Spundwandfusses gerechnet werden. Frühere Untersuchungen [6] haben gezeigt, dass aufgrund der hohen Durchlässigkeit für eine Absenkung von rund 1.8 m eine Pumpenleistung von ca. 70'000–80'000 l/min erforderlich war. Für die bei Mittelwasserständen erforderlichen Absenkungen von 3–4 m wären extrem hohe Pumpmengen erforderlich und dadurch mit einer weitreichenden Grundwasserspiegelabsenkung zu rechnen. Aufgrund der hohen Durchlässigkeit (Rollkieslagen) und der Anbindung an die Töss ist es daher sehr fraglich, ob eine Grundwasserabsenkung mit Hilfe von grosskalibrigen *Filterbrunnen* ohne zusätzliche baulichen Massnahmen im Innern des Spundwandkastens überhaupt realisiert werden kann.

Denkbar wäre es, die Spundwände mit einer *Dichtsohle* (*RDV-Verfahren oder Jetting*) im Inneren der Baugrube zu kombinieren, was zu einer starken Reduktion der Pumpmenge i führen würde. Wie in *Kapitel 4.2* erwähnt, wurden gemäss [7] die Bestandesbauten GAK 1+2 in den 1980er-Jahren mittels einer geschlossenen Spundwand und einer Rütteldruckverdichtung (RDV) im Innern erstellt. Durch die Zugabe von abgestuftem Kies wurde die hydraulische Durchlässigkeit auf der Sohle mit dieser Massnahme soweit vermindert, dass der Bau mit einer innen liegenden Wasserhaltung und einer Pumpmenge von ca. 1'500–2'000 l/min realisiert werden konnte. Da RDV-Verfahren oder Jetting zu einer bleibenden Beeinträchtigung des Grundwasserleiters führen, werden diese Massnahmen vom AWEL nicht oder nur mit grosser Zurückhaltung bewilligt.

Neben dem von unten in die Baugrube zuströmenden Grundwasser sind auch die *Schlossverluste der Spundwand* bei der Konzipierung der Wasserhaltung zu berücksichtigen. Die aufgrund von Schlossverlusten zu erwartenden Wassermengen sind von verschiedenen Faktoren abhängig. Einerseits werden diese durch die Qualität der Spundwandbohlen (neue oder alte Bohlen) sowie durch die Verhältnisse beim Einbringen beeinflusst (z.B. Verbiegungen wegen Steinen und Blöcken) beeinflusst. Ein weiterer Faktor ist die «Selbstabdichtung» der Schlösser durch Feinguteinschwemmungen. Aufgrund der mächtigen Rollkieslagen kann die Abdichtung im vorliegenden Fall ungenügend sein und aus solchen Abschnitten ein erheblicher zusätzlicher Grundwasseranfall in die Baugrube erfolgen.

Die Bauwasserhaltung ist bezogen auf das konkrete Bauverfahren noch zu konzipieren sowie zu dimensionieren und auch in gewässerschutzrechtlicher Hinsicht zu prüfen. Dabei muss auch das zu erreichende Absenkziel definiert werden, welches aufgrund der sehr grossen Wassermengen vermutlich nicht auf den nur sehr selten eintretenden HHW ausgerichtet wird. Unter Inkaufnahme von zeitweisen Flutungen können für die Bauphase auch tiefere Absenkziele definiert werden. Für den Flutungsfall müssen dann allerdings die entsprechenden Massnahmen und Folgen eingeplant und ausgeschrieben (Stillstandzeiten) werden. Bezüglich der Hochwasserstatistik der Töss wird auf die entsprechende Homepage des BAFU verwiesen. Zu berücksichtigen dabei ist, dass Hochwässer bedingt durch Starkniederschläge im oberen Tösstal (z.B. lokal stationäres Gewitter) kaum prognostizierbar sind und innert einer sehr kurzen Vorwarnzeit (Stunden) zum Grundwasseranstieg führen können. Erfahrungen haben gezeigt, dass ein Aushub knapp über dem Grundwasserspiegel zu Befahrbarkeitsproblemen in der Baugrube führen kann. Es empfiehlt sich deshalb, den Grundwasserspiegel bis mindestens ca. 30–50 cm unter die geplante Aushubsohle abzusenken.

Die Ableitung des in der Baugrube anfallenden Wassers hat nach *SIA-Empfehlung 431* zu erfolgen. Baugrubenabwasser muss grundsätzlich unter Vorschaltung eines Absetzbeckens (mit Neutralisationsanlage) in die Schmutzwasserkanalisation abgeleitet werden. Eine Einleitung in einen Meteor- oder Reinabwasserkanal ist nur mit Bewilligung der zuständigen Behörde und unter Einhaltung der Einleitbedingungen gestattet. Gepumptes, sauberes Grundwasser aus Filterbrunnen kann bei entsprechender Qualitätsüberwachung direkt dem Vorfluter (Töss) abgegeben werden. Diesbezüglich ist ein spezifisches Entwässerungskonzept mit Kontroll- und Überwachungsplan erforderlich.

Da das Projektareal im Gewässerschutzbereich A_u liegt, ist für die Grundwasserhaltung eine Bewilligung des AWEL erforderlich. Daher ist diese im Rahmen der Baueingabe im Zusatzformular Grundwasser zu deklarieren.

Es empfiehlt sich, in einem nächsten Schritt mehrere Varianten eines Baugruben- und Wasserhaltungskonzeptes auszuarbeiten und diese mit dem AWEL im Hinblick auf deren Bewilligungsfähigkeit zu besprechen.

Beim Einvibrieren resp. Rammen von Spundwänden ist in der näheren Umgebung der Baugrube mit Lärm- und Erschütterungsimmissionen zu rechnen. Es existieren heute allerdings frequenzgesteuerte resp. resonanzfreie Vibratoren, welche die Erschütterungen auf ein im Allgemeinen erträgliches Mass zu reduzieren vermögen. Im Schotter sind aufgrund der z.T. hohen Lagerungsdichte und vorhandener grossen Steine und Blöcke gewisse Rammbarkeitsproblemen zu erwarten. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Bohlen zum Teil vorgebohrt werden müssen. Aus Gründen des quantitativen Grundwasserschutzes muss eine Spundwand nachträglich wieder gezogen werden. Beim Einvibrieren und Ziehen der Spundwandprofile sind Setzungen im näheren Wandbereich unvermeidlich, was insbesondere an nahe gelegenen Gebäuden, Strassen und darin verlegten Werkleitungen zu Schäden führen kann. Es empfiehlt sich, die Strassen und exponierte Gebäude mit einem Präzisionsnivelement vor, während und nach der Bauphase zu überwachen (*Kapitel 5.8*).

Als Dimensionierungsgrundlage für den vertikalen Baugrubenabschluss können die Baugrundwerte der *Tabelle 2* in Rechnung gesetzt werden. Eine Spundwand muss neben rein statischen Gesichtspunkten auch auf den vollen Wasserdruck und den hydraulischen Grundbruch dimensioniert werden.

Zur Abstützung des Baugrubenabschlusses steht voraussichtlich eine gespriesste Lösung im Vordergrund. Einerseits wird der Einsatz von Ankern innerhalb des ARA-Geländes wegen bestehender Gebäude kaum möglich sein, andererseits ist auch mit grossen Ausführungsproblemen bei den Ankerbohrungen unterhalb des Grundwasserspiegels zu rechnen (Perforation Spundwand mit entsprechendem Wasseranfall, Bohren gegen grossen Wasserdruck, Abdichtung der Ankerköpfe, Ausschwemmung von Feinanteilen etc.).

Die zu erwartenden Deformationen und die Gesamtstabilität des Baugrubenabschlusses müssen rechnerisch nachgewiesen werden. Dabei sind auch die einzelnen Bauzustände genau zu untersuchen.

Ergänzende Hinweise zu den einzelnen Bauwerken

Die Aushubsohle der *EMV-Anlage* kommt rund 10.5 bis 11.5 m unter die heutige Terrainoberfläche zu liegen. Bei diesem Bauwerk wäre ein rundum geschlossener, wasserdichter Spundwandkasten denkbar, so dass dort gegebenenfalls höchstens die bereits beschriebenen Massnahmen auf der Aushubsohle zur Reduktion der Pumpwassermenge erforderlich werden.

Bei der *Erweiterung des GAK 1+2* sowie beim *Neubau des Biologiebeckens* kommt hingegen erschwerend hinzu, dass ein rundum geschlossener Spundwandkasten kaum realisiert werden kann. Vorhandene Leitungen, allfällige ältere Bauhilfsmassnahmen (vgl. *Kap. Abbaubarkeit*) sowie der Anschluss an ein bestehendes Gebäude bei der Erweiterung des GAK 1+2 dürften dies verunmöglichen. Hier wären alternativ als Baugrubenabschlüsse eine Jetting- oder Dichtwand möglich. Bei beiden Varianten ergeben sich aber erhebliche Risiken für die im Untergrund befindliche Werkleitungen. Aufgrund der vorhandenen Rollkieslagen im Schotter besteht zudem bei einem Jetting-Verfahren ein erhebliches Risiko, dass der eingebrachte Zement in die Töss abfliessen kann. Ob ein Jetting-Verfahren oder eine Dichtwand aus gewässerschutzrechtlichen Überlegungen überhaupt zulässig sind, wäre mit dem AWEL Abt. Gewässerschutz abzuklären.

Die Bodenplatte der Erweiterung des GAK 1+2 kommt auf die gleiche Kote von ca. 391.0 m ü.M. wie das bestehende GAK 1+2 zu liegen. Das bestehende Biologiebecken soll rund 1.5 m tiefer werden. Es ist zu prüfen, ob zusätzlich um die Becken Unterfangungen von allfälligen verbleibenden Bestandesbauten erforderlich werden.

5.6 Trockenhaltung von unterirdischen Bauteilen und Auftriebssicherheit

Die Bauwerkshohlen kommen z.T. *deutlich unter* den Grundwasserspiegel zu liegen. Der Grundwasserspiegel kann bei Extremereignissen bis zum HHW gemäss *Beilage 2* ansteigen (siehe auch *Kapitel 4*).

Eine permanente Grundwasserspiegelabsenkung zur Trockenhaltung von allfälligen Untergrössen resp. Wannen ist weder technisch möglich noch zulässig. Dies bedeutet, dass im vorliegenden Fall die Bauwerke bis über das Niveau eines mutmasslichen Höchsthochwasserstandes isoliert und vollständig wasserdicht ausgebildet sowie auf den entsprechenden Wasserdruck resp. Auftrieb dimensioniert werden müssen. Massgebend für den Auftrieb dürfte insbesondere der Leerzustand der Becken im Wartungsfall sein.

Eine Minderung resp. Limitierung der bautechnisch zu bewältigenden Auftriebskräfte wäre allenfalls durch Anbringen von hoch liegenden Flutungsöffnungen möglich, wobei dann beim entsprechenden Extremereignis die Flutung des Bauteils mit allen Konsequenzen einzuplanen resp. in Kauf zu nehmen wäre.

Möglicherweise wird das bestehende GAK 1+2 sowie das Biologiebecken mit einer Sickerleitung trocken gehalten. In diesem Fall ist beim GAK 1+2 die Sickerleitung um den Erweiterungsbau zu ergänzen. Beim Biologiebecken kann die Sickerleitung im Zuge des Neubaus möglicherweise rückgebaut werden. Dies wäre in der fortschreitenden Planung noch genauer zu eruieren, denn ein Aufheben der alten Sickerleitungen könnte zu Problemen mit der Auftriebssicherheit der Bestandesbauten führen.

5.7 Grundwasser-Ersatzmassnahmen

Für eine wasserrechtliche Ausnahmebewilligung bei Bauten im Bereich von Grundwasservorkommen wird vom AWEL generell gefordert, dass die heutige natürliche Durchflussskapazität des Grundwassers auch bei höchstem Grundwasserspiegel zu 100% gewährleistet bleibt. Die Realisierung von entsprechenden Massnahmen und die Einhaltung dieser Vorgabe dürfte beim GAK 1+2 und beim Biologiebecken kaum oder nur mit unverhältnismässig grossem Aufwand möglich sein.

Es empfiehlt sich, die Frage der erforderlichen Grundwasser-Ersatzmassnahmen zusammen mit der generellen Bewilligungsfähigkeit der Einbauten unter den mittleren Grundwasserspiegel frühzeitig mit dem AWEL zu besprechen.

5.8 Bauüberwachung

Im Rahmen der Bauüberwachung sind vor, während und nach Abschluss der Bauarbeiten die notwendigen Messungen und Beobachtungen durchzuführen. Mit der Ausarbeitung des entsprechenden Überwachungskonzeptes ist der projektierende Ingenieur zu beauftragen. Für die Festlegung der zulässigen Deformationen (Melde- und Alarmwerte) ist das Schadenpotential im möglichen Einflussbereich der Baugrube (z.B. Strassen, Werkleitungen) zu ermitteln und zu berücksichtigen.

Zu einer einwandfreien Überwachung der bis zu 11.5 m tiefen Baugrube gehören während der Bauphase periodische Kontrollen der Verformungen des Baugrubenabschlusses (geodätische Messungen), die Überprüfung allfälliger Ankerkräfte und eine Überwachung des Wasserspiegels innerhalb und ausserhalb der Baugrube.

Bei einer Baugrubentiefe von bis zu 11.5 m ist selbst bei der Wahl eines deformationsarmen Baugrubenabschlusses in der näheren Umgebung der Baugrube mit gewissen Setzungen und Verschiebungen zu rechnen. Es empfiehlt sich deshalb, von den benachbarten Infrastrukturen und Gebäuden im Sinne einer vorsorglichen Beweisaufnahme vor Beginn der Bauarbeiten eine gegengezeichnete amtliche Zustandsaufnahme durchführen zu lassen. Ferner sollten an exponierten Bauwerken Messbolzen versetzt werden, welche vor, während und nach den Bauarbeiten geodätisch überwacht werden.

Mit der Überwachung können kritische Bauphasen frühzeitig erkannt und allfällige nötige Gegenmassnahmen rechtzeitig eingeleitet werden. Zudem lassen sich ungerechtfertigte nachträgliche Forderungen zurückweisen und berechtigte Forderungen können quantifiziert werden.

5.9 Weitere Empfehlungen und Hinweise

Bei Unklarheiten in der Interpretation des vorliegenden geologisch-geotechnischen Berichtes und/oder bei einer Abweichung von der Prognose ist der Geologe durch den projektierenden Ingenieur oder die Bauleitung für eine Beurteilung beizuziehen (vgl. SIA 267, Ziff. 2.2.1).

Geotechnische Risiken sind einschliesslich der Massnahmen zu ihrer Bewältigung in der *Projektbasis* unter Nennung der entsprechenden Gefährdungsbilder zu beschreiben (SIA 267, Ziff. 2.2.4). Dazu kann der vorliegende geologisch-geotechnische Bericht herangezogen werden. Akzeptierte Risiken sind unter Nennung von Ausmass und Kostenfolge mit den Auftrag-

gebenden bzw. mit der Bauträgerschaft zu vereinbaren und in der *Nutzungsvereinbarung* zu dokumentieren (SIA 267, Ziff. 2.2.5).

Die Erstellung der Nutzungsvereinbarung, der Projektbasis sowie des Kontroll- und Überwachungsplanes gemäss SIA 260 liegt im Verantwortungsbereich des projektierenden Ingenieurs.

Westlich des Erweiterungsperimeter liegt ein Amphibienlaichgebiet. Möglicherweise folgen hieraus Einschränkungen für den Neubau der EMV-Anlage. Es empfiehlt sich das Projekt und insb. den Zeitplan mit der zuständigen Behörde vorzubesprechen.

6 NATURGEFAHREN

Das Projektareal liegt gemäss der Naturgefahrenkarte des Kantons Zürich nicht in einem durch Hochwasser gefährdeten Bereich.

Unabhängig davon können starke Niederschläge oder eine Schneeschmelze zu erheblichen Oberflächenabflüssen führen, welche z.B. über ungünstig angeordnete Öffnungen zu Überflutungen von unter dem Terrain liegenden Bauwerken führen können. Es empfiehlt sich deshalb, solche Öffnungen und Anschlüsse etwas über das Terrain hochzuziehen und die Umgebung derart zu gestalten, dass oberflächlich abfliessendes Wasser vom Bauwerken ferngehalten wird. Weitere Hinweise gibt die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss des Bundesamts für Umwelt (<https://s.geo.admin.ch/7b964248d0>).

7 METEORWASSERVERSICKERUNG

Grundsätzliches

Zur Grundwasserneubildung und zur Entlastung der Kanalisation muss nach Art. 7 Abs. 2 des Gewässerschutzgesetz (GSchG) nicht verschmutztes Abwasser von Dächern, Strassen und Plätzen wenn möglich vor Ort zur Versickerung gebracht werden. Ist dies aufgrund der örtlichen Verhältnisse nicht möglich, so kann das anfallende Meteorabwasser mit Bewilligung der zuständigen Behörde in eine geeignete Vorflut eingeleitet werden.

Die «Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (VSA, 2019) sowie die «Richtlinie und Praxishilfe zum Umgang mit Regenwasser» (AWEL, 2022) enthalten die wichtigsten Grundsätze zur Entsorgung von Regenwasser und praktische Hilfen zu deren Umsetzung.

Versickerungsverhältnisse

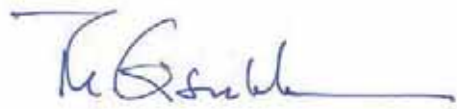
Eine Versickerung in den feinkörnigen Oberflächenschichten ist nicht möglich. Für eine konzentrierte Versickerung eignet sich dagegen der sandig-kiesige Schotter sehr gut.

Zur Versickerung von gering belastetem Regenabwasser steht im vorliegenden Fall eine *unterirdische Versickerung* direkt in den Schotter im Vordergrund. Im Hinblick auf die Dachwasserversickerung sind die auf dem Projektareal vorherrschenden hydrogeologischen Verhältnisse als *günstig* zu beurteilen. Im sauberen bis z.T. leicht siltigen Schotter ist eine konzentrierte, unterirdische Versickerung von gering belastetem Regenabwasser in einem Versickerungsschacht bzw. in einer Versickerungsgalerie möglich. Für die Vordimensionierung kann erfahrungsgemäss von einer spezifischen Schluckfähigkeit von ca. 10–20 l/min pro m² ausgegangen werden. Dieser Wert ist im Rahmen der Aushubarbeiten durch einen Versickerungsversuch zu verifizieren.

Für die Schaffung von oberflächlichem Retentionsvolumen kommen z.B. nicht begehbare Flachdächer in Frage, wie sie gemäss den zur Verfügung stehenden Planunterlagen vorgesehen sind. Diese können zudem extensiv begrünt werden.

Winterthur, 16. Mai 2024
231482 Bericht_Baugrund.docx BB / Ei / Km / La

Jäckli Geologie AG



Projektbearbeitung:

Björn Bauhofer, MSc ETH, Ingenieurgeologe
Thomas Eisenlohr, Dr. sc. nat. ETH, Geologe CHGEOL

Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Beilagen

- Beilage 1: Situation 1:2'500, Projekt, Lage der Sondierungen und Isohypsen Mittelwasserstand
- Beilage 2: Situation 1:2'500, Projekt, Lage der Sondierungen und Isohypsen
Höchsthochwasserstand
- Beilage 3: Profil 1:1000/500, geologisch bearbeitet
- Beilage 4: Einzelprotokolle der Kernbohrungen Nr. 24-1 bis 24-6, 1:100
- Beilage 5: Einzelprotokolle älteren Sondierungen
- Beilage 6: Auswertungen der Flowmeterversuche, Werner + Partner AG, Burgdorf
- Beilage 7: Korngrössenverteilungskurven, Consultest AG, Ohringen
- Beilage 8: Laborresultate, Niutec AG, Winterthur
- Beilage 9: Ganglinie des Grundwasserspiegels in den KleinfILTERrohren Nrn 24-2, 24-4, 24-6
sowie in der Fassung Hard 1

Ausbau ARA Hard West
Winterthur / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Situation 1:2'500, Projekt, Lage der
Sonderungen und Isohypsen
Höchsthochwasserstand

Legende

393 — Isohypse des Höchstwasser-
spiegels (m ü.M.), Interpretation

391.88 — * Interpolation aufgrund maximalem
Ablfluss vom 26.6.1953

393 — geringe GW Mächtigkeit (< 2 m)*

394 — mittlere GW Mächtigkeit (2-10 m)*

395 — grosse GW Mächtigkeit (10-20 m)*

396 — sehr grosse GW Mächtigkeit (> 20 m)*

● Kernbohrung

● ältere Kernbohrung (Auswahl)

● Piezometerrohr, ohne Sondierprofil

● Filterrohr

● Grundwasserfassung

● ältere Pfahlbohrung

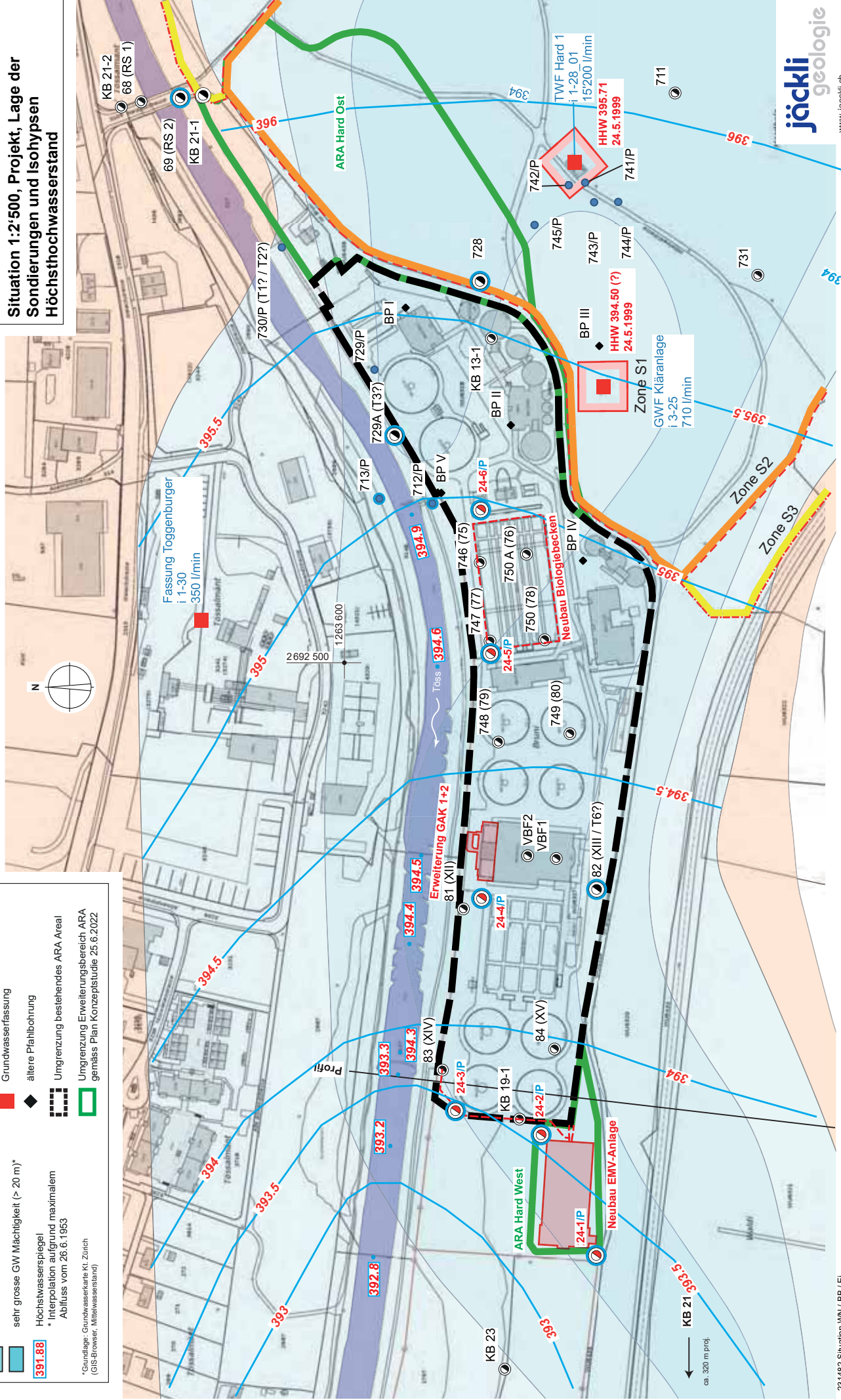
■ Umgrünzung bestehendes ARA Areal

■ Umgrünzung Erweiterungsbereich ARA
gemäss Plan Konzeptstudie 25.6.2022

■ Neubau

■ Kanal / Becken

*Grundlage: Grundwasserkarte KT, Zürich
(GIS/Browser, Mittelwasserstand)



Ausbau ARA Hard West
Winterthur / ZH
Geologisch-geotechnischer Bericht
Schnitt, 1:1000/500
geologisch bearbeitet

Legende

Sondierung 1:500

23
184 m proj.
⊗ ○ Projektion in / aus Blattebene
498.21 OKT (m ü.M.)
1.0 Endtiefe (m u.T.)
Grundwasserspiegel mit Datum

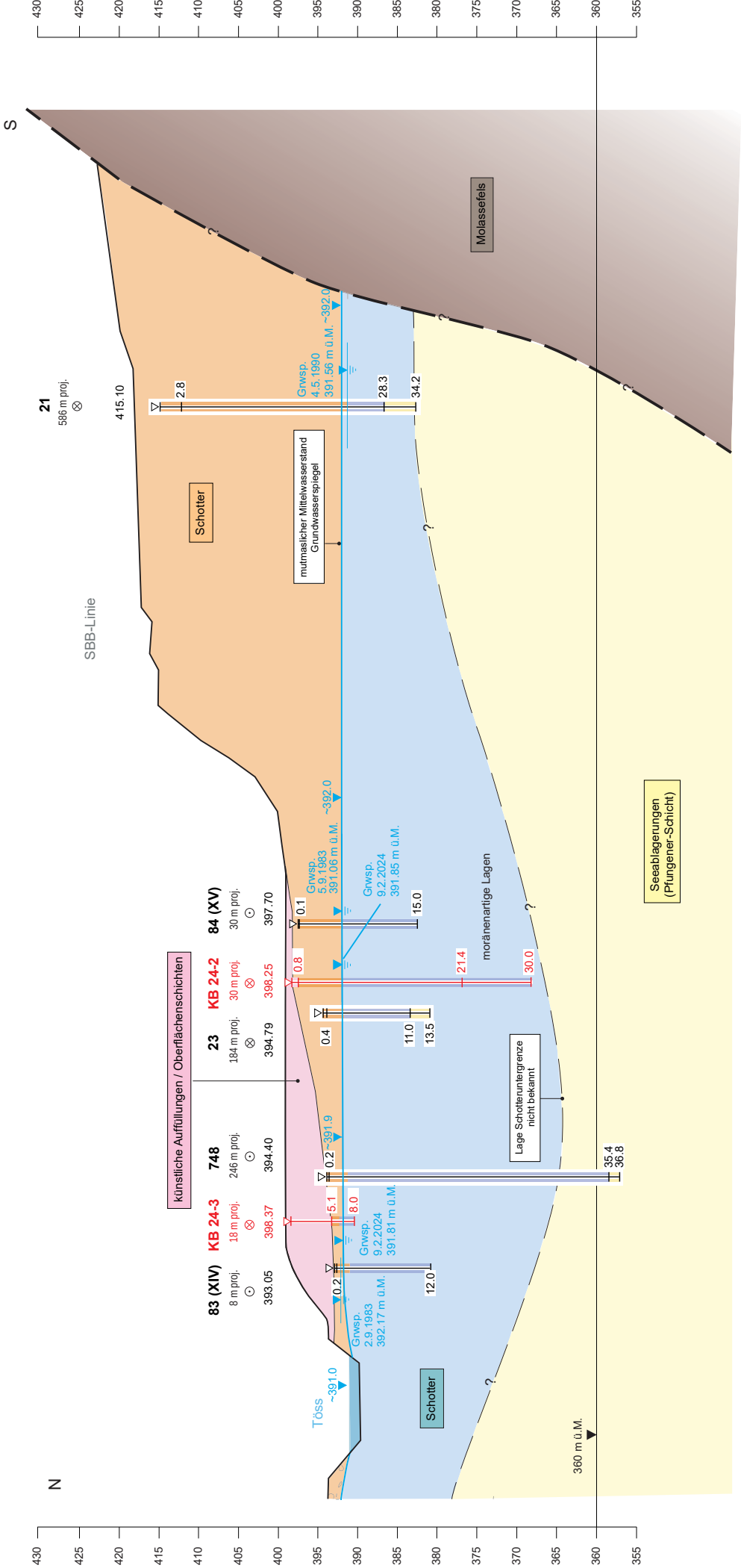
künstliche Auffüllung / Oberflächenschichten

Schotter ungesättigt

Schotter gesättigt

Seeablagerungen (Pflungener-Schicht)

Molassefels



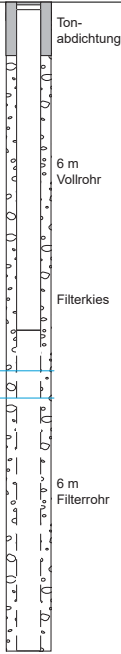
Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH

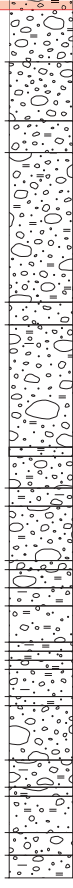
Geologisch-geotechnischer Bericht

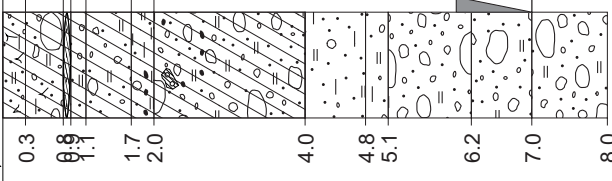
Einzelprotokolle der Kernbohrungen Nr. 24-1 bis 24-6, 1:100

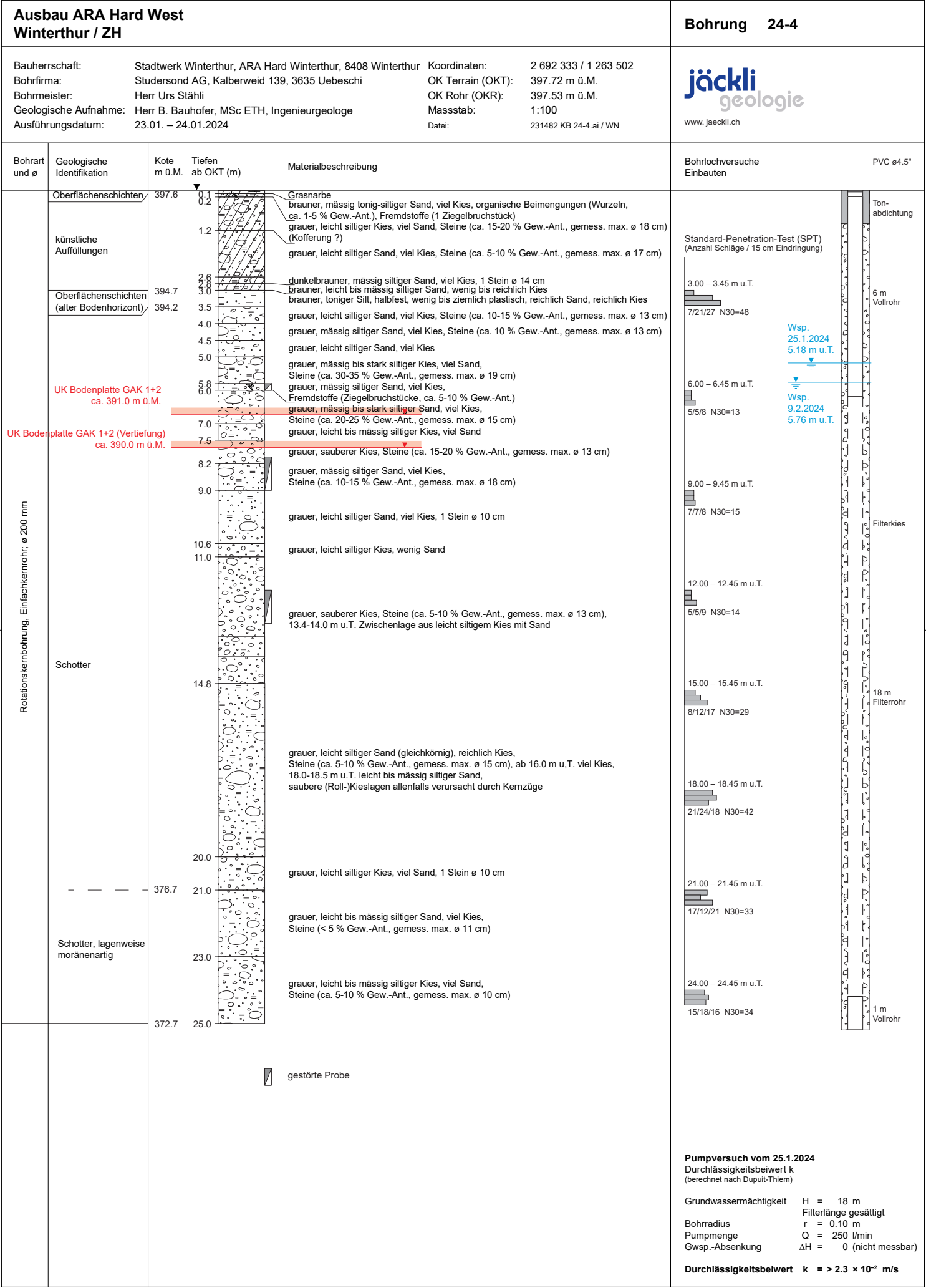
Bohrung 24-1

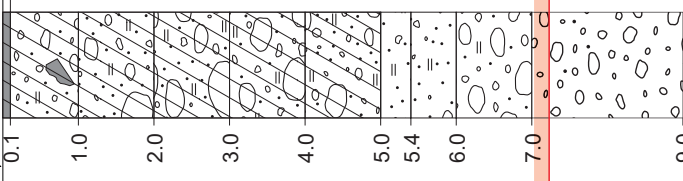
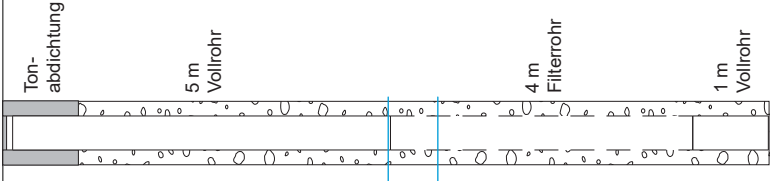
jöckli
geologie
www.jaekli.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten	PVC ø4.5"	
Rotationskernbohrung, Einfachkernrohr; ø 200 mm	Oberflächenschichten	397.7	0.1	Grasnarbe		Ton-abdichtung	
	Schotter		0.4	dunkelbrauner, leicht bis mässig tonig-siltiger Sand, wenig Kies, humos, organische Beimengungen (Wurzeln, ca. 1-5 % Gew.-Ant.)			6 m Vollrohr
			1.0	brauner, leicht bis mässig tonig-siltiger Sand, reichlich Kies, leicht humos, organische Beimengungen (Wurzeln, < 1 % Gew.-Ant.),			
			1.5	Steine (ca. 5-10 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 9 cm)			
			2.0	grauer, mässig siltiger Sand (vorwiegend Fein- und Mittelsand), wenig Kies			
			2.4	brauner, toniger Silt, weich, wenig bis ziemlich plastisch, viel Sand, reichlich Kies			
			3.0	grauer, leicht siltiger Kies (ungleichkörnig), viel Sand, 1 Stein ø 18 cm			
				grauer, sauberer bis leicht siltiger Sand, viel Kies, 1 Stein ø 9 cm			
				grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, viel Sand, 1 Stein ø 8 cm			
				grauer, leicht bis mässig siltiger Sand, reichlich bis viel Kies, Steine (ca. 10-15 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 13 cm)			
			4.6	grau-beiger, mässig bis stark siltiger Sand, viel Kies			
			5.0	grauer, leicht siltiger Sand, reichlich Kies, Steine (ca. 5-10 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 10 cm), 7.0-7.2 m u.T. mässig siltiger Sand			
	UK Bodenplatte EMV 1. UG ca. 392.5 m ü.M.						
		7.2	grauer, leicht siltiger Kies (gut gerundet), reichlich Sand, 1 Stein ø 10 cm	6 m Filterrohr			
		8.5	grauer, mässig siltiger Kies (an- bis gutgerundet, Rundung mit zunehmender Tiefe abnehmend), viel Sand, Steine (ca. 5-10 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 10 cm)				
		10.6	beiger, mässig bis stark tonig-siltiger Kies, viel Sand, 1 Stein ø 9 cm				
		11.0	grauer, anthrazitfarbener, sauberer Kies				
		11.4	grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, viel Sand, 1 Stein ø 9 cm				
		387.2	12.0	UK Bodenplatte EMV 2. UG ca. 387.4 m ü.M.			

Ausbau ARA Hard West Winterthur / ZH					Bohrung 24-2	
Bauherrschafft: Stadtwerk Winterthur, ARA Hard Winterthur, 8408 Winterthur Bohrfirma: Studersond AG, Kalberweid 139, 3635 Uebeschi Bohrmeister: Herr Urs Stähli Geologische Aufnahme: Frau A. Sidler, Bauingenieurin BSc ZFH Ausführungsdatum: 22.01. – 23.01.2024		Koordinaten: 2 692 164 / 1 263 460 OK Terrain (OKT): 398.25 m ü.M. OK Rohr (OKR): 398.19 m ü.M. Massstab: 1:100 Datei: 231482 KB 24-2.ai / WN			 www.jaeckli.ch	
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten	PVC ø4.5"
Rotationskernbohrung, Einfachkernrohr, ø 200 mm	Oberflächenschichten	397.4		dunkelbrauner, mässig siltiger Sand, wenig Kies, durchwurzelt, humos dunkelbrauner, mässig siltiger Sand, reichlich Kies, Steine (gemess. max. ø ca. 8 cm, Gew.-Ant. ca. 5 %), durchwurzelt hellbrauner, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand grauer, leicht tonig-siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gemess. max. ø ca. 7 cm, Gew.-Ant. ca. 5-10 %), nass graubeiger, leicht siltiger Kies, reichlich Sand (Fein- bis Mittelsand), Steine (gemess. max. ø ca. 10 cm, Gew.-Ant. ca. 10 %), Block zerbohrt bei 3.4-3.5 m, trocken grauer, siltfreier bis leicht siltiger Kies, wenig Sand (Mittel- bis Grobsand), Steine (gemess. max. ø ca. 12 cm, Gew.-Ant. ca. 5-10 %), nass UK Bodenplatte ZG ca. 390.1 m ü.M. grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand (vonw. Mittelsand), Steine (gemess. max. ø ca. 10 cm, Gew.-Ant. ca. 5-10 %); von 9-9.3 m: siltfreier Mittelsand, reichlich Kies UK Bodenplatte EMV 2. UG ca. 387.4 m ü.M. grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gemess. max. ø ca. 15 cm, Gew.-Ant. ca. 15 %) grauer, siltfreier Kies, wenig Sand, Steine (gemess. max. ø ca. 7 cm, Gew.-Ant. ca. 1-5 %) grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand (vorwiegend Mittelsand) grauer, leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand (Mittel bis Grobsand), Steine (gemess. max. ø ca. 7 cm, Gew.-Ant. ca. 5 %); mässig siltig von 14.4-14.5 m und 17.0-17.3 m grauer, siltfreier Sand (Mittel- bis Grobsand), reichlich Kies grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gemess. max. ø ca. 12 cm, Gew.-Ant. ca. 10-15 %); leicht tonig von 18.2-18.3 m; leicht siltiger Sand (Mittelsand) mit wenig Kies von 20.5-20.7 m dunkelbeiger, leicht tonig-siltiger Kies, viel Sand, moränenartig grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gemess. max. ø ca. 7 cm, Gew.-Ant. ca. 1-5 %); siltfrei von 22.0-22.3 m grauer, siltfreier Kies grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand (Mittelsand), Steine (gemess. max. ø ca. 8 cm, Gew.-Ant. ca. 5 %) dunkelbeiger, leicht tonig-siltiger Kies, reichlich Sand, moränenartig grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand grauer, leicht tonig-siltiger Kies, reichlich Sand, moränenartig leicht siltiger Fein-/Mittelsand, wenig Kies grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand dunkelbeiger, leicht tonig-siltiger Kies, reichlich Sand, moränenartig leicht siltiger Fein-/Mittelsand, wenig Kies grauer, siltfreier Kies, reichlich Sand, Steine (gemess. max. ø ca. 10 cm, Gew.-Ant. ca. 5-10 %) dunkelbeiger, leicht tonig-siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gemess. max. ø ca. 8 cm, Gew.-Ant. ca. 5-10 %), moränenartig leicht siltiger Kies, viel Sand, Steine (gemess. max. ø ca. 10 cm, Gew.-Ant. ca. 10-15 %) dunkelbeiger, mässig siltiger Sand (Feinsand), reichlich Kies grauer, siltfreier Kies, wenig Sand (Mittel- bis Grobsand) dunkelbeiger, leicht tonig, mässig siltiger Kies, viel Sand, moränenartig	Standard-Penetration-Test (SPT) (Anzahl Schläge / 15 cm Eindringung) 3.00 – 3.45 m u.T. 5/21/50 N30=71 6.00 – 6.45 m u.T. 7/7/9 N30=16 9.00 – 9.45 m u.T. 6/5/7 N30=12 12.00 – 12.45 m u.T. 7/5/5 N30=10 15.00 – 15.45 m u.T. 8/12/7 N30=19 18.00 – 18.45 m u.T. 10/11/16 N30=27 21.00 – 21.45 m u.T. 12/10/14 N30=24 24.00 – 24.45 m u.T. 12/18/24 N30=42 27.00 – 27.45 m u.T. 21/22/32 N30=54 30.00 – 30.45 m u.T. 17/19/24 N30=43 Wsp. 9.2.2024 6.40 m u.T. Wsp. 25.1.2024 7.30 m u.T.	Ton-abdichtung 5 m Vollrohr Filterkies 22 m Filterrohr 2 m Vollrohr
	Schotter	376.9		gestörte Probe		
	Schotter, lagenweise moränenartig	368.2				

Ausbau ARA Hard West Winterthur / ZH				Bohrung 24-3	
Bauherrschaft: Stadtwerk Winterthur, ARA Hard Winterthur, 8408 Winterthur Koordinaten: 2 692 182 / 1 263 521 Bohrfirma: Studersond AG, Kalberweid 139, 3635 Uebeschi OK Terrain (OKT): 398.37 m ü.M. Bohrmeister: Herr Urs Stähli OK Rohr (OKR): 398.16 m ü.M. Geologische Aufnahme: Herr B. Bauhofer, MSc ETH, Ingenieurgeologe Massstab: 1:100 Ausführungsdatum: 23.01.2024 Datei: 231482 KB 24-3.ai / WN				 www.jaeckli.ch	
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten
Rotationskernbohrung, Einfachkernrohr: ø 200 mm	Oberflächenschichten	397.6	 0.3 dunkelbrauner, mässig tonig-siltiger Sand, wenig Kies, humos, organische Beimengungen (Wurzeln, Gew.-Ant. ca. 10-20 %) 0.6 hellbrauner, mässig tonig-siltiger Sand, leicht humos, reichlich Kies, 1 Stein ø 9 cm, organische Beimengungen (Wurzeln, Gew.-Ant. < 1 %) 1.1 Sandsteinblock (ø > Bohr ø) 1.7 grauer, mässig siltiger Sand, reichlich Kies (zerbohrter Sandstein ?) 2.0 brauner, mässig siltiger Sand, viel Kies brauner, toniger Silt, halbfest, wenig plastisch, viel Sand, reichlich Kies, vereinzelt kohlige Lagen dunkelgrauer, mässig siltiger Sand, reichlich Kies, Steine (gemess. max. ø 15 cm, Gew.-Ant. ca. 5-10 %), Fremdstoffe (1 Bachsteinbruchstück, kohlige Lagen bis 3.0 m u.T.), ab 3.0 m u.T. wenig bis reichlich Kies	Standard-Penetration-Test (SPT) (Anzahl Schläge / 15 cm Eindringung)  3.00 – 3.45 m u.T. 10/16/15 N30=31 6.00 – 6.45 m u.T. 21/22/29 N30=51 Wsp. 25.1.2024 6.10 m u.T. Wsp. 9.2.2024 6.56 m u.T.	PVC ø4.5"
	künstliche Auffüllungen				
	Oberflächenschichten (alter Bodenhorizont)	394.4	4.0	dunkelbrauner, mässig bis stark tonig-siltiger Sand, wenig bis reichlich Kies, 1 Stein ø 8 cm	
	Schotter	393.3	4.8 5.1	braunrötlicher, mässig tonig-siltiger Sand, viel Kies grauer, leicht siltiger Kies (kanten- bis gutgerundet), viel Sand, Steine (gemess. max. ø 10 cm, Gew.-Ant. ca. 10-15 %)	
		390.4	6.2 7.0 8.0	grauer, leicht siltiger Sand, viel Kies, Steine (gemess. max. ø 9 cm, Gew.-Ant. ca. 10 %), feucht grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, viel Sand, Steine (gemess. max. ø 10 cm, Gew.-Ant. ca. 10 %)	Pumpversuch vom 25.1.2024 Durchlässigkeitsbeiwert k (berechnet nach Dupuit-Thiem) Grundwassermächtigkeit H = 2 m Filterlänge gesättigt r = 0.10 m Bohrradius Pumpmenge Q = 250 l/min Gwsp.-Absenkung ΔH = 0 (nicht messbar) Durchlässigkeitsbeiwert k = > 2.1 × 10⁻¹ m/s
				gestörte Probe	



Ausbau ARA Hard West Winterthur / ZH				Bohrung 24-5	
Bauherrschafft: Stadtwerk Winterthur, ARA Hard Winterthur, 8408 Winterthur Koordinaten: 2 692 508 / 1 263 496 Bohrfirma: Studersond AG, Kalberweid 139, 3635 Uebeschi OK Terrain (OKT): 398.03 m ü.M. Bohrmeister: Herr Urs Stähli OK Rohr (OKR): 397.90 m ü.M. Geologische Aufnahme: Herr B. Bauhofer, MSc ETH, Ingenieurgeologe Massstab: 1:100 Ausführungsdatum: 24.01.2024 Datei: 231482 KB 24-5.ai / WN				 www.jaeckli.ch	
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten
Rotationskernbohrung, Einfackkernrohr, ø 200 mm	künstliche Auffüllungen			Asphalt braun, grauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, Fremdstoffe (1 Schlackebruchstück) (Kofferung) braun, grauer, mässig siltiger Sand, reichlich bis viel Kies, Steine (< 5 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 11 cm) braun, grauer, mässig siltiger Sand, viel Kies, Steine (ca. 20-25 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 13 cm) braun, grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, viel Sand, Steine (ca. 20-25 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 17 cm) braun, grauer, leicht siltiger Sand, viel Kies, Steine (ca. 10-15 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 13 cm) dunkelbrauner, mässig siltiger Sand (vorwiegend Fein- und Mittelsand), wenig Kies hellbrauner, leicht siltiger Sand, wenig Kies grauer, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (ca. 20-25 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 16 cm)	Standard-Penetration-Test (SPT) (Anzahl Schläge / 15 cm Eindringung) 3.00 – 3.45 m u.T. 3/2/3 N30=5 Wsp. 25.1.2024 5.10 m u.T. 6.00 – 6.45 m u.T. 4/7/3 N30=10 Wsp. 9.2.2024 5.76 m u.T. 9.00 – 9.45 m u.T. 3/3/5 N30=8
	Oberflächenschichten (alter Bodenhorizont)	393.0			
	Schotter	392.0		UK Bodenplatte Becken ca. 389.9 m ü.M.	
		389.0		grauer, sauberer Kies, wenig Sand, ab 8.0 m u.T. kein Sand mehr Pumpversuch vom 25.1.2024 Durchlässigkeitsbeiwert k (berechnet nach Dupuit-Thiem) Grundwassermächtigkeit H = 4 m Filterlänge gesättigt r = 0.10 m Bohrradius Q = 250 l/min Pumpmenge Gwsp.-Absenkung ΔH = 0 (nicht messbar)	
				PVC ø4.5"	

Bohrung 24-6

jäckli
geologie
www.jaekli.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten	PVC ø4.5"
Rotationskernbohrung, Einfachkernrohr, ø 200 mm	künstliche Auffüllungen	394.2	0.1	Asphalt	Standard-Penetration-Test (SPT) (Anzahl Schläge / 15 cm Eindringung) 3.00 – 3.45 m u.T. 7/12/13 N30=25 6.00 – 6.45 m u.T. 7/7/11 N30=18 9.00 – 9.45 m u.T. 15/13/21 N30=34 12.00 – 12.45 m u.T. 12/28/25 N30=53 15.00 – 15.45 m u.T. 12/18/25 N30=43 18.00 – 18.45 m u.T. 9/11/24 N30=35 Ton- abdichtung 6 m Vollrohr Filterkies 13 m Filterrohr 1 m Vollrohr	Ton- abdichtung
			1.0	braungrauer, leicht siltiger Sand, viel Kies		
			3.6	braungrauer, mässig siltiger Sand, viel Kies, Steine (ca. 15-20 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 17 cm)		
			4.0	brauner, leicht bis mässig siltiger Kies, viel Sand		
			5.0	braungrauer, leicht siltiger Kies, viel Sand		
	Schotter	386.2	6.0	grauer, mässig siltiger Kies, viel Sand, Steine (ca. 10-15 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 9 cm)		
			8.0	grauer, sauberer Kies, Steine (ca. 10 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 11 cm)		
			10.0	grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, viel Sand, 1 Stein ø 13 cm, ab 9.0 m u.T. mässig siltiger Kies		
			11.0	grauer, sauberer Kies, wenig Sand		
			11.5	grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, viel Sand, Steine (ca. 5-10 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 9 cm)		
Schotter, lagenweise moränenartig	380.9	12.0	grauer, sauberer bis leicht siltiger Sand, mit viel Kies			
		13.0	grauer, mässig siltiger Kies, viel Sand, 1 Stein ø 9 cm			
		14.6	grauer, leicht siltiger Sand, viel Kies, Steine (ca. 5-10 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 11 cm)			
		15.0	brauner, sauberer Kies, reichlich Sand			
		17.3	grauer, mässig siltiger Kies, viel Sand, Steine (ca. 5-10 % Gew.-Ant., gemess. max. ø 10 cm)			
Seeablagerungen	377.2	17.9	brauner, toniger Silt, halbfest, ziemlich plastisch, vereinzelt Kies			
		18.2	grauer, leicht siltiger Sand, viel Kies			
		18.6	brauner, toniger Silt, halbfest, ziemlich plastisch, vereinzelt Kies			
		19.2	grauer, mässig bis stark siltiger Sand, reichlich Kies			
		20.4	grauer, mässig siltiger Sand, viel Kies, 1 Stein ø 10 cm			
			21.0	brauner, toniger Silt, hart, wenig plastisch, vereinzelt Kies		
				gestörte Probe		
					Pumpversuch vom 25.1.2024 Durchlässigkeitsbeiwert k (berechnet nach Dupuit-Thiem) Grundwassermächtigkeit H = 15.7 m Bohrradius r = 0.10 m Pumpmenge Q = 250 l/min Gwsp.-Absenkung ΔH = 0 (nicht messbar) Durchlässigkeitsbeiwert k = > 2.7 × 10⁻² m/s	

Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Einzelprotokolle älteren Sondierungen

Rammsondierung RS.2
(Kanalbrücke)

KB 69

Rammsondierung RS.1
(Kanalbrücke)

KB 68



Kanalbrücke

nach Dr. J. Weber 1924
geologische Karte von Winterthur und Umgebung

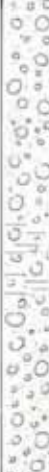
1.1

730

ev. 727

725 ev.

NW 300 mm

Geologisches Gutachten Baugrundverhältnisse Ausbau der Kläranlage Hard, Winterthur Sondierbohrung 81 (XII)					Bericht Nr. 1947		Beilage 2			
					Büchi und Müller AG Beratende Geologen SIA/ASIC Zürcherstrasse 105 8500 Frauenfeld 054 7 69 33				Ottostrasse 6 7000 Chur 081 22 92 32	
					Profilaufnahme durch Chr. Grüniger, Geologe					
Bauherrschaft Tiefbauamt der Stadt Winterthur					Sondierart: Kernbohrung		Sondierdatum: 31.8. - 1.9.1983			
Koordinaten: 632325/263515 Höhenlage: 393.80 m ü.M.					Sondierunternehmung: KELLER AG Ziegeleien, Pfungen					
Schichtprofil					Massstab 1:100		gezeichnet 3.10.83 se		Format: 30 x 36 cm	
Höhe über Meer	Tiefe ab OK Terrain	Schicht- mächtigkeit	Profil	Geologische Identifikation	Schichtbeschreibung	USCS	Grund- wasser	Bemerkungen		
393.60	0.20	0.20		Deck- schichten	Humus, braun			OK PVC-Rohr 194.70		
		0.70			siltiger Sand, beige	SM-ML				
392.90	0.90				schwach siltigen bis schwach toniger Kies mit reichlich Sand, beigegrau von 4.90 - 5.50 mit viel Sand von 6.40 - 6.75 stark siltig 7.05 - 7.30 von 8.50 - 10.00 z.T. sauberer Kies	GM GC zT GM-ML zT GW		Gwsp. 2.9.83 ↓ - 2.11 Pumpversuch Q = 200 l/min s = 4 cm k = 9 · 10 ⁻³ m/s		
		9.10		Schotter			Piezometerrohr 8" Ø	SPT-Versuche ↓ 15 20 Schläge 31		
383.80	10.00							↓ 7 12 Schläge		

Geologisches Gutachten Baugrundverhältnisse Ausbau der Kläranlage Hard, Winterthur Sondierbohrung 82 (XIII)					Bericht Nr. 1947		Beilage 3	
					Büchi und Müller AG Beratende Geologen SIA/ASIC Zürcherstrasse 105 Offstrasse 6 8500 Frauenfeld 7000 Chur 054 7 69 33 081 22 92 32			
					Profilaufnahme durch Chr. Grüniger, Geologe			
Bauherrschaft: Tiefbauamt der Stadt Winterthur					Sondierart: Kernbohrung		Sondierdatum: 22. - 24.8.1983	
Koordinaten: 692340/263420 Höhenlage: 399.00 m ü. M.					Sondierunternehmung: KELLER AG Ziegeleien, Pfungen			
Schichtprofil					Massstab: 1:100		gezeichnet: 3.10.83 se	
						Format: 30x40 cm		
Höhe über Meer	Tiefe ab OK Terrain	Schicht- mächtigkeit	Profil	Geologische Identifikation	Schichtbeschreibung	USCS	Grund- wasser	Bemerkungen
					0-005 Humus, braun 0.05-12.00 Schwach siltiger bis schwach toniger Kies mit reichlich Sand und einzelnen Steinen bis 150 mm Ø, beige/grau von 3.30 - 3.50 stärker siltig	GM b/s GC		OK PVC-Rohr 398.87 JPT-Versuche 19 Schläge 21 Quasp. 5.9.83 -7.86 8 Schläge 13 Pumpversuch Q = 200 l/min s = 4 cm k = 14 · 10 ⁻² m/s
397.00	12.00							

Geologisches Gutachten
Baugrundverhältnisse
Ausbau der Kläranlage Hard, Winterthur

Sondierbohrung 83 (XIV)

Bericht Nr. 1947

Beilage 4

Büchi und Müller AG
 Beratende Geologen SIA/ASIC

Zürcherstrasse 105
 8500 Frauenfeld
 054 7 69 33

Offenstrasse 6
 7000 Chur
 091 22 92 32

Profilaufnahme durch Chr Grüniger, Geologe

Bauherrschaft: *Tiefbauamt der Stadt Winterthur*

Sondierart:
 Kernbohrung

Sondierdatum:
 28. 3. 1983

Koordinaten 632210/263530

Höhenlage: 393.05 m ü.M.

Sondierunternehmung:
 KELLER AG Ziegeleien, Pfungen

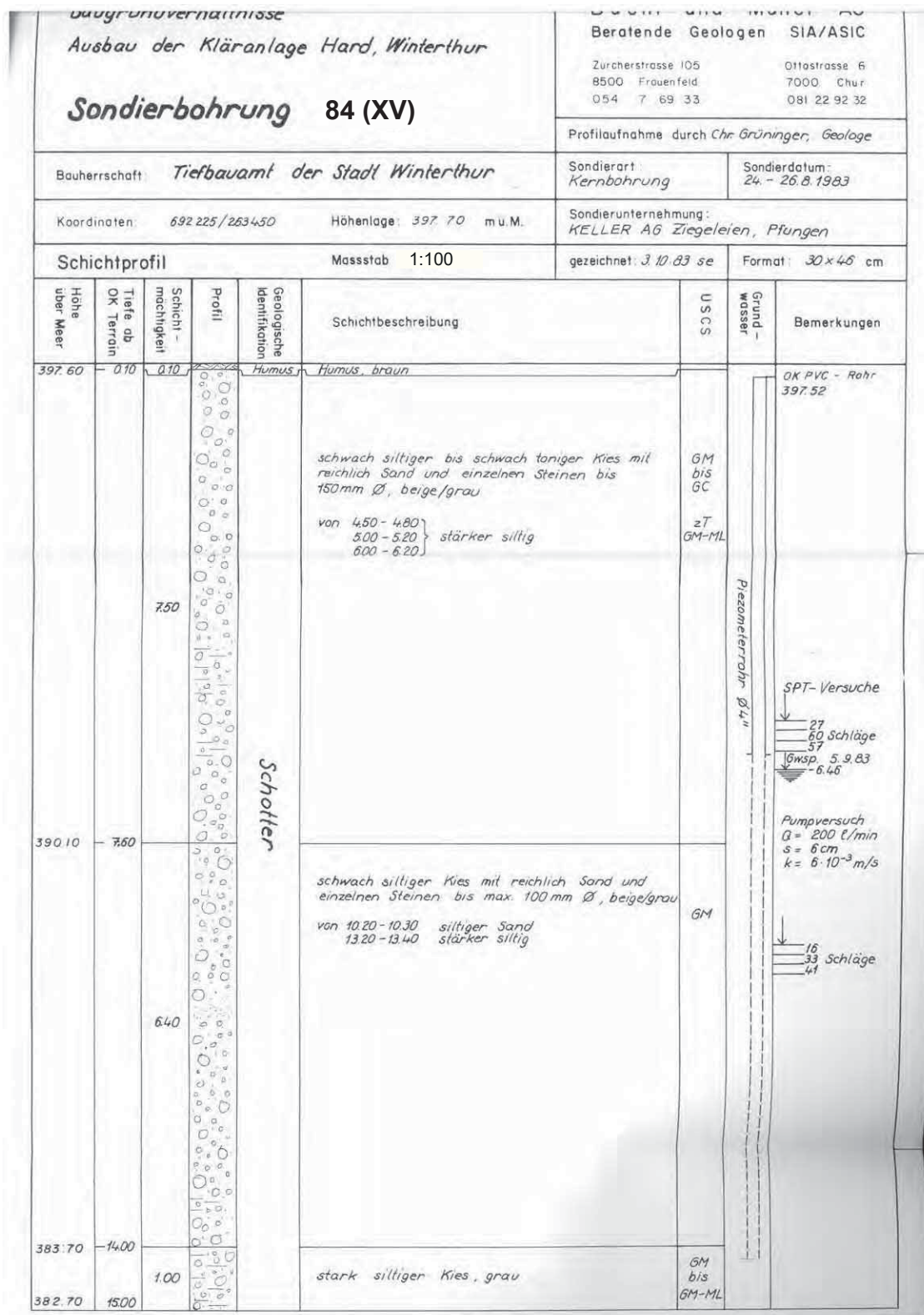
Schichtprofil

Massstab 1:100

gezeichnet: 3.10.83 se

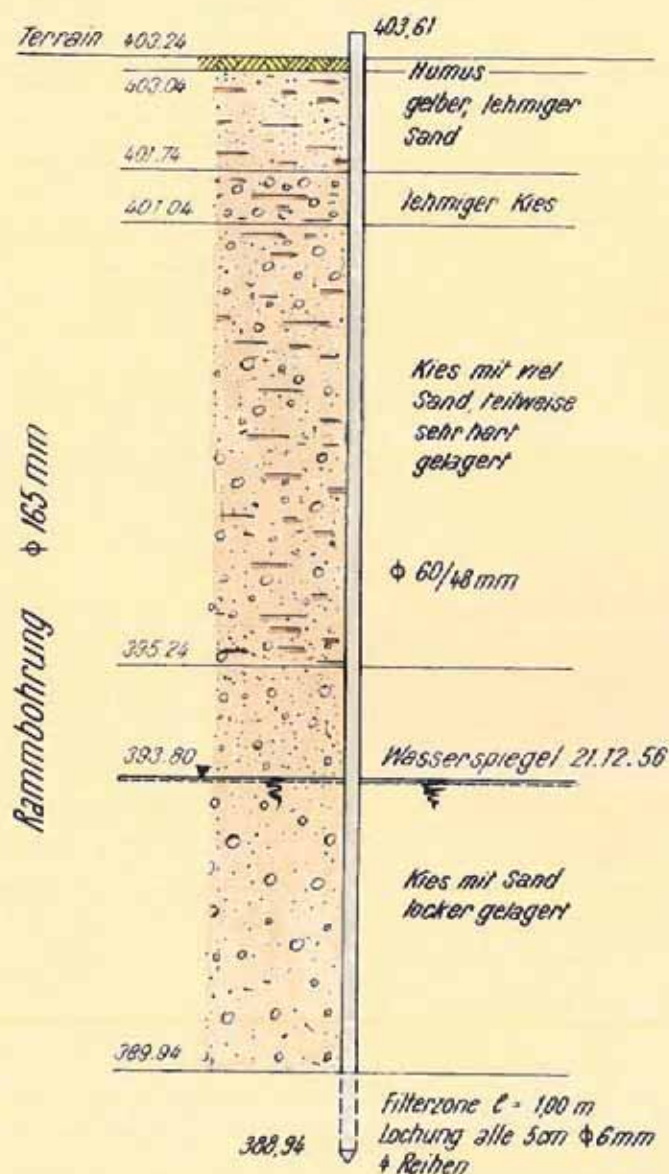
Format: 30x40 cm

Höhe über Meer	Tiefe ab OK Terrain	Schicht- mächtigkeit	Profil	Geologische Klassifikation	Schichtbeschreibung	USCS	Grund- wasser	Bemerkungen
392.85	0.20	0.20		Humus	Humus, braun			OK PVC-Rehr 392.97
				Schotter	Schwach siltiger zT schwach toniger Kies mit reichlich Sand, und mit Steinen bis 120 mm Ø	GM GC zT GM-ML		Gwsp. 2.9.83
					von 4.00-4.10 4.40-4.60 7.10-7.40 7.80-8.10 9.30-9.50 10.20-10.30 10.50-10.90			Pumpversuch Q = 200 l/min s = 4 cm k = 7 · 10 ⁻³ m/s
					von 6.30-7.10 sauberer Kies			SPT-Versuche
					von 10.30-12.00 Feinkies, max Geröll Ø 50 mm			10 24 19 Schläge
381.05	12.00	11.80						17 21 23 Schläge



Bohrprofil der Bohrung 711

1:100



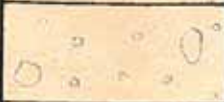
4. Januar 1957

Bohrung Nr. 728

1:100

Ausführung 13. 18.6.57

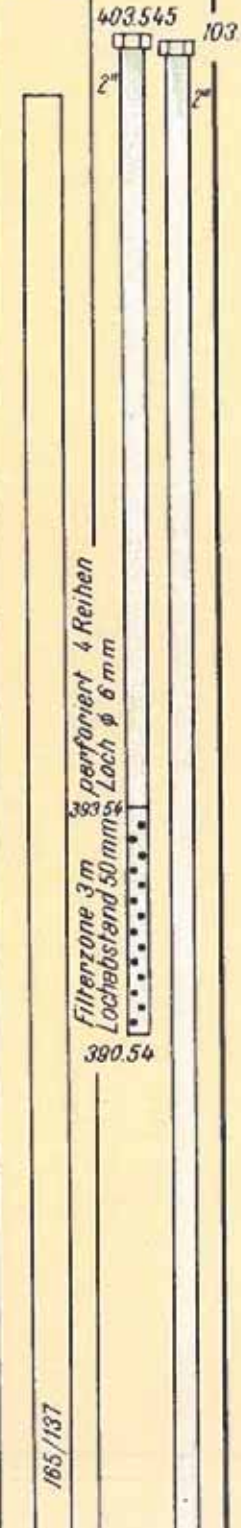
Datum	Materialbezeichnung				Bohr- u. Ausbau garnitur	
	T ab. OK Pfahl	Profil- zeichnung	H ü M.	Benennung des Bodenmaterials	Bohr- garni- tur	Ausbau- garni- tur
	m		m		φ in mm	
						405 030
	000		404 10			
	015		403 95	Humus gelbe lehmige Erde		
	075		403 35			404 338
13.6.57				lockerer Kies mit Sand und Bollen bis 40 mm φ		
	495		399 15			
15.6.57				fest gelagerter Kies mit Sand und einz. Bollen		
	800		396 10			
16.6.57				sehr hart gelagerter Kies mit einz. Bollen		
	10 00		394 10			
	10 30		393 30			
17.6.57				Kies mit lockerem Kies-Sand und einz. Bollen		
					165/135	
					Reihen mit Treßengewebe stand 50 mm, versetzt Loch φ 6 mm	

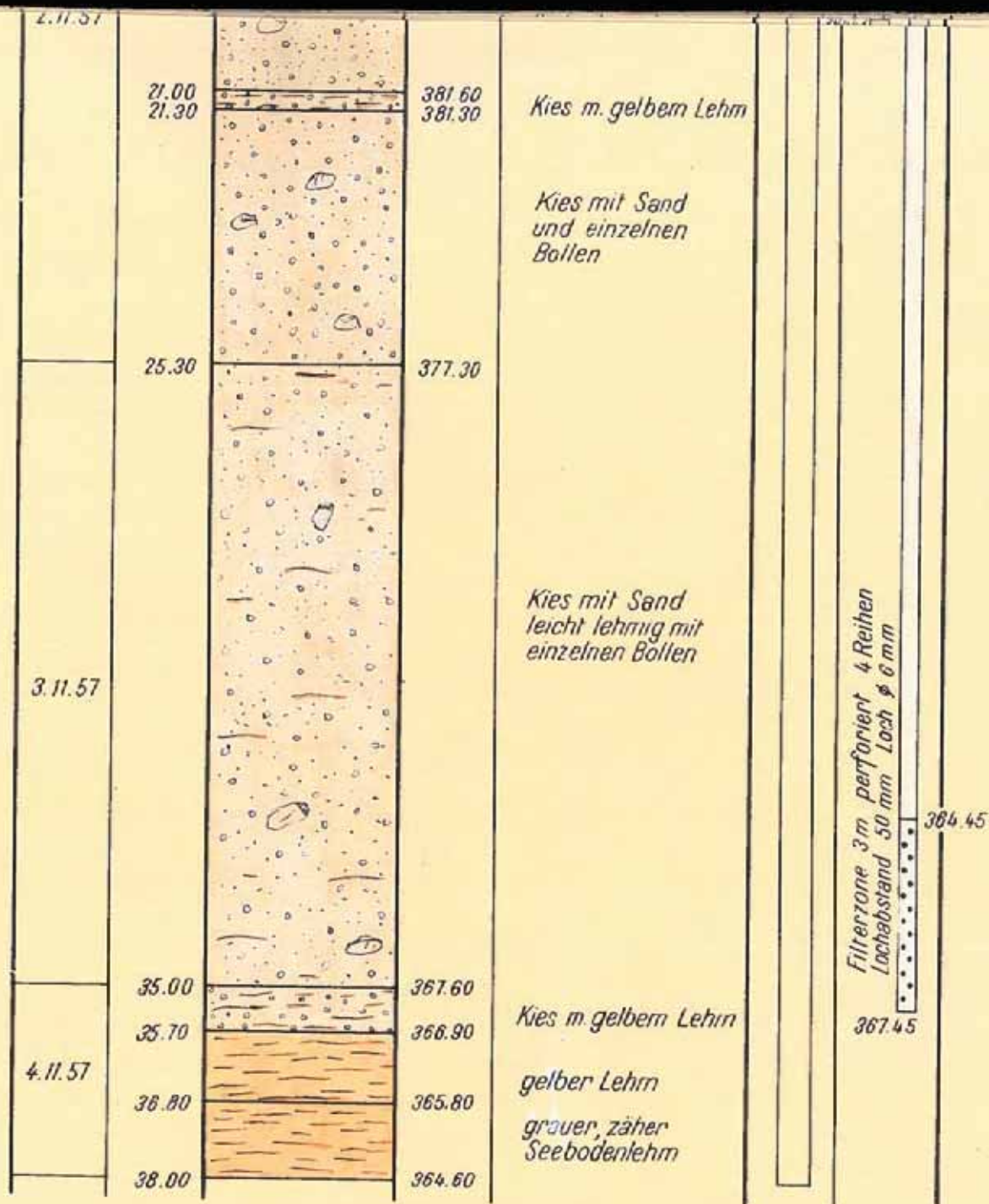
18.6.57	2240		381.70	lockerer Kies-Sand mit einz. Bollen	Filterzone 3m überzogen Loch- 381.43
	2371		380.39		
	2700		377.10	gelber Lehm mit wenig Kies	Filterzone 3m 4 Reihen mit Treßengewebe überzogen Lochabstand 50mm versetzt Loch 6mm
	2850		375.60	grauer weicher Lehm	
	3240		371.70	feiner Sand	
	3340		370.70	grauer Lehm fest gelagert	
					374.97
					371.97

Bohrung 731

1:100

Ausführung 30.10.57 ... 4.11.57

	Materialbezeichnung				Bohr- u. Ausbau- garnitur		
Datum	T ab OK Pfahl	Profil- zeichnung	H. u. M.	Benennung des Bodenmaterials	Bohr- garni- tur	Ausbau- garni- tur	
	m		m		φ in mm		
30.10.57	0.00		402.60	Humus kiesige Erde		403.545	
	0.20		402.40			103.455	
	0.50		402.10				
	6.20		396.40	lehmiger Kies mit einzelnen Bollen			
	9.03		493.57				
1.11.57	10.50		392.10	sandiger Kies, fest gelagert mit einzelnen grossen Bollen			
	15.80		386.80	mittlerer Kies mit Sand fest gelagert			
	16.90		385.70				
		19.00		383.60		Kies mit Sand und einzelnen	



Bohrung Nr. 746

1996 nicht mehr verb.

Koordinaten: 692 572/263 503

1:100

Ausführung: 1958

Datum	Materialbezeichnung				Bohr- u. Ausbau garnitur	
	T ab OK Pfahl	Profil- zeichnung	H ü. M.	Benennung des Bodenmaterials	Bohr- garni- tur	Ausbau- garni- tur
	m	k in m/sec.	m		φ in mm	
21.7.58	0.00		395.23	aufgefülltes Material		OK 395.58
	0.70		394.53	Kies, wenig Sand, Steine 40 mm		
	2.00		393.23	Kies, wenig Sand, Steine 50-60 mm		
	2.92	Wsp	392.31	Kies, Sand, Steine 70 mm, meisseln		
	3.20		392.03	Kies, Sand, Steine 40-70 mm		
	4.60		390.63	Kies, Sand, Steine 40-70 mm		
	6.10		389.13	Kies, Sand, Steine 40-70 mm hart gelagert		
	7.60		387.63	Kies, Sand, Steine 50-100 mm, meisseln		
	9.00		386.23	Kies, Sand, Steine 50-70 mm hart gelagert		
	9.90		385.13	Kies, Sand, Steine 50-70 mm		
	11.50		383.73	Kies, Sand, Steine 40-70 mm		
	12.00		383.23	Kies, Sand, Steine 40-60 mm		
	12.80		382.43	Gelber Lehm mit kleinen Steinen		
	13.40		381.83	Gelb grauer Lehm		
	15.10		380.13	Gelber Lehm		
	21.21		374.02			

10.15 Vollrohr
2"

3.00m Filterrohr

Bohrung Nr. 747

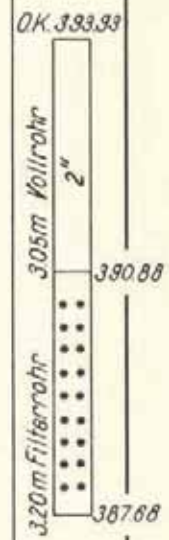
1996 wird noch
verhandelt

1:100

Koordinaten: 692 516/263 496

Ausführung: 1958

Materialbezeichnung					Bohr- u. Ausbau garnitur	
Datum	T ab. OK Pfohl	Profil- zeichnung	H ü M.	Benennung des Bodenmaterials	Bohr- garni- tur	Ausbau- garni- tur
	m	k in m/sec.	m		φ in mm	
7.8.58	0.00		393.68	sandiger Humus		
	1.00		392.68	Kies mit wenig Sand, Steine 40-80mm		
	1.60		392.08	Kies mit wenig Sand, Steine bis 90mm		
	2.00		391.68	Kies mit wenig Sand, sehr hart gelagert		
	3.35		390.53	Kies mit wenig Sand, Steine 100mm		
	4.85		389.03	Kies mit wenig Sand, hart gelagert, meisseln		
	6.30		387.38	Kies mit wenig Sand, Steine über 100mm, meisseln		
	9.30		384.38	Kies, Sand, Steine 60mm		
	11.00		382.68	stark sandiger Kies 40-60mm		
	11.80		381.88	gelber Lehm mit Sand, Steine 30mm		
	14.90		378.58	gelb grauer Lehm		
	15.40		378.08	gelb grauer Lehm		
	19.10		374.58	gelb grauer Lehm		



Bohrung Nr. 748

1:100

Koordinaten: 692 444/263 430

Ausführung: 1958

Materialbezeichnung					Bohr- u. Ausbau garnitur	
Datum	T ab. OK Pfehl	Profil- zeichnung	H ü. M.	Benennung des Bodenmaterials	Bohr- garni- tur	Ausbau- garni- tur
	m	k in m/sec.	m		φ in mm	
22.9.58	0.00		394.40	sandiger Humus		
	0.50		393.90	Kies mit wenig Sand, Steine 40mm sehr hart gelagert,		
	1.30		393.10	meisseln		
	1.85		392.55	Sand mit wenig Steinen		
	3.00		391.40	Kies mit wenig Sand, Steine 70mm		
	3.05		391.35			
				Kies, Sand, Steine 60mm		
	5.70		388.70			
				Kies, Sand, Steine 70mm, sehr hart gelagert		
	6.80		387.60			
				Kies, Sand, Steine 70mm		
	14.25		380.15			
				Kies, Sand, Steine 70-90mm		
	16.80		377.60			
				Kies, Sand, Steine 60mm		
	18.00		376.40			
	18.80		375.60	kiesiger Sand, Steine 60-130mm		
	18.35		375.05	kiesiger Sand, Steine 60mm		
	20.60		373.80	kiesiger Sand, Steine 70-80mm, meisseln		
				Kies, Sand, Steine 70mm		



			<i>Kies, Sand, Steine 80mm</i>
23.20		371.20	
			<i>Kies, Sand, Steine 70mm</i>
24.50		369.90	
			<i>kiesiger Sand, wenig Steine 60mm</i>
25.60		368.60	
			<i>Kies, Sand, Steine 80mm</i>
30.00		364.40	
			<i>Kies, Sand, meisseln</i>
32.55		361.85	
			<i>Kies, Sand, sehr hart gelagert</i>
34.70		358.70	
35.40		359.00	
			<i>Sand, Kies 20mm, meisseln</i>
			<i>Moräne</i>
36.80		357.60	

Bohrung Nr. 749

1:100

Koordinaten: 692 450 / 263 439

Ausführung: 1958

Datum	Materialbezeichnung				Bohr- u. Ausbau garnitur	
	T ab. OK Pfehl	Profil- zeichnung	H. u. M.	Benennung des Bodenmaterials	Bohr- garni- tur	Ausbau- garni- tur
	m	k in m/sec.	m		φ in mm	
						OK 398.38
	0.00		397.86	Humus		
	0.20		397.66	Sand, Kies, Steine, 60-100		
	0.80		397.06	100-130, 180-260 mm Kies 5-30 mm, wenig Sand, Steine sehr hart gelagert		
	2.30		395.56	Kies 5-50 mm, Steine 60-70 mm, hart gelagert		
	3.50		394.36	Kies 2-50 mm, Steine 60-70 mm		
	4.85		393.01	Kies 5-30 mm, wenig Sand, Steine 60 mm		
	5.50		392.36			
13.9.58.	6.25			Kies 4-30 mm, Steine 60 mm, wenig Sand		
	7.60		390.26	Kies 4-50 mm, wenig Sand, Steine 60 mm, hart gelagert		
	10.15		387.71	Kies 4-30 mm, Sand Steine 60 mm, hart gelagert		
	12.10		385.76	Kies 10-30 mm, Sand, Steine 60-80 mm, sehr hart gelagert		
	14.20		383.66	Kies 5-30 mm, Sand, Steine, hart gelagert		
	15.62		382.24	Kies 5-30 mm, wenig Sand hart gelagert		
	17.40		380.46	Kies 5-30 mm, Steine 60-70 mm		
	18.00		379.86	Kies 5-30 mm, Steine 50-100 mm		
	19.20		378.66	Kies 5-30 mm, Steine 70-100 mm		
	20.65		377.21			
						Filterrohr 3.88 m φ 2" 388.38

21.98		375.88	Sand, Steine 60-80mm
23.40		374.46	Kies 5-30mm, wenig Sand, Steine 40-80mm
24.50		373.36	Kies, Sand, Steine 40-50mm
26.07		371.79	Kies, grobkörniger Sand, Feinsand hart gelagert
27.40		370.46	Kies, Sand, Steine 50-70mm
28.90		368.96	Kies 30mm, körniger Sand
30.00		367.86	Sand, Kies 10-20mm, vereinzelt Steine 40-80mm
31.35		366.51	Sand, Kies, vereinzelt Steine 40-100mm
32.70		365.16	Sand, Kies, Steine 40-100mm
33.50		364.36	Sand, Kies, Steine 60mm
34.20		363.66	Sand, Kies, Steine 60-80mm
36.75		361.11	Sand, Kies 30mm, Steine 50-80mm
37.00		360.86	Sand, Kies 30mm
38.33		359.53	körniger Sand, Kies, Steine 70mm
39.20		358.66	Sand, Kies
40.95		356.91	Sand, Kies, wenig Feinsand
42.25		355.61	Sand, Kies
42.70		355.16	Sand, Kies, Steine 60-80mm
43.30		354.56	Kies 4-30mm, wenig Sand, vereinzelt Steine
44.25		353.61	Moräne

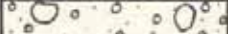
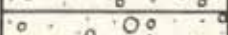
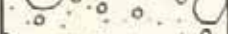
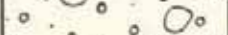
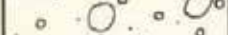
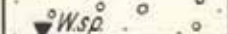
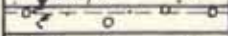
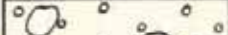
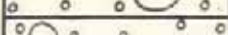
Bohrung Nr. 750

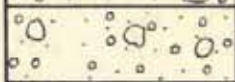
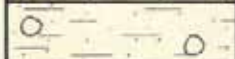
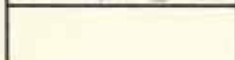
996 m. del. mehr oder.

1:100

Koordinaten: 682 517/263 457

Ausführung: 1958

Datum	Materialbezeichnung				Bohr- u. Ausbau garnitur	
	T ab. OK Pfehl	Profil- zeichnung	H. u. M.	Benennung des Bodenmaterials	Bohr- garni- tur	Ausbau- garni- tur
	m	k in m/sec.	m		φ in mm	
						OK 398.83
	0.00		398.33	Humus		
	0.30		398.03	Sand, Kies, Steine 60-90mm		
	0.90		397.23	Sand, Kies 30mm, Steine 80mm		
	2.08		396.25	Sand, Kies 30mm, Steine 60-100mm		
	3.36		394.97	Kies, wenig Sand, Steine 60-80mm		
	4.60		393.73	Kies 30mm, wenig Sand, Steine 60-90mm, sehr hart meisseln		
29.9.58	6.15		392.18			
	6.50		391.83	Kies 2-30mm, Sand 40-60mm, Steine 90-120mm		
	7.64		390.69	Kies 2-30mm, Steine 60-70mm		
	8.70		389.63	Kies 2-30mm, Steine 60-80mm, sehr hart gelagert		
	10.06		388.28	Kies 4-30mm, körniger Sand, Steine 90-100mm, meisseln		
	11.42		386.91	Sand, Kies 30mm, Steine 40-60mm		
	13.00		385.33	Sand, wenig Kies 10-30mm, Steine 40-90mm, meisseln		
	14.60		383.73	Sand, wenig Kies 5-20mm, Steine 40-60mm		
	15.93		382.40	Sand, Kies 2-25mm, vereinzelt Steine		
	17.28		381.05	Sand, Kies 30mm, Steine 40-100mm		
	18.63		379.64	Sand, Kies 30mm, Steine 40-90mm		
	20.09		378.24	Sand, Kies 30mm, Steine 40-90mm		
						300m Filterrohr
						6.13m Vollrohr φ 2"
						386.70
						383.70

21.50		376.03	Körniger Sand, Kies 10-30mm, Steine 40-70mm
22.10		376.23	Sand, Kies 30mm, Steine 40-60mm
23.10		375.23	Gelber Lehm, Steine, feiner Sand
24.00		374.33	Grauer Lehm, kleine Steine, feiner Sand
25.00		373.33	

1:100

Ausführung: 1958

Materialbezeichnung					Bohr- u. Ausbau garnitur	
Datum	T ab. OK Pfehl	Profil- zeichnung	H ü. M.	Benennung des Bodenmaterials	Bohr- garni- tur	Ausbau- garni- tur
	m	k in m/sec.	m		φ in mm	
11.10.58	0.00		398.73	Humus		OK 399.23 600m Vollrohr 2" 360m Filterrohr 393.23 389.63
	0.15		398.55	Sand, Kies 30mm, Steine 60-150 mm		
	0.90		397.83	körniger Sand, Kies 30mm Steine 60-80 mm.		
	2.80		395.93	Sand, Kies 30mm		
	3.20		395.53	Sand, Kies 30mm, Steine 60-90mm, meißeln		
	4.00		394.73	Sand, Kies 30mm Steine 40-80 mm		
	5.40		393.33			
	5.50		393.23	Kies, wenig Sand, Steine		
	6.20		392.53	Kies 2-30mm, wenig Sand, Steine 60-80mm		
	7.30		391.43	Kies 2-30mm, wenig Sand, Steine 60-80mm, hart gelagert		
	8.60		390.13	Kies, körniger Sand, Steine 60-80mm, hart gelagert		
	10.02		388.71	körniger Sand, Kies 2-30mm Steine 60-80mm		
	11.75		386.98	körniger Sand, Kies 2-30mm, Steine 60-80mm, meißeln		
	13.29		385.44	Sand, Kies 30mm, Steine 40-80 mm, meißeln		
	14.79		383.94	körniger Sand, Kies 30mm, Steine 40-80mm		
	15.70		383.03	körniger Sand, Kies 30mm Steine 50-80mm		
	16.46		382.27	Sand, wenig Kies, Steine 70-100mm		
	17.86		380.87	Schlemmsand, Steine 20mm		
	19.29		379.46	Schlemmsand, Kies 20mm		
	20.70		378.03			

21.60

377.13

Gelber Lehm

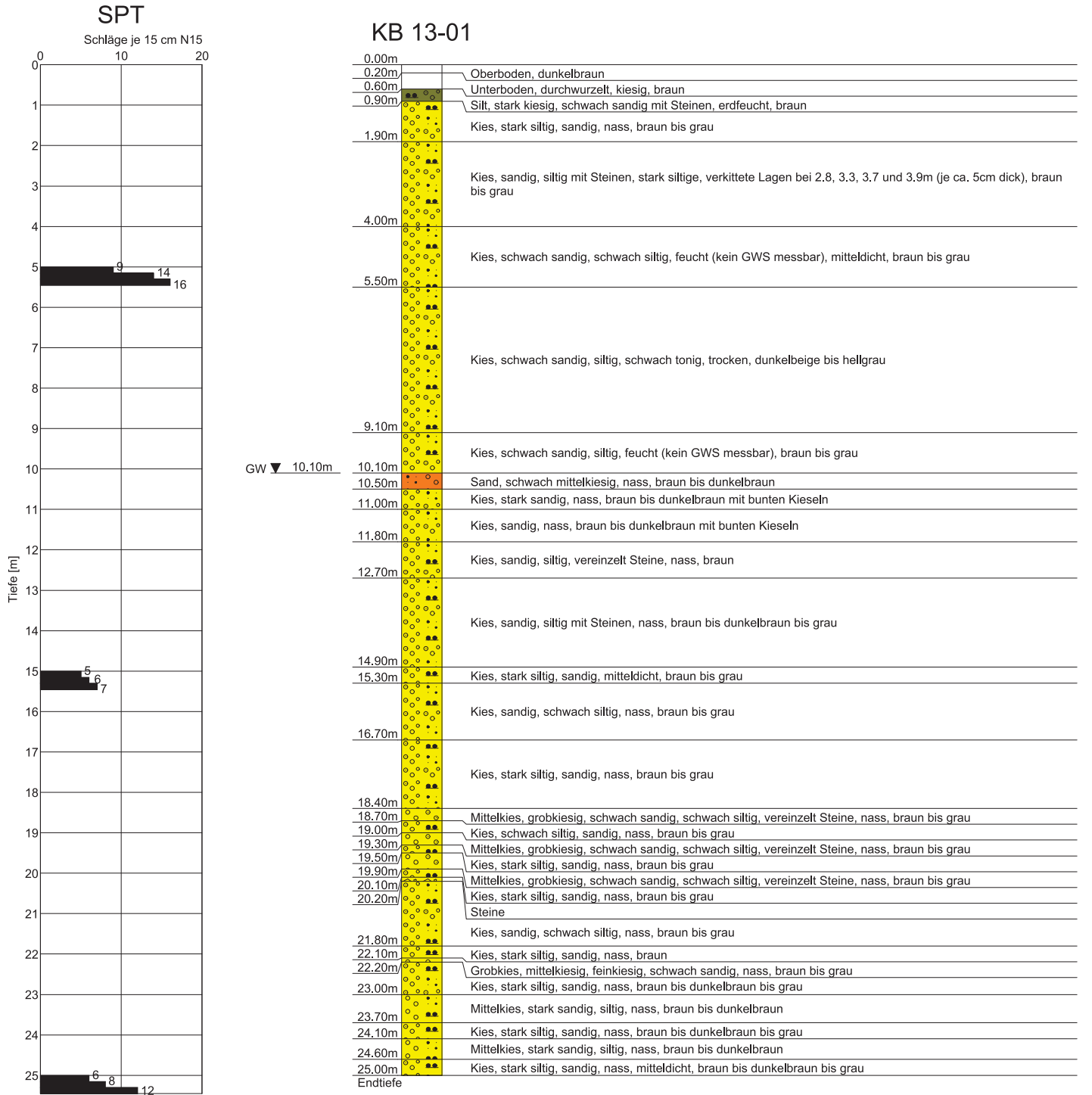
25.00

373.73

Bohrung KB 13-01: Bereich ehemalige Gastanks

Projekt Nr. ZH06521.100
Anhang B

Koordinaten:	692732 / 263495	Sondierart:	1: 150	Profil-Masstab:	1: 100	Datei:	6521_Profil.dcb
Ansatzhöhe:	ca. 404 m ü. M.	ausgeführt von:	KIBAG Bohrungen AG	Profilaufnahme von:	ZHPES	Geprüft:	18.09.2013/RSt
OK Rohr/Schacht:	—	ausgeführt am:	22. + 23.08.2013	Profilaufnahme am:	23.08.2013		



Bemerkung:

Erweiterung Biologie und MV, ARA Hard, Winterthur

Baugrunduntersuchung

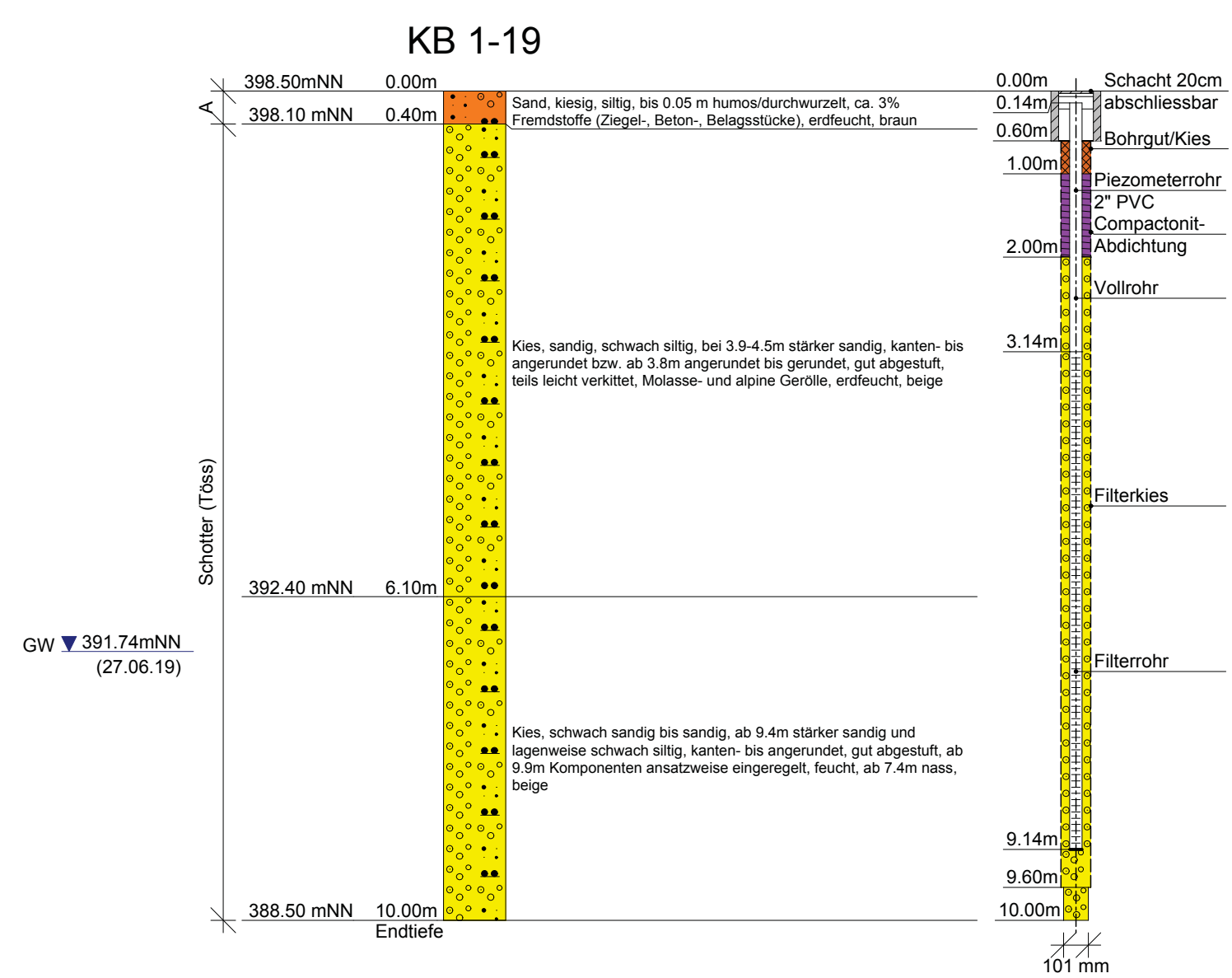
Bauherr: Stadtwerk Winterthur, Kläranlage Hard

CSD Ingenieure AG
Breitenstrasse 16b
CH-8501 Frauenfeld
Tel.: 052 725 20 40 www.csd.ch

KB 1-19

Bericht Nr. OS07358.100
Anhang B

Koordinaten: 2692175 / 1263475	Sondierart: Kernbohrung	Profil-Massstab: 1: 75 / 1: 25
Ansatzhöhe: 398.5 m ü. M.	ausgeführt von: Geocontrol AG	Aufnahme von: OSPES
OK Rohr: 398.36 m ü. M.	ausgeführt am: 27.06.2019	Aufnahme am: 27.06.2019
		Datei: OS7358-100_KB1.dcb
		Geprüft: 17.07.2019/OSSGA



Bemerkung: A = künstliche Auffüllung

Geologisch/hydrogeologische Abklärungen für die Errichtung einer Reststoffdeponie in der Ziegeleigrube bei Pfungen Sondierbohrung KB 21					Bericht Nr. 2797		Beilage 5/21			
					Dr. U. P. Büchi und E. R. Müller AG Beratende Geologen SIA/ASIC CH-8105 Regensdorf-Watt Trockenloostrasse 21 Tel. 01/870 0150 Fax 01/870 06 17					
					Profilaufnahme durch Dr. U. Etter, Geologe					
Bauherrschaft: Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich					Sondierart: Kernbohrung		Sondierdatum: 22.-24.11.89			
Koordinaten: 691'665.2 / 263'297.8 Höhenlage: 415.10 m ü. M.					Sondierunternehmung: Keller AG, Pfungen					
Schichtprofil					Massstab 1:50		gezeichnet:		Format: 30x86 cm	
Höhe über Meer	Tiefe ab OK Terrain	Schicht- mächtigkeit	Profil	Geologische Identifikation	Schichtbeschreibung	USCS	Grund- wasser	Bemerkungen		
413.10	2,00	2,00		Aufschüttung	Stark toniger Kies mit reichlich Sand und mit vielen Ziegelbruchstücken	GC-CL		OK Rohr: 414.85 m ü. M.		
		0,80			Toniger bis stark toniger Sand mit reichlich bis viel Kies	SC SC-CL				
412.30	2,80	2,45			Sauberer bis siltiger Kies mit reichlich Sand und wenig Steinen	GW GM				
409.85	5,25	0,40			Toniger Kies mit reichlich bis viel Sand	GC				
409.45	5,65	3,95			Sauberer bis siltiger Kies mit reichlich Sand und reichlich Steinen und einzelnen Blöcken (ø -25 cm)	GW GM				
405.50	9,60	1,35			Siltiger Kies mit reichlich Sand	GM				
404.15	10,95									

		6,65	Terrassenschotter	Sauberer bis siltiger Kies mit reichlich bis zum Teil viel Sand	GW GM
397.50	17,60				
397.10	18,00	0,40		Toniger Kies mit reichlich Sand	GC
		3,00		Sauberer Kies mit reichlich Sand und wenig Steinen 18,90 - 19,00: Toniger Kies mit reichlich Sand (GC)	GW
394.10	21,00				
493.50	21,60	0,60		Sauberer Sand mit reichlich bis viel Kies	SW
		2,80		Sauberer Kies mit reichlich Sand	GW
390.70	24,40				
		1,15		Sauberer Kies mit wenig Sand	GW
389.55	25,55	0,75		Sauberer bis siltiger Kies mit reichlich Sand	GW,GM
388.80	26,30		siltig - tonige Seeablagerungen	Sauberer Sand mit wenig Kies	SW
388.60	26,50	0,20		Sauberer bis siltiger Kies mit wenig Sand	GW,GM
		0,80		Sauberer Sand mit wenig Kies	SW
387.80	27,30			Sauberer, grobkörniger, gegen unten siltiger Sand	SP,SM
387.40	27,70	0,40			
		0,60		Toniger Silt kleiner Plastizität, weich, mit reichlich bis viel Sand, braun-grau	CL
386.80	28,30				
		0,80		Toniger Silt kleiner Plastizität, weich bis steif, mit wenig bis reichlich Sand, braun-grau	CL
386.00	29,10				
		1,90		Siltiger Feinsand	SM
384.10	31,00				
383.70	31,40			Toniger Silt kleiner Plastizität, steif, mit wenig Sand	CL
		1,85			
381.85	33,25			Toniger Silt kleiner bis mittlerer Plastizität, steif, blau-grau	CL
		0,95			

Kleinpumpversuch:

Q= 180 l/min

s= 0.06 m

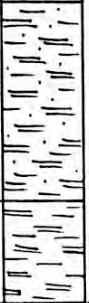
k=8 10⁻³ m/s

T=4 10⁻² m²/s

Grundwasserspiegel

vom 4.5.90

391.56 m ü.M.

383.70	31,40	1,85	 igerungen	Toniger Silt kleiner Plastizität, steif, mit wenig Sand	CL		
381.85	33,25	0,95		Toniger Silt kleiner bis mittlerer Plastizität, steif, blau-grau	CL		
380.90	34,20			Ende der Bohrung			

Geologisch/hydrogeologische Abklärungen für die Errichtung einer Reststoffdeponie in der Ziegeleigrube bei Pfungen

Dr. U. P. Büchi und E. R. Müller AG

Beratende Geologen SIA/ASIC

CH-8105 Regensdorf-Watt
Trockenloostrasse 21
Tel. 01/870 01 50 Fax 01/870 06 17

Profilaufnahme durch Dr. Urs Etter, Geologe SIA

Sondierbohrung KB 23

Bauherrschaft: Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich

Sondierart: Kernbohrung

Sondierdatum:
18.-19.12.89

Koordinaten: 691'996,6 / 263'485,5

Höhenlage: 394.79 m ü. M.

Sondierunternehmung: Keller AG, Pfungen

Schichtprofil

Massstab 1:50

gezeichnet:

Format: 30x45 cm

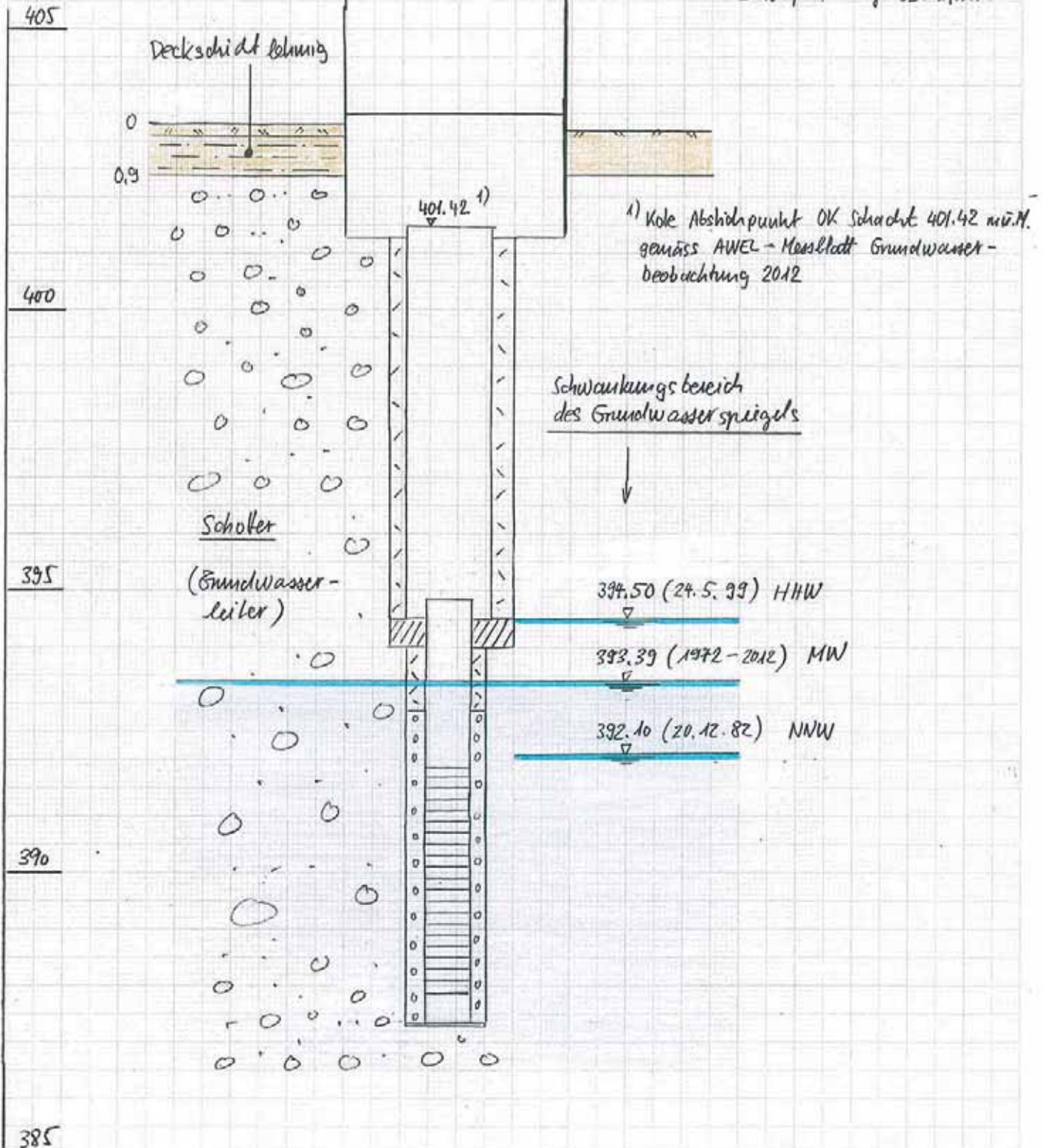
Höhe über Meer	Tiefe ab OK Terrain	Schicht- mächtigkeit	Profil	Geologische Identifikation	Schichtbeschreibung	USCS	Grund- wasser	Bemerkungen
394.44	0,35	0,35		Humus	Siltiger Kies mit reichlich Sand, dunkelbraun	GM		OK Rohr: 394.55 m ü.M.
		0,75		Töss - Schotter	Sauberer Kies mit reichlich Sand und reichlich Steinen	GW		
393.69	1,10	0,70			Siltiger Kies mit reichlich Sand und wenig Steinen	GM		
392.99	1,80	2,90			Sauberer bis siltiger Kies mit reichlich Sand und reichlich Steinen	GW GM		Grundwasserspiegel Vom 4.5.90 391.37 m ü.M.
390.09	4,70	1,10			Siltiger Kies mit reichlich Sand und wenig Steinen	GM		Pumpversuch Q= 200 l/min s= 0,16 m Q= 400 l/min s= 0,21 m k=3,1*10 ⁻³ m/s T=2,4*10 ⁻² m ² /s
388.99	5,80	0,40			Sauberer, zum Teil siltiger Kies mit wenig Sand	GW, (GM)		
388.59	6,20	0,50			Sauberer Kies mit wenig Sand und wenig Steinen	GW		
388.09	6,70	0,45			Siltiger Kies mit wenig bis reichlich Sand	GM		
387.64	7,15	0,40			Siltiger Sand mit wenig Kies	SM		
387.24	7,55	0,30			Sauberer Sand	SW		
386.94	7,85	0,35		siltig-tonige Seablagerungen	Siltiger Kies mit reichlich Sand	GM		
386.59	8,20	0,90			Siltiger, z.T. leicht toniger Sand mit reichlich Kies	SM, (SQ)		
385.69	9,10	0,30			Sauberer Sand	SW		
385.39	9,40	1,60			Siltiger Kies mit wenig bis reichlich Sand und mit wenig Steinen	GM		
383.79	11,00	0,40			Toniger Silt kleiner Plast. mit wenig Sand und Kies	CL		
383.39	11,40	0,90			Toniger Silt kleiner Plastizität, steif bis halbhart, zum Teil mit wenig Sand, braun	CL		
382.49	12,30	1,20			Toniger Silt kleiner Plastizität, halbhart, grau-braun	CL		
381.29	13,50							

Schnittskizze 1:100

m.ü.M.

Konzession: 740 l/min

2 Pumpen à je 350 l/min



generalisierte Darstellung, gemäss Ausführungsplan Nr. 408/8 (1995), Ingenieurbüro Guyer & Nägeli, Winterthur; aus Akten zu GWR i 3-25 des AWEL Zürich

2017.3975

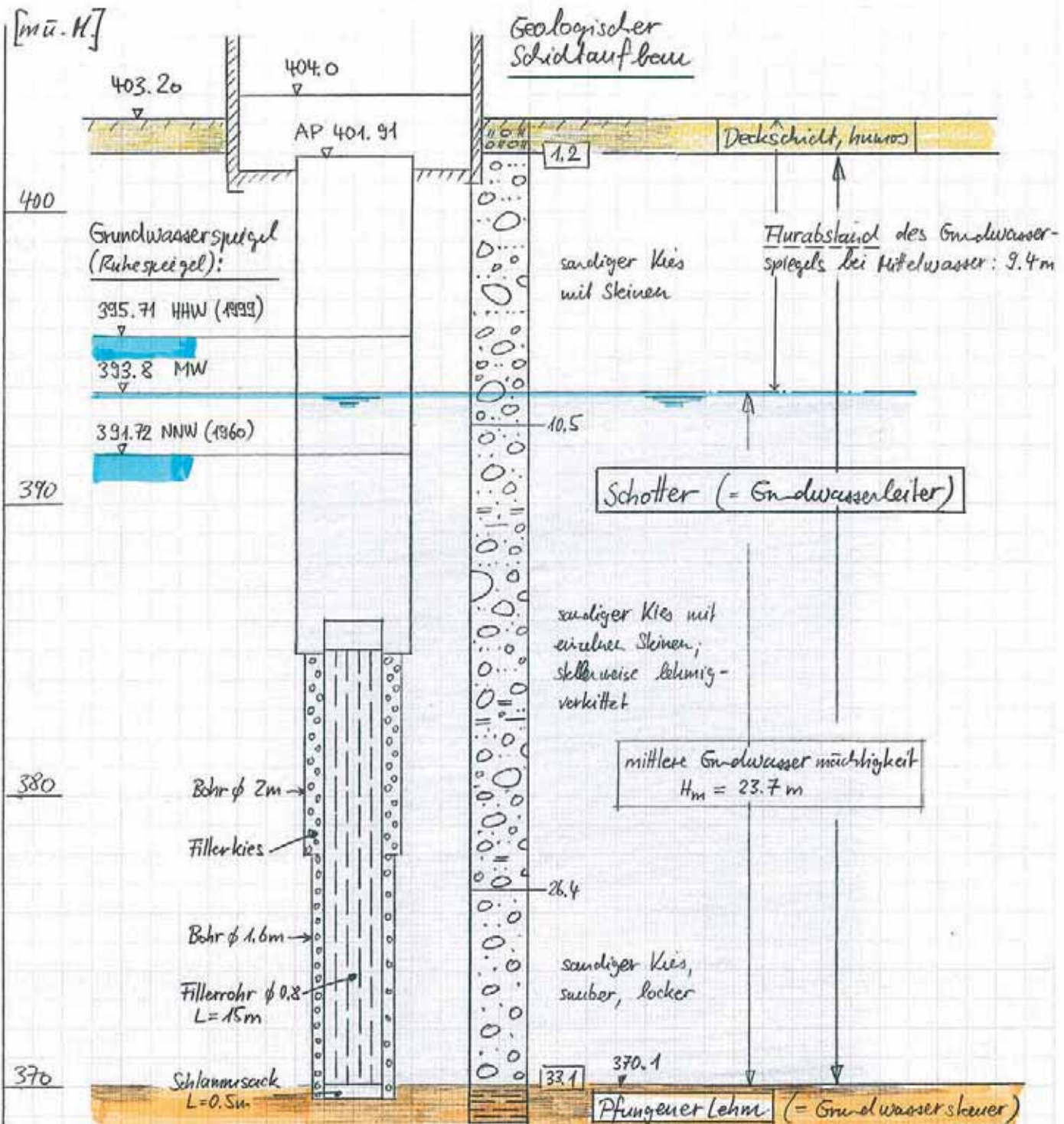
Geologisches Büro
Dr. Lorenz Wyssling AG

Lohzelgstrasse 5
8118 Pfaffhausen
E-mail: wyssling.ag@bluewin.ch

Tel. 044 825 30 56
Fax 044 825 30 75

Grundwasserfassung Harel I, Weierthur

GWR i 1-28: Hydrogeologisches Brunnenprofil 1:200



Konzessionierte Maximalentnahme: 15'200 l/min
 Mittlere jährliche Entnahme 1991-2000: 368'000 m³
 Betriebspiegel: Bei Entnahme Q = 7000 l/min resultiert Absenkung $\Delta h = 0.3m$
 Durchlässigkeit k des Grundwasserleiters: $k = 10 \cdot 10^{-3} m/s$ (gekoch-k-Wert)

Bohrung 21-1

jöckli
geologie
www.jaeckli.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten	PVC ø2"
Doppelkernrohr, Bohr-ø 150 mm	künstliche Auffüllungen	401.9	0.3	brauner, mässig siltiger Sand, viel Kies, humos, durchwurzelt	Standard-Penetration-Test (SPT) (Anzahl Schläge / 15 cm Eindringung) 3.00 – 3.25 m u.T. 30/50 N30>50 (Eindringung 10 cm) 6.00 – 6.45 m u.T. 4/4/6 N30=10 Wsp. 30.08.2021 8.30 m u.T. Wsp. 20.07.2021 8.15 m u.T. 9.00 – 9.45 m u.T. 3/3/5 N30=8 12.00 – 12.45 m u.T. 3/2/5 N30=7 15.00 – 15.45 m u.T. 8/10/16 N30=26	3 m Vollrohr
	Schotter		0.8	braungrauer, leicht siltiger Kies, viel Sand, Steine (3 Gew.-%, ø 12 cm), vereinzelt Betonbruckstücke		Tonabdichtung
	Seeablagerungen	399.1	3.0	hellgrauer Sandstein, z.T. zerbohrt		12 m Filterrohr 1 m Vollrohr
			3.3	dunkelbeiger, leicht tonig-siltiger Sand, reichlich Kies, Steine (5-10 Gew.-%, ø 10 cm)		
			3.6	dunkelbeiger, leicht siltiger Sand, z.T. mit tonig-siltigen Lagen im mm-Bereich		
			4.3	dunkelbeiger, mässig tonig-siltiger Sand		
			4.5			
				dunkelbeiger bis graubeiger, toniger Silt bis siltiger Ton, ziemlich plastisch bis plastisch, steif, wenig Sand		
			13.2	graubeiger, leicht siltiger Sand mit stark tonig-siltigen Einschaltungen		
			13.6	graubeiger, leicht bis mässig siltiger Sand		
		386.7	16.0			

Zulaufkanal Wülflingen, Rohrbrücke Töss Hardgutstrasse, Winterthur / ZH					Bohrung 21-2	
Bauherrschaft: Stadt Winterthur, Departement Bau - Tiefbauamt Bohrfirma: Studersond AG, Kalberweid 139, 3635 Uebeschi Bohrmeister: Herr A. Kunz Geologische Aufnahme: Dr. St. Jann, Geologe CHGEOL Ausführungsdatum: 20.07.2021			Koordinaten: 2 692 897 / 1 263 759 OK Terrain (OKT): 402.64 m ü.M. OK Rohr (OKR): 402.50 m ü.M. Massstab: 1:100 Datei: 210889 KB 2.ai / Wi		jäckli geologie www.jaeckli.ch	
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten	
Doppelkernrohr, Bohr-ø 150 mm	künstliche Auffüllungen	400.9	0.3 0.6 1.2 1.7 2.0	dunkelbrauner, mässig siltiger Sand, wenig Kies, humos, durchwurzelt graubrauner, leicht siltiger Kies, viel Sand, Steine (5 Gew.-%, ø 11 cm) braun bis braungrauer, leicht toniger, mässig siltiger Sand, wenig bis reichlich Kies graubeiger, leicht siltiger Sand, reichlich Kies, 1 Betonbruchstück hellbrauner, leicht tonig-siltiger Sand, reichlich Kies	Standard-Penetration-Test (SPT) (Anzahl Schläge / 15 cm Eindringung) 3.00 – 3.45 m u.T. 19/27/38 N30=65 6.00 – 6.45 m u.T. 5/8/7 N30=15 9.00 – 9.45 m u.T. 4/6/6 N30=12 12.00 – 12.45 m u.T. 5/7/9 N30=16 2 m Vollrohr Ton-abdichtung 2 m Filterrohr 1 m Vollrohr Piezo trocken bis 5.1 m u.T. am 30.8.2021 Beim Bohren kein Wasser angetroffen	
	Schotter		2.6	brauner bis hellbrauner leicht toniger, mässig siltiger Sand, wenig Kies graubeiger, leicht siltiger Kies, viel Sand, Steine (5-10 Gew.-%, ø 15 cm)		
	Seeablagerungen	398.9	3.7	graubeiger, siltiger Ton bis toniger Silt, ziemlich plastisch, steif		
		390.6	12.0			

Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Auswertungen der Flowmeterversuche, Werner + Partner AG, Burgdorf

Kleinpumpversuch mit Flowmetermessungen

Feldbezeichnung:	24-2
Auftraggeber:	Stadtwerk Winterthur
Ortsbezeichnung:	
Koordinaten:	
OK Terrain [m.ü.M]:	398.25
OK Grundwasserstauer [m ü.M.]:	
OK Fels [m ü.M.]:	
Filterrohr - Typ:	Kunststofffilterrohr mit vertikaler Schlitzung
Schlitzweite Filterrohr [mm]:	1.00
Filterrohr - Durchmesser [mm]:	115.00
OK Messpunkthöhe [m ü.M.]:	398.190
OK Filterrohr [m ü.M.]:	393.19
UK Filterrohr [m ü.M.]:	371.19
UK Rohr [m ü.M.]:	369.19

Bohrdaten:

UK Bohrdurch:	Bohrdurchmesser:
[m UKT]	[mm]
30.00	200.0

Kleinpumpversuch:

Versuchsdatum:	05.02.2024	Versuchsleiter:	JR
Pumpentyp:	Unterwasserpumpe		
Abstich auf den Ruhewasserspiegel [m]:	6.35		
Abstich auf Sohle im Filterrohr [m]:	29.00		
Pumpenseiher [m]:	7.00		
Speicherkoeffizient S:	0.12		

Stufenpumpversuch:

Pumpbeginn:	Pumpende:	Förderleistung:	Zeitpunkt der Abstichmessung:	Angenommene Absenkung im Filterrohr:
[h:mm]	[h:mm]	[l/s]	[h:mm]	[m]
14:15	15:00	5.250	14:45	0.030
				(keine reale Absenkung messbar)

Bereichs-k-Werte

Verwendete Flowmetersonde:

FUD4

Tiefe	Vertikaler Volumen- strom ohne Pumpen	Vertikaler Volumen- strom mit Pumpen	Radial- strömung ohne Pumpen	Radialer Volumen- strom mit Pumpen	Profil-k- Wert	Ruhedruck im Grund- wasserleiter
[m ü.M.]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[mm/s]	[m ü.M.]
391.84	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	391.840
391.19	-0.798	-1.580	1.227	2.430	39.30	391.885
390.19	-2.024	1.240	1.227	2.430	28.82	391.896
389.19	-2.077	1.000	0.053	0.240	5.92	391.877
388.19	-2.347	0.000	0.269	1.000	27.25	391.874
387.19	-2.536	-0.458	0.189	0.458	10.32	391.870
386.19	-2.448	-1.236	-0.087	0.778	38.58	391.866
385.19	-2.386	-1.660	-0.062	0.424	19.87	391.867
384.19	-2.395	-1.622	0.008	-0.038	0.01	389.384
383.19	-2.409	-1.625	0.014	0.004	0.01	391.290
382.19	-2.012	-1.598	-0.396	-0.027	14.82	391.865
381.19	-1.993	-1.601	-0.020	0.003	0.69	391.867
380.19	-1.948	-1.619	-0.045	0.018	2.05	391.867
379.19	-1.933	-1.576	-0.015	-0.043	0.01	390.345
378.19	-1.067	-1.032	-0.866	-0.544	12.15	391.866
377.19	-1.089	-1.022	0.022	-0.010	0.01	390.174
376.19	-1.086	-1.021	-0.002	-0.001	0.02	391.869
375.19	-1.053	-1.010	-0.034	-0.011	0.64	391.869
374.19	-0.549	-0.235	-0.504	-0.774	0.01	377.557
373.19	0.000	0.000	-0.549	-0.235	11.45	391.870
372.19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	391.840
371.19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	391.840
369.19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	391.840

Profil - Durchlässigkeitswert kP [mm/s]: 8.75
 Massgebende Grundwassermächtigkeit [m]: 22.65
 Transmissivität [10⁻³ m²/s]: 198.17
 Grundwasserspiegel im Filterrohr [m ü.M.]: 391.84

Montag, 19. Februar 2024 17:33:20

Aufschlussbohrung

24-2

Versuch vom:

05.02.2024

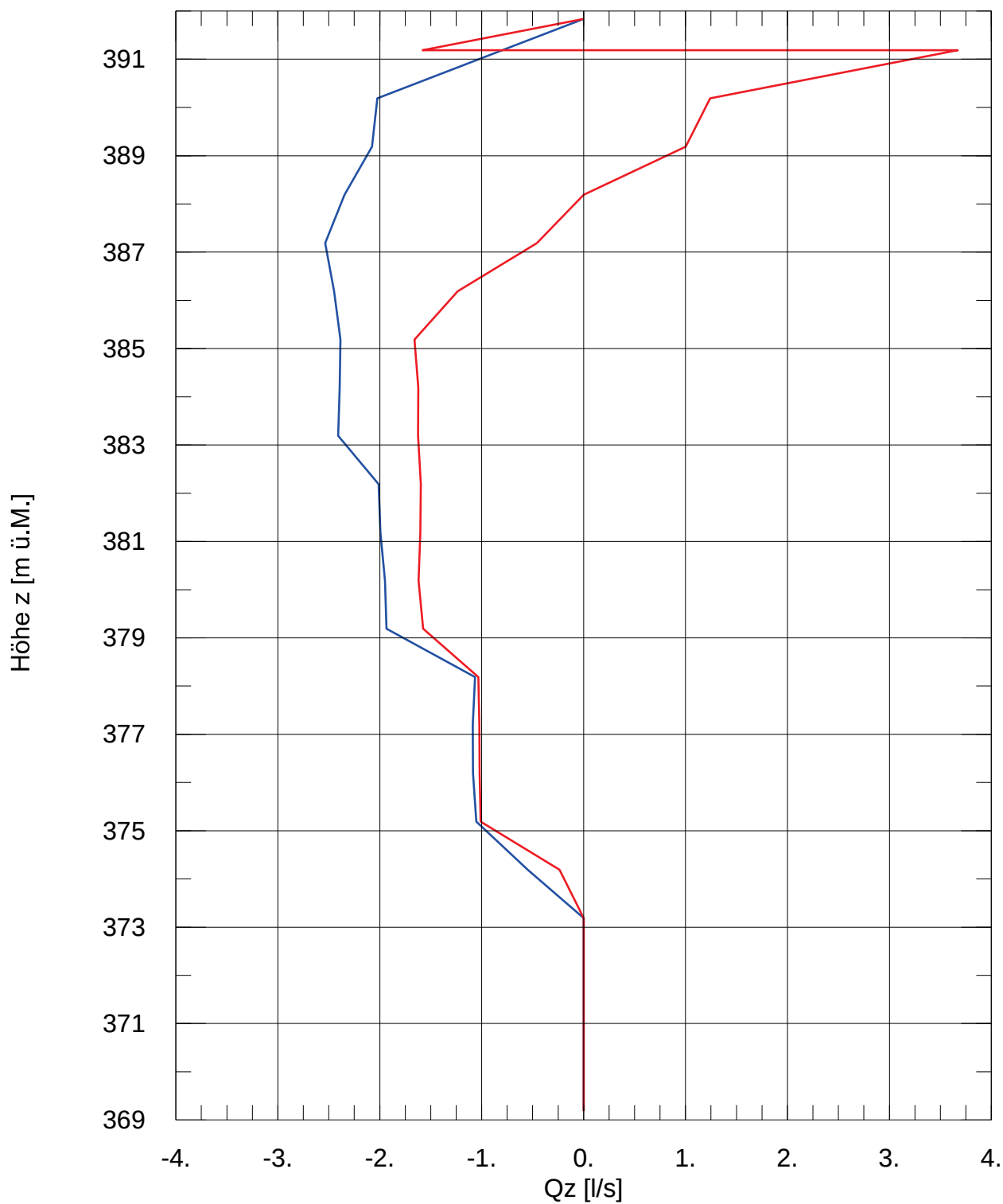
Pumpmenge:

5.25 [l/s]

Vertikaler Volumenstrom Q_z :

[l/s] ohne Pumpen

[l/s] mit Pumpen



Aufschlussbohrung

24-2

Versuch vom:

05.02.2024

Pumpmenge:

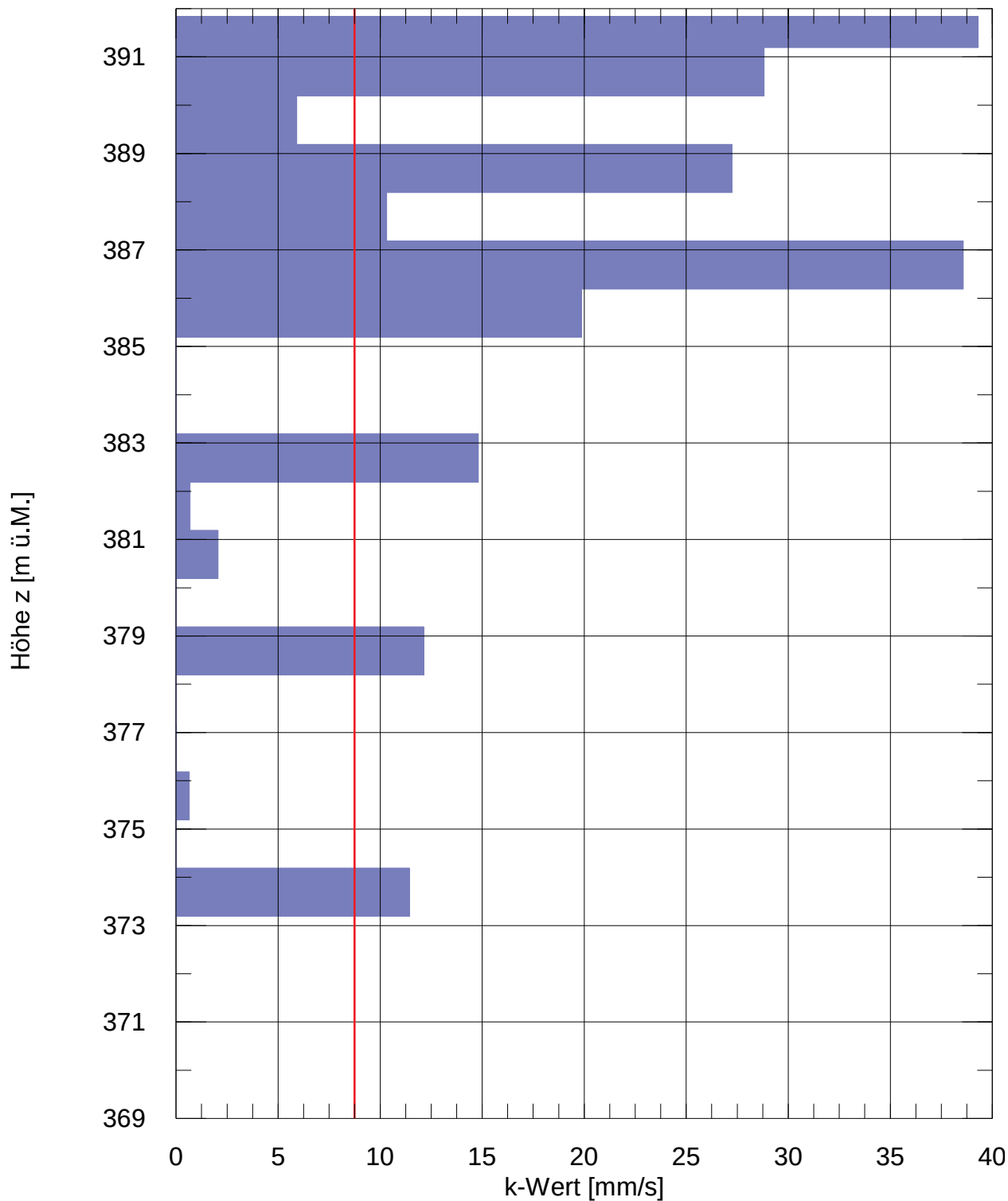
5.25 [l/s]

Durchlässigkeiten:

k-Wert [mm/s]

Profil-k-Wert:

8.749 [mm/s]



Kleinpumpversuch mit Flowmetermessungen

Feldbezeichnung:	23-4
Auftraggeber:	Stadtwerk Winterthur
Ortsbezeichnung:	
Koordinaten:	
OK Terrain [m.ü.M]:	397.72
OK Grundwasserstauer [m ü.M.]:	
OK Fels [m ü.M.]:	
Filterrohr - Typ:	Kunststofffilterrohr mit vertikaler Schlitzung
Schlitzweite Filterrohr [mm]:	1.00
Filterrohr - Durchmesser [mm]:	115.00
OK Messpunkthöhe [m ü.M.]:	397.530
OK Filterrohr [m ü.M.]:	391.53
UK Filterrohr [m ü.M.]:	373.53
UK Rohr [m ü.M.]:	372.53

Bohrdaten:

UK Bohrdurch:	Bohrdurchmesser:
[m UKT]	[mm]
25.19	200.0

Kleinpumpversuch:

Versuchsdatum:	05.02.2024	Versuchsleiter:	JR
Pumpentyp:	Unterwasserpumpe		
Abstich auf den Ruhewasserspiegel [m]:	5.57		
Abstich auf Sohle im Filterrohr [m]:	25.00		
Pumpenseiher [m]:	6.50		
Speicherkoeffizient S:	0.12		

Stufenpumpversuch:

Pumpbeginn:	Pumpende:	Förderleistung:	Zeitpunkt der Abstichmessung:	Angenommene Absenkung im Filterrohr:
[h:mm]	[h:mm]	[l/s]	[h:mm]	[m]
13:00	13:30	5.417	13:15	0.030
				(keine reale Absenkung messbar)

Bereichs-k-Werte

Verwendete Flowmetersonde:

FUD4

Tiefe	Vertikaler Volumen- strom ohne Pumpen	Vertikaler Volumen- strom mit Pumpen	Radial- strömung ohne Pumpen	Radialer Volumen- strom mit Pumpen	Profil-k- Wert	Ruhedruck im Grund- wasserleiter
[m ü.M.]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[mm/s]	[m ü.M.]
391.96	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	391.960
391.03	-0.125	-0.383	0.134	0.412	5.68	392.008
388.53	-0.461	4.004	0.134	0.412	3.63	392.032
387.53	-0.465	3.843	0.004	0.160	2.58	392.015
386.53	-0.488	3.515	0.024	0.328	5.77	392.011
385.53	-0.594	2.564	0.105	0.951	19.28	392.007
384.53	-0.567	2.459	-0.027	0.105	3.05	392.000
383.53	-0.634	2.193	0.067	0.267	5.02	391.998
382.53	-0.676	1.687	0.043	0.506	13.30	391.996
381.53	-0.660	1.619	-0.016	0.068	2.24	391.993
380.53	-0.627	0.521	-0.033	1.098	38.72	391.993
379.53	-0.627	0.339	0.000	0.183	5.85	391.990
378.53	-0.633	0.316	0.006	0.023	0.43	391.990
377.53	-0.608	0.307	-0.025	0.009	0.95	391.990
376.53	-0.292	0.000	-0.316	0.307	22.48	391.989
375.53	0.000	0.000	-0.292	0.000	9.84	391.990
374.53	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	391.960
373.53	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	391.960
372.53	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	391.960

Profil - Durchlässigkeitswert kP [mm/s]:	7.40
Massgebende Grundwassermächtigkeit [m]:	19.43
Transmissivität [10 ⁻³ m ² /s]:	143.85
Grundwasserspiegel im Filterrohr [m ü.M.]:	391.96

Dienstag, 20. Februar 2024 16:15:53

Aufschlussbohrung

23-4

Versuch vom:

05.02.2024

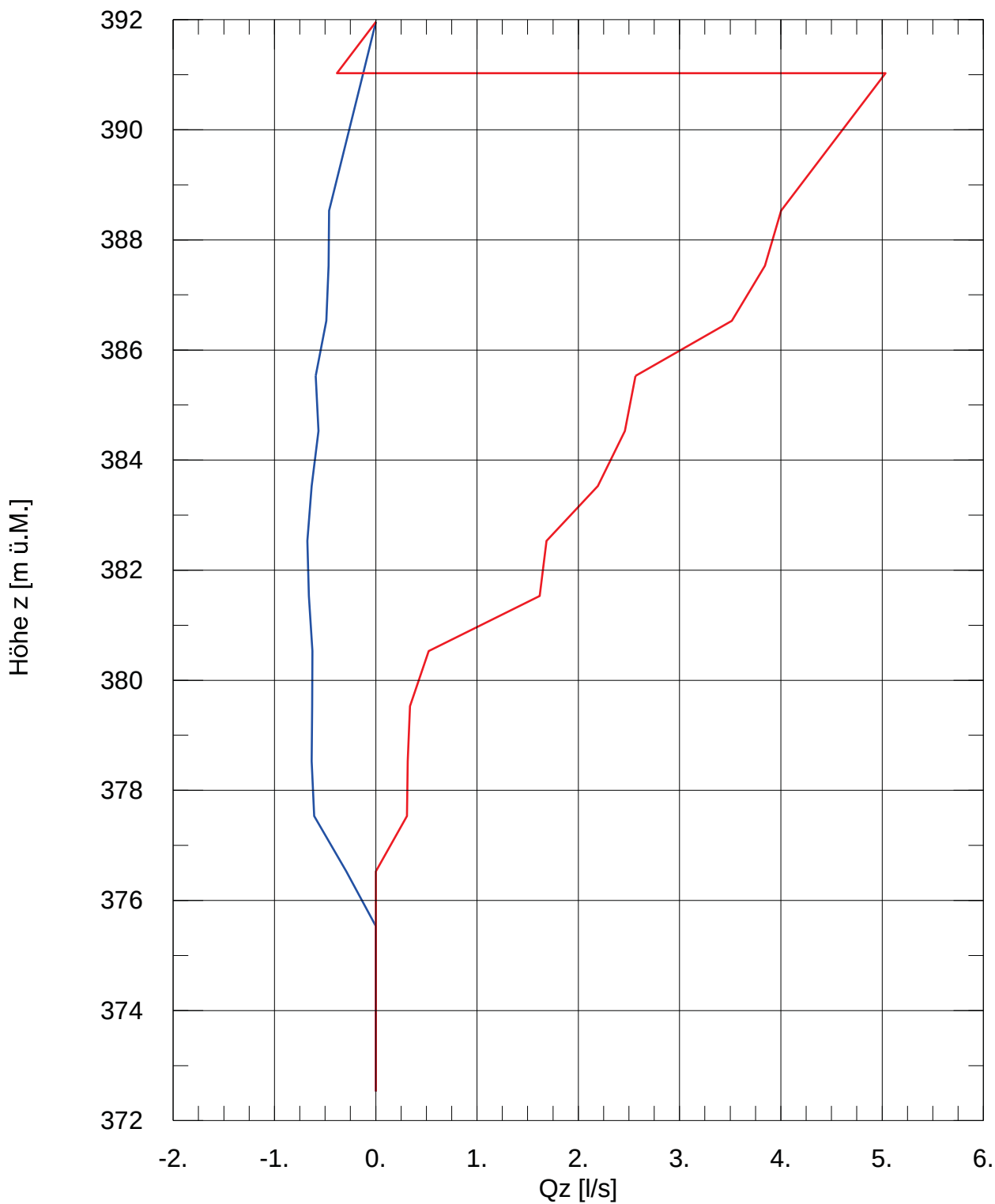
Pumpmenge:

5.42 [l/s]

Vertikaler Volumenstrom Qz:

[l/s] ohne Pumpen

[l/s] mit Pumpen



Aufschlussbohrung

23-4

Versuch vom:

05.02.2024

Pumpmenge:

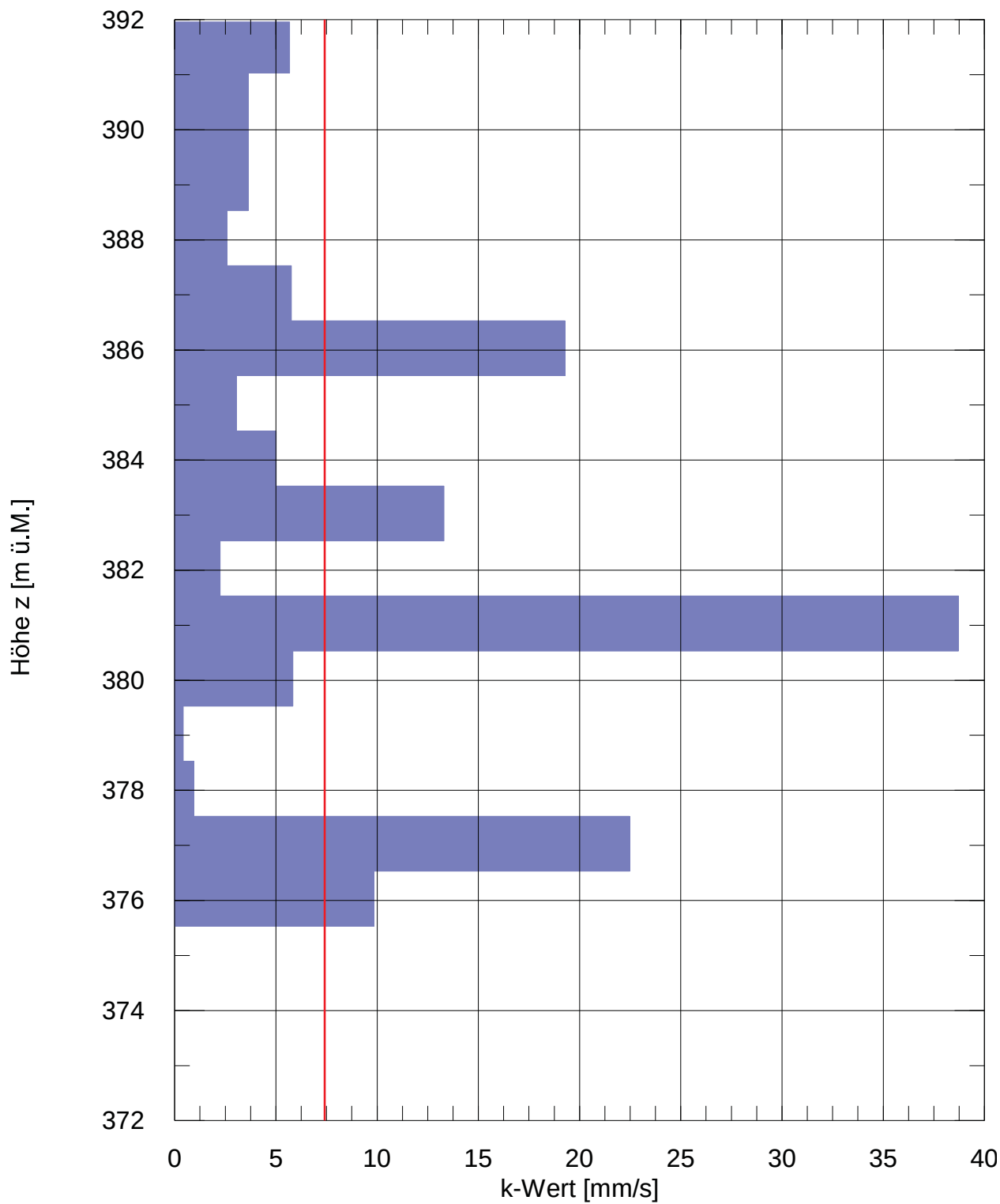
5.42 [l/s]

Durchlässigkeiten:

k-Wert [mm/s]

Profil-k-Wert:

7.403 [mm/s]



Kleinpumpversuch mit Flowmetermessungen

Feldbezeichnung:	24-6
Auftraggeber:	Stadtwerk Winterthur
Ortsbezeichnung:	
Koordinaten:	
OK Terrain [m.ü.M]:	398.23
OK Grundwasserstauer [m ü.M.]:	
OK Fels [m ü.M.]:	
Filterrohr - Typ:	Kunststofffilterrohr mit vertikaler Schlitzung
Schlitzweite Filterrohr [mm]:	1.00
Filterrohr - Durchmesser [mm]:	115.00
OK Messpunkthöhe [m ü.M.]:	398.060
OK Filterrohr [m ü.M.]:	392.06
UK Filterrohr [m ü.M.]:	379.06
UK Rohr [m ü.M.]:	378.06

Bohrdaten:

UK Bohrdurch:	Bohrdurchmesser:
[m UKT]	[mm]
20.17	200.0

Kleinpumpversuch:

Versuchsdatum:	05.02.2024	Versuchsleiter:	JR
Pumpentyp:	Unterwasserpumpe		
Abstich auf den Ruhewasserspiegel [m]:	5.20		
Abstich auf Sohle im Filterrohr [m]:	20.00		
Pumpenseiher [m]:	6.00		
Speicherkoeffizient S:	0.12		

Stufenpumpversuch:

Pumpbeginn:	Pumpende:	Förderleistung:	Zeitpunkt der Abstichmessung:	Angenommene Absenkung im Filterrohr:
[h:mm]	[h:mm]	[l/s]	[h:mm]	[m]
10:30	11:00	5.333	10:45	0.030
				(keine reale Absenkung messbar)

Bereichs-k-Werte

Verwendete Flowmetersonde:

FUD4

Tiefe	Vertikaler Volumen- strom ohne Pumpen	Vertikaler Volumen- strom mit Pumpen	Radial- strömung ohne Pumpen	Radialer Volumen- strom mit Pumpen	Profil-k- Wert	Ruhedruck im Grund- wasserleiter
[m ü.M.]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[mm/s]	[m ü.M.]
392.86	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	392.860
392.06	-1.440	-2.795	1.800	3.494	46.02	392.934
391.06	-3.241	-0.956	1.800	3.494	41.26	392.936
390.06	-4.893	-2.753	1.652	1.796	4.29	392.913
389.06	-4.919	-3.047	0.026	0.294	11.90	392.890
388.06	-6.796	-5.270	1.877	2.223	16.43	392.885
387.06	-7.056	-5.717	0.260	0.447	11.77	392.853
386.06	-6.534	-5.647	-0.522	-0.071	33.39	392.842
385.06	-6.279	-5.785	-0.256	0.139	21.26	392.849
384.06	-6.234	-5.672	-0.045	-0.114	0.01	389.806
383.06	-3.112	-2.837	-3.122	-2.835	11.95	392.851
382.06	-2.026	-1.897	-1.086	-0.940	4.74	392.880
381.06	-0.940	-1.011	-1.086	-0.885	6.50	392.886
380.06	-0.055	0.000	-0.885	-1.011	0.01	387.303
379.06	0.000	0.000	-0.055	0.000	1.53	392.890
378.06	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	392.860

Profil - Durchlässigkeitswert kP [mm/s]:	13.64
Massgebende Grundwassermächtigkeit [m]:	14.80
Transmissivität [10 ⁻³ m ² /s]:	201.87
Grundwasserspiegel im Filterrohr [m ü.M.]:	392.86

Montag, 19. Februar 2024 18:26:28

Aufschlussbohrung

24-6

Versuch vom:

05.02.2024

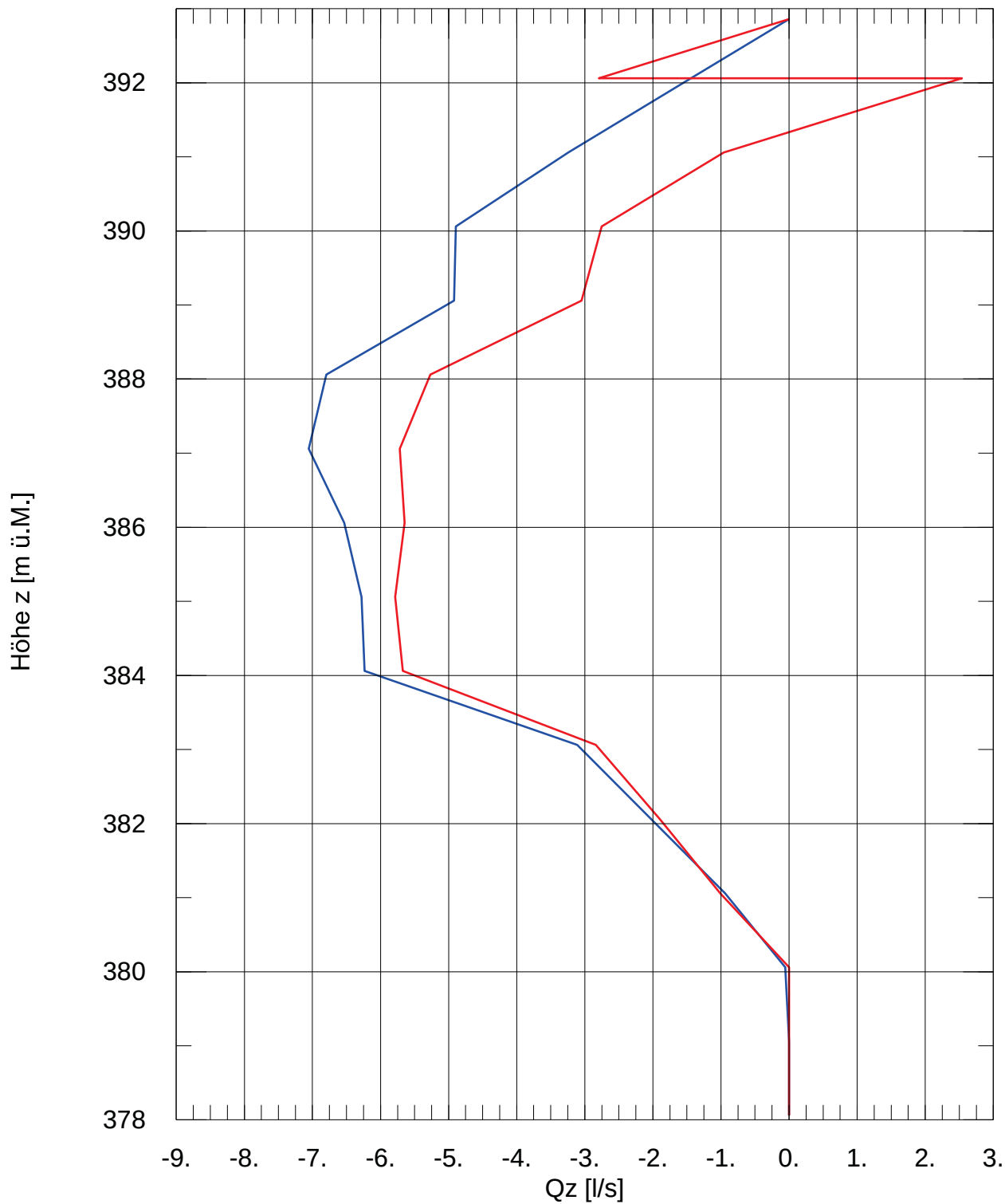
Pumpmenge:

5.33 [l/s]

Vertikaler Volumenstrom Qz:

[l/s] ohne Pumpen

[l/s] mit Pumpen



Aufschlussbohrung

24-6

Versuch vom:

05.02.2024

Pumpmenge:

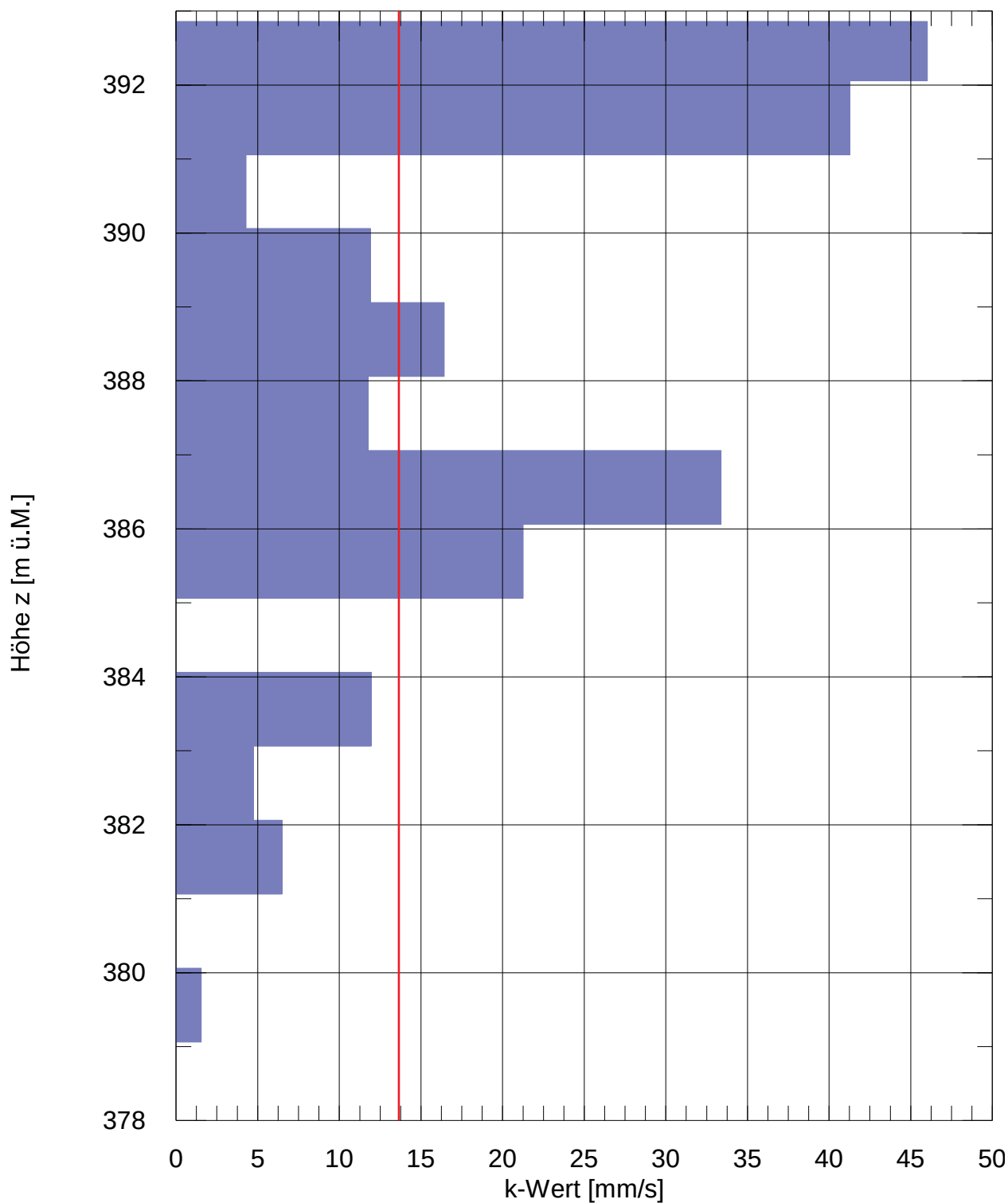
5.33 [l/s]

Durchlässigkeiten:

k-Wert [mm/s]

Profil-k-Wert:

13.64 [mm/s]



Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH

Geologisch-geotechnischer Bericht

Korngrössenverteilungskurven, Consultest AG, Ohringen

Prüfbericht: Korngrößenverteilung

EN 933-1

Hinweis: Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die aufgeführten Prüfgegenstände und ihren Zustand wie erhalten.

Objekt: **Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH**

Auftrag-Nr.: **0251-24-1**

Auftraggeber: **Stadtwerk Winterthur
Kläranlage Hard**

Labor-Nr.: **00610/24**

Bezeichnung der Probe: **KB 24 - 3, 6 - 7 muT**

Datum Probenahme: -

Ort der Probenahme: -

Eingangsdatum: **30.01.2024**

Probenahme durch: **Auftraggeber**

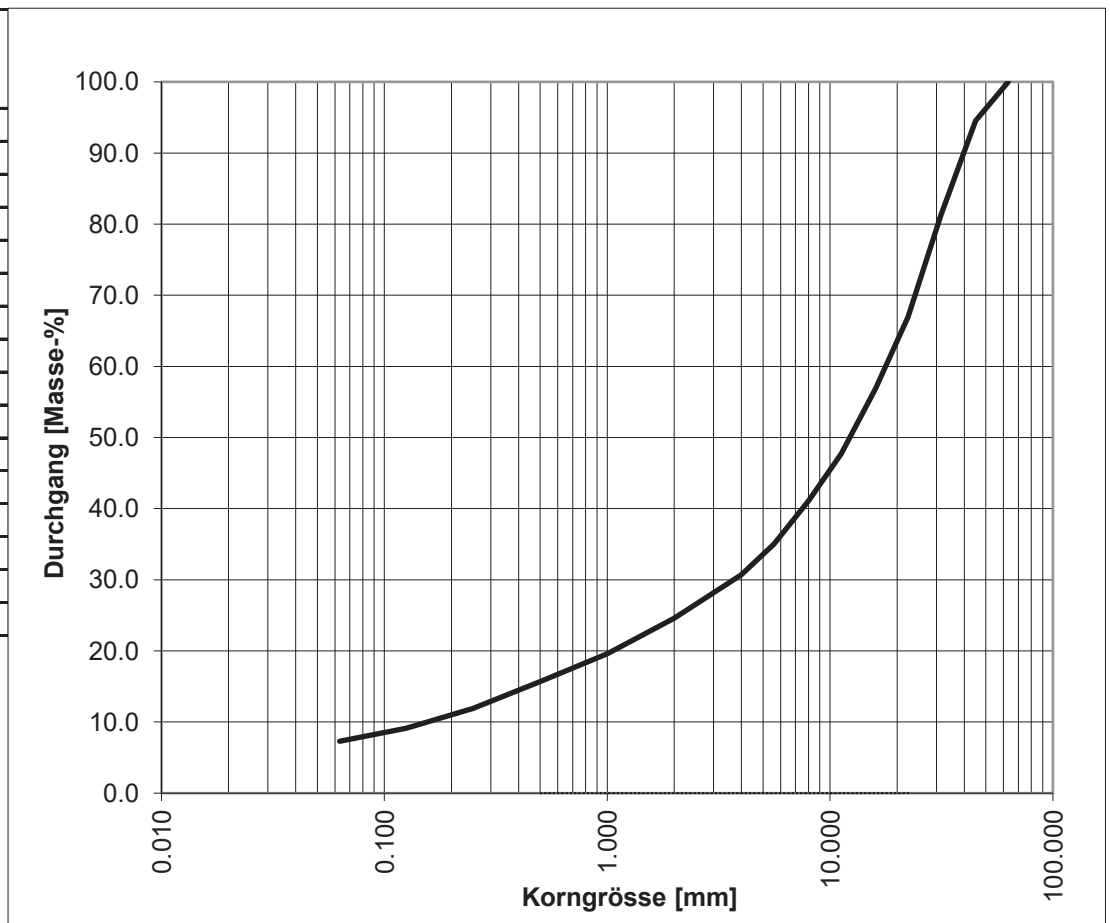
Prüfdatum: **01.02.2024**

Anteil < 0.063 mm : **7.3 Masse-%**

VSS 70 119

Wassergehalt EN 1097-5: -

Prüfsieb/ Korn-Ø [mm]	Durchgang [Masse-%]
90	
63	100.0
45	94.5
31.5	81.3
22.4	67.0
16	56.8
11.2	47.7
8	41.1
5.6	35.0
4	30.7
2	24.6
1	19.6
0.5	15.7
0.25	11.9
0.125	9.1
0.063	7.3



Ton	Silt	Sand	Kies	Steine
< 0.002 mm	0.002 - 0.06 mm	0.06 - 2 mm	2 - 60 mm	> 60 mm

Bemerkungen: -

Datum/Unterschrift Sachbearbeiter:
05.02.2024

D. Nieder

Prüfbericht: Korngrößenverteilung

EN 933-1

Hinweis: Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die aufgeführten Prüfgegenstände und ihren Zustand wie erhalten.

Objekt: **Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH**

Auftrag-Nr.: **0251-24-1**

Auftraggeber: **Stadtwerk Winterthur
Kläranlage Hard**

Labor-Nr.: **00611/24**

Bezeichnung der Probe: **KB 24 - 2, 8.5 - 9 muT**

Datum Probenahme: **23.01.2024**

Ort der Probenahme: **-**

Eingangsdatum: **30.01.2024**

Probenahme durch: **Auftraggeber**

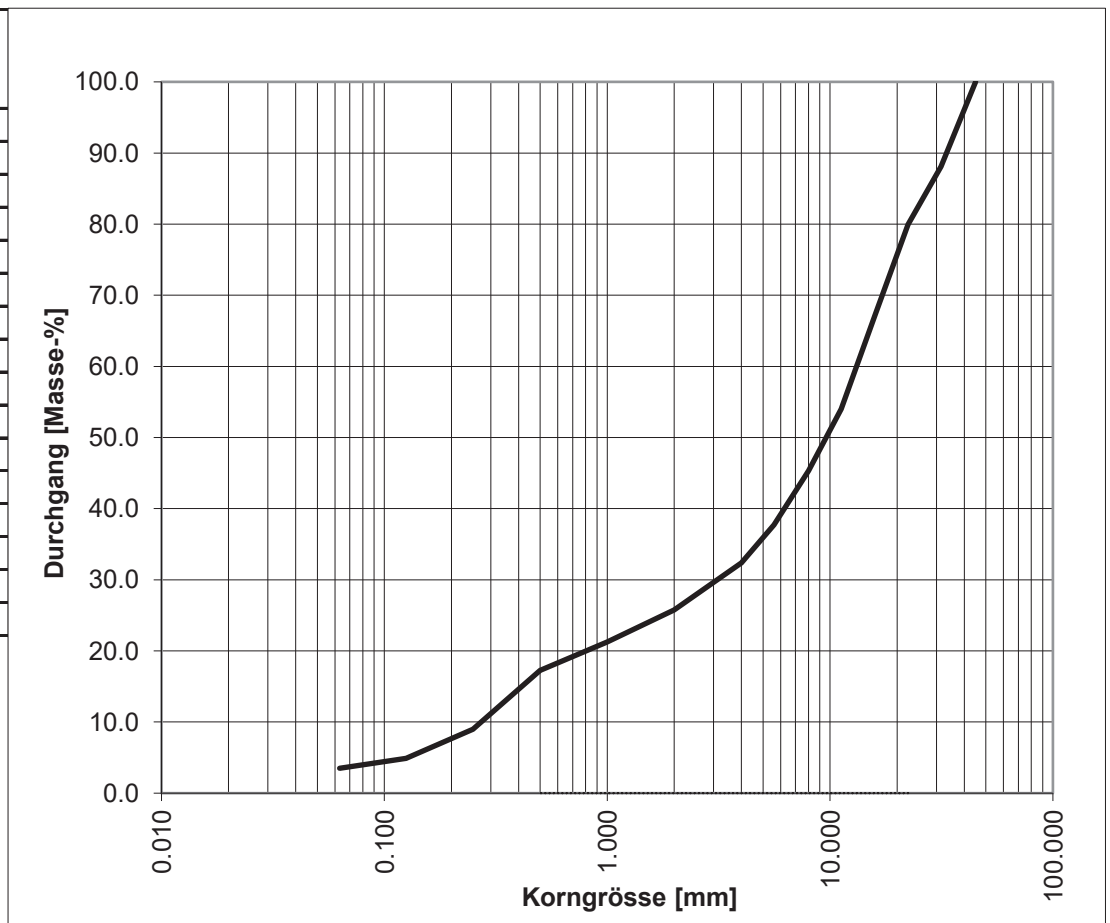
Prüfdatum: **01.02.2024**

Anteil < 0.063 mm : **3.5 Masse-%**

VSS 70 119

Wassergehalt EN 1097-5: **-**

Prüfsieb/ Korn-Ø [mm]	Durchgang [Masse-%]
90	
63	
45	100.0
31.5	88.1
22.4	80.0
16	67.3
11.2	54.0
8	45.3
5.6	37.7
4	32.4
2	25.8
1	21.3
0.5	17.3
0.25	9.0
0.125	4.9
0.063	3.5



Ton	Silt	Sand	Kies	Steine
< 0.002 mm	0.002 - 0.06 mm	0.06 - 2 mm	2 - 60 mm	> 60 mm

Bemerkungen: **-**

Datum/Unterschrift Sachbearbeiter:
05.02.2024

D. Nieder

Prüfbericht: Korngrößenverteilung

EN 933-1

Hinweis: Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die aufgeführten Prüfgegenstände und ihren Zustand wie erhalten.

Objekt: **Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH**

Auftrag-Nr.: **0251-24-1**

Auftraggeber: **Stadtwerk Winterthur
Kläranlage Hard**

Labor-Nr.: **00612/24**

Bezeichnung der Probe: **KB 24 - 4, 8 - 9 muT**

Datum Probenahme: -

Ort der Probenahme: -

Eingangsdatum: **30.01.2024**

Probenahme durch: **Auftraggeber**

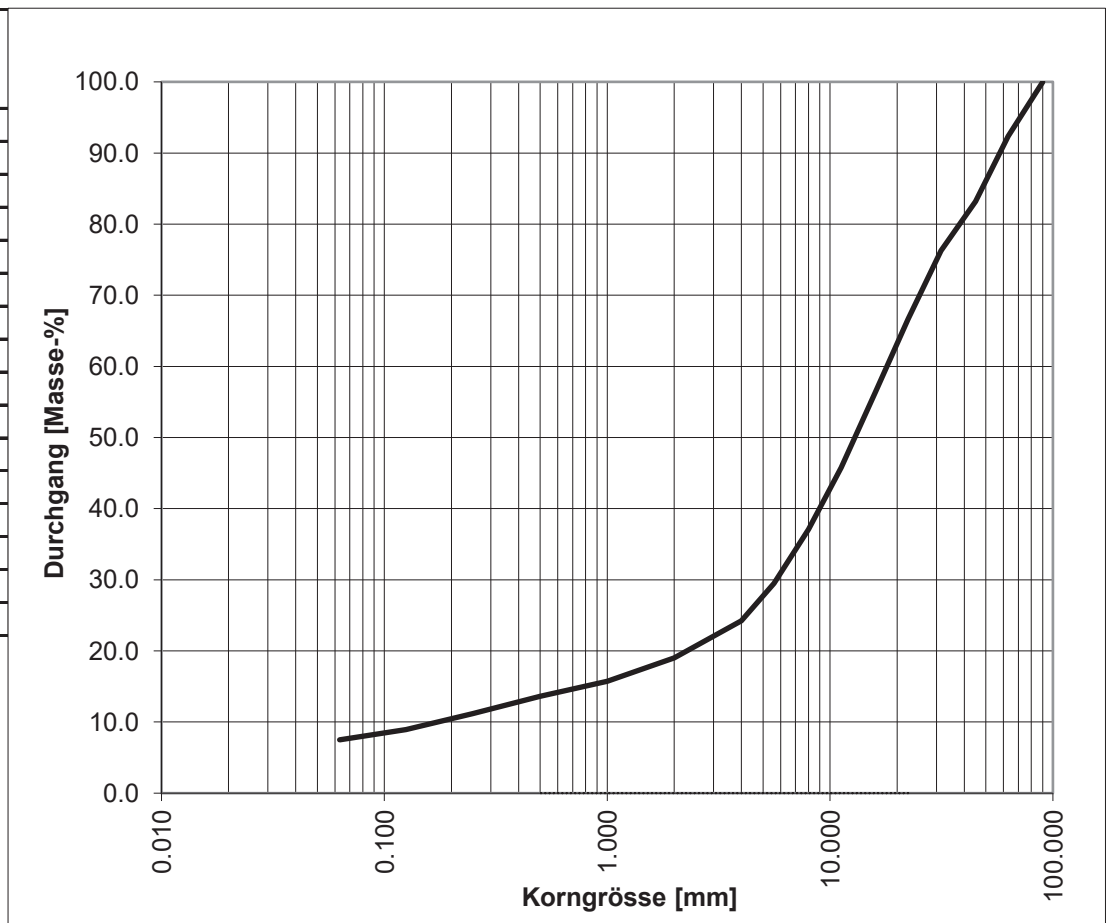
Prüfdatum: **01.02.2024**

Anteil < 0.063 mm : **7.5 Masse-%**

VSS 70 119

Wassergehalt EN 1097-5: -

Prüfsieb/ Korn-Ø [mm]	Durchgang [Masse-%]
90	100.0
63	92.4
45	83.2
31.5	76.3
22.4	66.6
16	56.4
11.2	45.8
8	37.1
5.6	29.5
4	24.2
2	19.0
1	15.7
0.5	13.6
0.25	11.2
0.125	9.0
0.063	7.5



Ton	Silt	Sand	Kies	Steine
< 0.002 mm	0.002 - 0.06 mm	0.06 - 2 mm	2 - 60 mm	> 60 mm

Bemerkungen: **Steine Ø > 90 mm**

Datum/Unterschrift Sachbearbeiter:
05.02.2024

D. Nieder

Prüfbericht: Korngrößenverteilung

EN 933-1

Hinweis: Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die aufgeführten Prüfgegenstände und ihren Zustand wie erhalten.

Objekt: **Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH**

Auftrag-Nr.: **0251-24-1**

Auftraggeber: **Stadtwerk Winterthur
Kläranlage Hard**

Labor-Nr.: **00613/24**

Bezeichnung der Probe: **KB 24 - 6, 11 - 12 muT**

Datum Probenahme: -

Ort der Probenahme: -

Eingangsdatum: **30.01.2024**

Probenahme durch: **Auftraggeber**

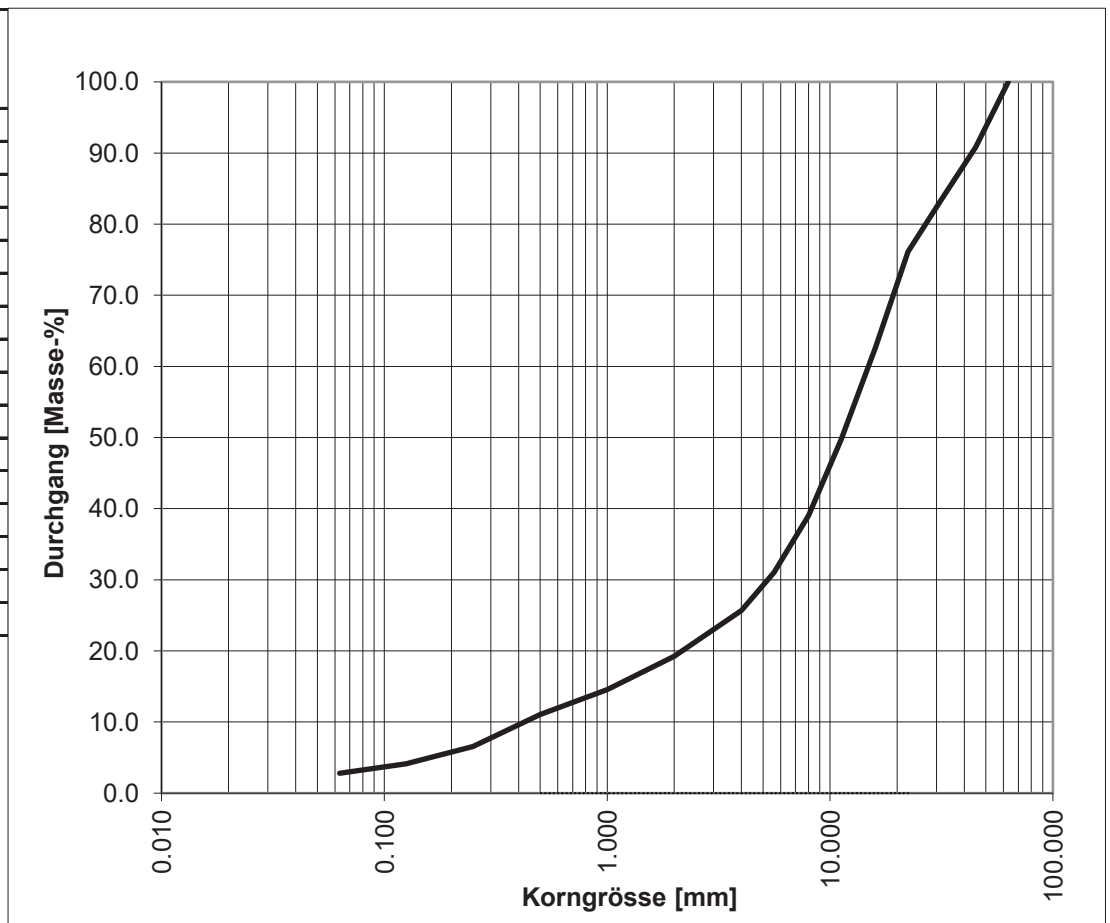
Prüfdatum: **01.02.2024**

Anteil < 0.063 mm : **2.8 Masse-%**

VSS 70 119

Wassergehalt EN 1097-5: -

Prüfsieb/ Korn-Ø [mm]	Durchgang [Masse-%]
90	
63	100.0
45	90.8
31.5	83.4
22.4	76.1
16	62.6
11.2	49.8
8	39.0
5.6	31.0
4	25.7
2	19.2
1	14.6
0.5	11.0
0.25	6.5
0.125	4.1
0.063	2.8



Ton	Silt	Sand	Kies	Steine
< 0.002 mm	0.002 - 0.06 mm	0.06 - 2 mm	2 - 60 mm	> 60 mm

Bemerkungen: -

Datum/Unterschrift Sachbearbeiter:
05.02.2024

D. Niedel

Prüfbericht: Korngrößenverteilung

EN 933-1

Hinweis: Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die aufgeführten Prüfgegenstände und ihren Zustand wie erhalten.

Objekt: **Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH**

Auftrag-Nr.: **0251-24-1**

Auftraggeber: **Stadtwerk Winterthur
Kläranlage Hard**

Labor-Nr.: **00614/24**

Bezeichnung der Probe: **KB 24 - 4, 12 - 13 muT**

Datum Probenahme: -

Ort der Probenahme: -

Eingangsdatum: **30.01.2024**

Probenahme durch: **Auftraggeber**

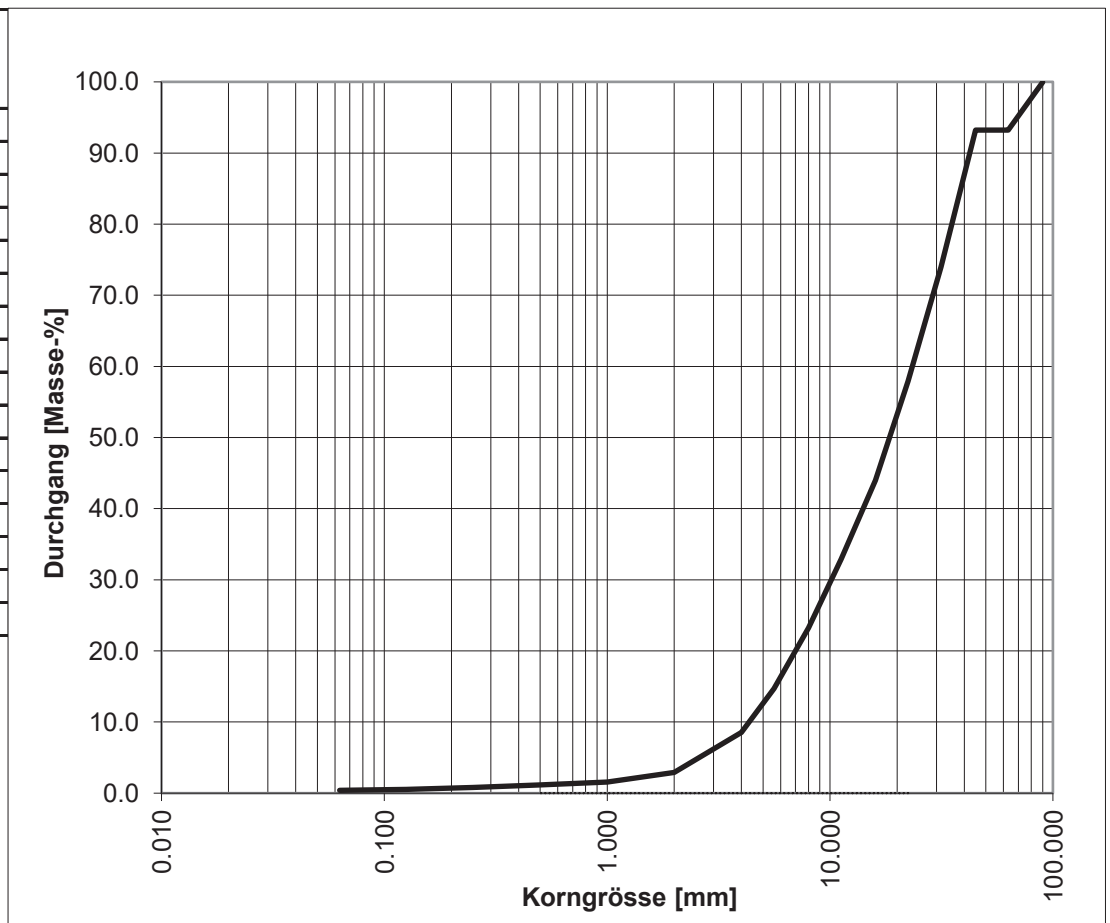
Prüfdatum: **01.02.2024**

Anteil < 0.063 mm : **0.4 Masse-%**

VSS 70 119

Wassergehalt EN 1097-5: -

Prüfsieb/ Korn-Ø [mm]	Durchgang [Masse-%]
90	100.0
63	93.2
45	93.2
31.5	74.0
22.4	57.9
16	44.0
11.2	32.9
8	23.3
5.6	14.7
4	8.5
2	2.9
1	1.6
0.5	1.2
0.25	0.8
0.125	0.5
0.063	0.4



Ton	Silt	Sand	Kies	Steine
< 0.002 mm	0.002 - 0.06 mm	0.06 - 2 mm	2 - 60 mm	> 60 mm

Bemerkungen: **Steine Ø > 90 mm**

Datum/Unterschrift Sachbearbeiter:
05.02.2024

D. Nieder

Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH

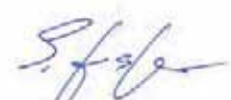
Geologisch-geotechnischer Bericht

Laborresultate, Niutec AG, Winterthur

Jäckli Geologie AG
Herr Björn Bauhofer
Hermann Götz-Strasse 21
CH-8400 Winterthur

Bericht Datum
Sachbearbeiter
Tel. direkt
E-Mail
Anzahl Seiten

06. Februar 2024
Rahel Comte
+41522622169
rahel.comte@niutec.ch
4



Ernest Forster
StV. Bereichsleiter Umwelt

231482 Erweiterung ARA Hard, Winterthur / ZH

Auftraggeber
Ihre Referenz
Unsere Referenz
Probeneingang

Herr Björn Bauhofer, Jäckli Geologie AG
Analysenauftrag vom 30.01.2024, Herr Björn Bauhofer
2024.0157
30. Januar 2024

Durchgeführte Untersuchungen

Probenaufbereitung Feststoffe

Trocknen bei 40°C Umluft; Zerkleinern im Backenbrecher auf ca. 2mm; Homogenisieren mit Turbula; Feinmahlen

Methode: Methode Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich, BAFU Kapitel 4

Niutec Methode Nr. 070

Wässriges Eluat nach BAFU

Schüttelextraktion in wässriger Lösung (Fest / Flüssig = 1:10), 24h

Methode BAFU F-4

Niutec Methode Nr. 289

Kohlenwasserstoff-Index - KWI C10-C40 (VVEA)

Extraktion mit n-Heptan und Aceton

Quantifizierung mit Gas Chromatography Flame Ionisation Detector (GC-FID) nach Abtrennung der polaren Verbindungen über Florisil. Methode BAFU F-9, ISO 16703 / SN EN 14039

Niutec Methode Nr. 239

Extraktion für PAK/PCB - (VVEA)

Ultraschall-Extraktion mit Hexan, Aceton, Toluol (10:5:1). Methode BAFU F-12, F-13

Niutec Methode Nr. 126

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe – PAK (VVEA)

Quantifizierung mit Triple Quadrupole Gas Chromatography Tandem Mass Spectrometry (TQ GC-MS/MS)

Methode BAFU F-13, EPA 8270

Niutec Methode Nr. 056

Chrom-VI (aus Eluat BAFU)

Abtrennung von Cr-III durch alkalische Fällung. Methode BAFU F-4, DIN 38405, D24.

Quantifizierung mit Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS).

Methode EN ISO 17294-1/2

Niutec Methode Nr. 289

Probenarchivierung

Restmaterial original Festprobe: keines

Restmaterial aufbereitete Festprobe: 1 Jahr ab Probeneingang

Restmaterial Flüssigproben: 14 Tage ab Probeneingang

Akkreditierung

Die Resultate beziehen sich auf die im Bericht aufgeführten Proben wie erhalten. Die Vervielfältigung des ganzen Berichtes ist gestattet. Eine auszugsweise Vervielfältigung ist nur mit Genehmigung der Niutec AG erlaubt. Informationen zu Messunsicherheiten und Prüfdaten sind auf Anfrage erhältlich. Die Prüfberichte werden 10 Jahre archiviert.

Legende

BG	Die angegebenen Bestimmungsgrenzen gelten für die untersuchten Proben.
--	Keine Analyse verlangt. Leeres Feld oder < bedeutet, der Wert liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG).
*	Methode fällt nicht in den akkreditierten Bereich der Niutec AG.
**	Drittlabor oder Unterauftragnehmer.

Bezugswerte

VVEA-A	Anforderungen an Abfälle zur Ablagerung auf Deponien des Typs A Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015. (Stand am 1. Januar 2024). Anhang 5, Ziffer 1
--------	--

Probenbezeichnung	Einheit	BG	KB 24-6	KB 24-4	KB 24-3	VVEA-A	
Tiefe (m.u.T.)			9.0-9.2	5.8-6.0	6.0-7.0		
Niutec Nr.			24.0157_001	24.0157_002	24.0157_003		

Probenaufbereitung							
Angelieferte Probemenge	kg	1.5	6.1	4.9	2.2		

Eluate							
pH Wert		9.4	9.4	9.4			

Kohlenwasserstoff-Index - KWI C10-C40 (VVEA)							
KW C10-C40	mg/kg TS	20	--	<20	--	50	

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAK (VVEA)							
Benzo(a)pyren	BAP	mg/kg TS	0.01	--	<0.01	--	0.3
Summe 16 PAK		mg/kg TS	0.2	--	<0.2	--	3

Metalle und Halbmetalle gesamt (VVEA)							
Chrom-VI	Cr-VI	mg/kg TS	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05

Jäckli Geologie AG
Herr Björn Bauhofer
Hermann Götz-Strasse 21
CH-8400 Winterthur

Bericht Datum
Sachbearbeiter
Tel. direkt
E-Mail
Anzahl Seiten

22. Februar 2024
Rahel Comte
+41522622169
rahel.comte@niutec.ch
3

231482 Erweiterung ARA Hard, Winterthur / ZH

Auftraggeber
Ihre Referenz
Unsere Referenz
Probeneingang

Herr Björn Bauhofer, Jäckli Geologie AG
Nachbestellung vom 21.02.2024, Herr Thomas Eisenlohr
2024.0157
30. Januar 2024

Durchgeführte Untersuchungen

Probenvorbereitung Feststoffe für flüchtige Verbindungen / Eluate

Ohne Trocknung, wenn nötig zerkleinern im Backenbrecher auf ca. 5 mm; Homogenisieren.

Methode: Methode: Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich, BAFU Kapitel 4

Niutec Methode Nr.070

Eluat Test 2 nach VVEA (24 h)

Eluieren in Wasser, Überkopfschütteln.

(Fest / Flüssig = 1:10, bez. TS 105°C).Methode F-22

Niutec Methode Nr. 120

Probenarchivierung

Restmaterial original Festprobe: keines

Restmaterial aufbereitete Festprobe: 1 Jahr ab Probeneingang

Restmaterial Flüssigproben: 14 Tage ab Probeneingang

Akkreditierung

Die Resultate beziehen sich auf die im Bericht aufgeführten Proben wie erhalten. Die Vervielfältigung des ganzen Berichtes ist gestattet. Eine auszugsweise Vervielfältigung ist nur mit Genehmigung der Niutec AG erlaubt. Informationen zu Messunsicherheiten und Prüfdaten sind auf Anfrage erhältlich. Die Prüfberichte werden 10 Jahre archiviert.

Legende

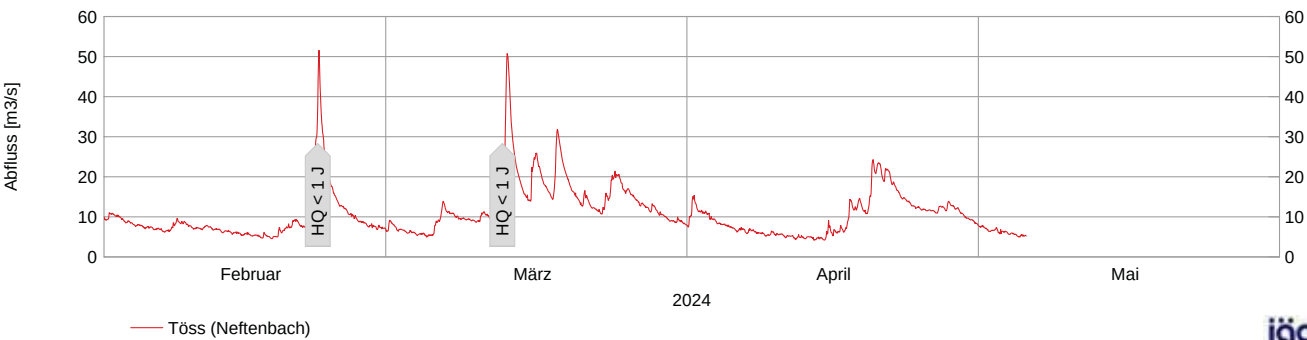
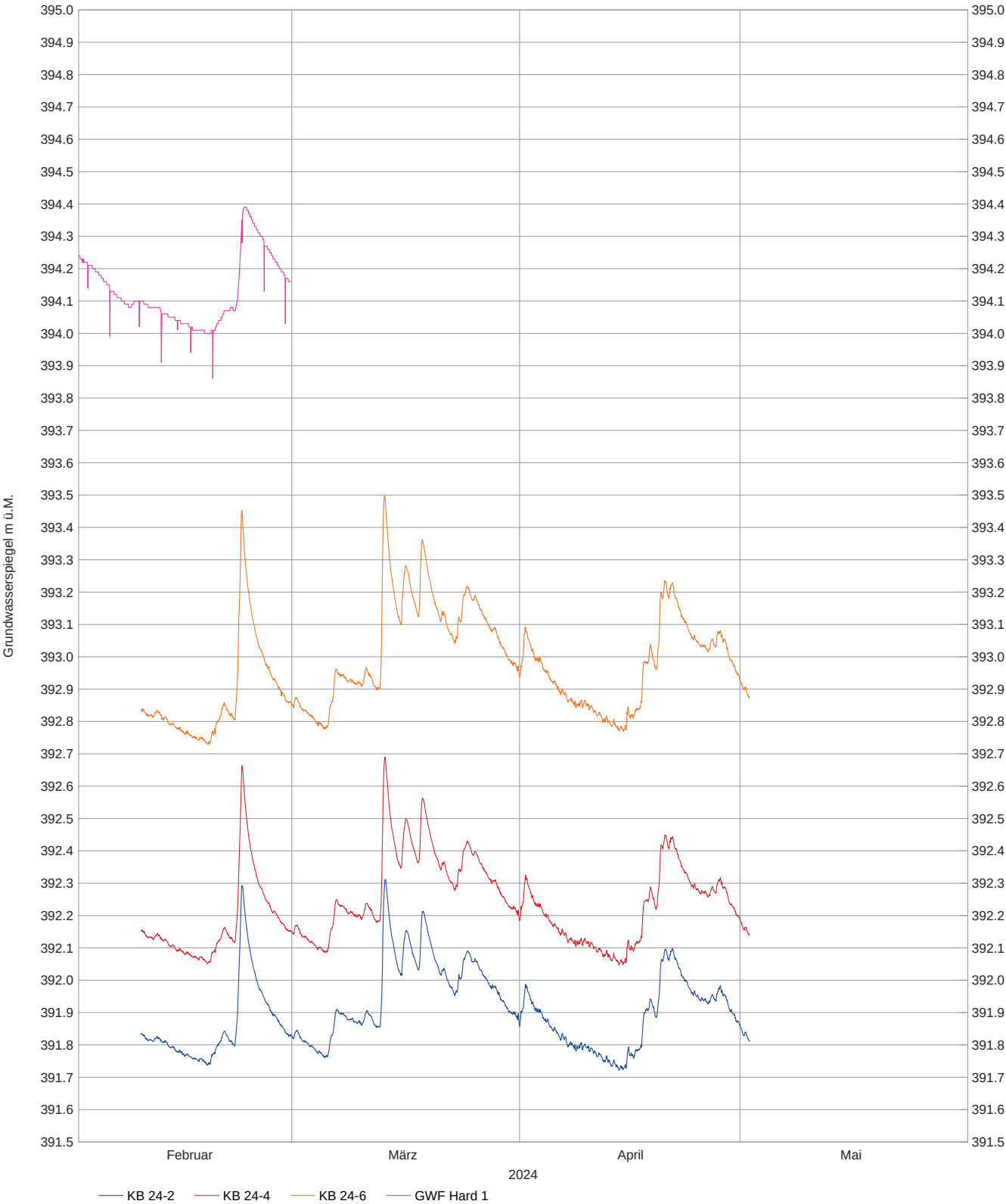
BG	Die angegebenen Bestimmungsgrenzen gelten für die untersuchten Proben.
--	Keine Analyse verlangt. Leeres Feld oder < bedeutet, der Wert liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG).
*	Methode fällt nicht in den akkreditierten Bereich der Niutec AG.
**	Drittlabor oder Unterauftragnehmer.

Probenbezeichnung	Einheit	BG	KB 24-6	KB 24-4	KB 24-3		
Tiefe (m.u.T.)			9.0-9.2	5.8-6.0	6.0-7.0		
Niutec Nr.			24.0157_001	24.0157_002	24.0157_003		

Probenaufbereitung							
Angelieferte Probemenge	kg	1.5	6.1	4.9	2.2		

VVEA Eluat mit Wasser (Test 2) - 24h							
pH Wert		9.5	9.6	9.5			

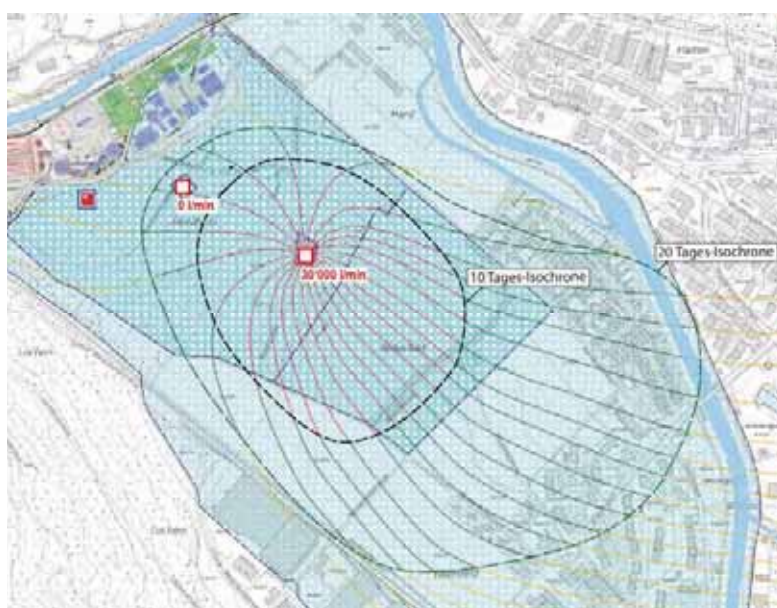
Erweiterung ARA Hard Winterthur
Ganglinien



Grundwasserfassungen Hard 1 (i 1-28) und VB Hard 2 (ohne GWR)

Winterthur / ZH

Hydrogeologisches Gutachten zur Überprüfung und Aktualisierung der Grundwasserschutzzonen



Winterthur, 22. August 2024

Auftraggeber: Stadtwerk Winterthur, Wärme und Entsorgung,
Kläranlage Hard, 8403 Winterthur

Objektnummer: 211556

Jäckli Geologie AG
Hermann Götz Strasse 21, 8400 Winterthur
Telefon +41 52 204 00 88

Zürich · Baden · Winterthur · Goldau · Cham

www.jaeckli.ch

INHALT

1	EINLEITUNG	4
1.1	Zielsetzung und Auftrag	4
1.2	Grundlagen	5
1.3	Ausgeführte Arbeiten	6
2	HYDROGEOLOGISCHE ÜBERSICHT	7
3	EIGENSCHAFTEN DES GRUNDWASSERLEITERS	8
4	FASSUNGSTECHNISCHE ANGABEN	12
4.1	Grundwasserfassung Hard 1, GWR i 1-28	12
4.2	Versuchs-Vertikalfilterbrunnen VB Hard 2	12
5	BETRIEBLICHE VERHÄLTNISSE	13
5.1	Grundwasserfassung Hard 1, GWR i 1-28	13
5.2	VersuchsfILTERbrunnen VB Hard 2 (zurzeit ohne GWR)	13
5.3	Projekt Kläranlagen-Ausbau und Reaktivierung VB Hard 2	14
6	ÜBERPRÜFUNG UND ANPASSUNG SCHUTZZONEN	15
6.1	Anforderungen gemäss Wegleitung Grundwasserschutz	15
6.2	Heutige Schutzzonen-Abmessungen	16
6.3	Rechnerische Abschätzung der minimal erforderlichen Zonen S2 und S3	17
6.4	Vorschlag Konzessionsmengen-Erhöhung und Schutzzonenanpassung	24
7	FASSUNGSEINZUGSGEBIET	25
8	KONFLIKTPLAN	26
9	SCHUTZZONENREGLEMENT MIT SCHUTZZONENPLAN	29

FIGUREN

Figur 1:	Hydrogeologisches Längenprofil Eulachgrundwasserstrom (Ausschnitt aus [9])	7
Figur 2:	Ausschnitt aus Grundwasserkarte 1:25'000	8
Figur 3:	Bestehende und in den 2010er-Jahren projektierte Grundwasserschutzzonen Hard	16
Figur 4:	Aufbau des 3D-FE-Modells (FEFLOW)	17
Figur 5:	Kalibrierung des Modells auf Mittelwasserstand gemäss Grundwasserkarte	18
Figur 6:	Vergleich Messung und Modell für Pumpversuch 1982 (Q tot. = 30'000 l/min in Hard 1 + 2)	18
Figur 7:	Verweilzeiten gemäss Markierversuch 2010 (Dauerpumpbetrieb TWF Hard 1 Q = 15'000 l/min)	19
Figur 8:	Mittlere Verweilzeiten gemäss Modell (Dauerpumpbetrieb TWF Hard 1 Q = 15'000 l/min)	19

Figur 9:	Minimale abstromseitige Schutzzonenabmessungen S2 und S3 (rote Linien, schematisch) für Konzessionsmengen TWF Hard 1 $Q = 5'000$ l/min und VB Hard 2 $Q = 10'200$ l/min	21
Figur 10:	Mittlere Verweilzeiten für TWF Hard 1 $Q = 5'000$ l/min und VB Hard 2 $Q = 15'000$ l/min, Szenario A	22
Figur 11:	Mittlere Verweilzeiten für TWF Hard 1 $Q = 0$ l/min und VB Hard 2 $Q = 30'000$ l/min, Szenario B	23
Figur 12:	Oberflächliche Einzugsgebiete der Eulach und der mittleren/oberen Töss gemäss AWEL-Homepage (nur Anteile im Kanton Zürich dargestellt)	25

Anhänge

- Anhang 1: Grundwasserisohypsenplan 1:5'000 Pumpversuch 1959
- Anhang 2: Grundwasserisohypsenplan 1:5'000 Pumpversuch 1982
- Anhang 3: Schutzzonenplan 1:5'000 mit empfohlenen Schutzzonen
- Anhang 4: Situation 1:1'000 mit Zonen S1 für die Grundwasserfassungen Hard 1
- Anhang 5: Situation 1:1'000 mit Zone S1 für den VB Hard 2
- Anhang 6: Grundwasserfassung Hard 1 (GWR i 1-28). Hydrogeologisches Brunnenprofil 1:200
- Anhang 7: Versuchsbrunnen VB 2 (ohne GWR). Hydrogeologisches Brunnenprofil 1:400

BEILAGEN

- Beilage 1: Schutzzonenpläne 1:5'000 und 1:1'000
- Beilage 2: Konfliktplan 1:5'000
- Beilage 3: Fassungseinzugsgebiet 1:50'000

1 EINLEITUNG

1.1 Zielsetzung und Auftrag

Die seit 1992 *rechtsverbindlich festgesetzten Schutzzonen* für die Grundwasserfassungen Hard (GWR i 1-28) und Kläranlage Hard (GWR i 3-25) in Winterthur basieren auf dem hydrogeologischen Schutzzonenbericht von 1988 [7]. Die zustromseitig grosszügige Schutzzonenausscheidung erfolgte vor dem Hintergrund, dass im Grundwassergebiet Hard in Kombination mit dem bestehenden Versuchsbrunnen (VB) Hard 2 im Dauerbetrieb mit 30'000 l/min rund das Doppelte der aktuellen Konzessionsmenge von 15'200 l/min gefördert werden kann, womit eine *strategische Reserve* für einen künftigen Ausbau der Trinkwassernutzung vorhanden ist. Das Gebiet der Hard ist zudem für die Wasserversorgung aus Sicherheitsüberlegungen von erheblicher Bedeutung, so z.B. bei einem Ausfall der Fassungen im Tösstal.

In den Jahren 2004 bis 2017 wurden die Schutzzonen im Rahmen einer Risikoüberprüfung sowie wegen geänderter gesetzlicher Rahmenbedingungen u.a. mittels Markierversuchen überprüft (Berichte Dr. Lorenz Wyssling AG, z.B. [13]). Die grosszügig bemessenen Schutzzonen wurden dabei im Sinne eines «*ergänzenden Grundwasserschutzareals*» beibehalten. Die bisherige Zone S2 (engere Schutzzone) wurde gemäss Vorgabe AWEL aber neu in eine Zone S2a und S2b unterteilt, zumal der VB Hard 2 noch nicht in Betrieb genommen worden ist. Auf der Gewässerschutzkarte im GIS Kanton Zürich sind seit 2018 die «*projektierten Schutzzonen*» S1, S2a, S2b und S3 als Überlagerung der rechtskräftigen Schutzzonen S1, S2 und S3 eingetragen.

Die bestehende Abwasserreinigungsanlage (ARA) Hard soll im Rahmen von drei zeitlich entkoppelten Teilprojekten zwischen 2024 und 2039 erweitert werden [15]. Die Etappen Hard Ost (2030–2034) und Hard Mitte (2036–2039) tangieren die abstromseitigen Zonen S2 und S3 der o.g. Schutzzonen, weshalb eine Aufhebung der TWF Kläranlage Hard und als Ersatzwasserbeschaffung eine Aktivierung oder ein Neubau des VB Hard 2 vorgesehen ist. Im Zusammenhang mit dem dafür erforderlichen Gestaltungsplan waren die Schutzzonenbegrenzungen mittels numerischer Modellierung zu überprüfen.

Da der Wasserverbrauch insbesondere in den Vertragsgemeinden und Wasserverbünden von Stadtwerk Winterthur in den letzten Jahren wieder deutlich gestiegen ist, wurde im Rahmen der numerischen Modellierungen gleichzeitig die Möglichkeiten einer Steigerung der Gesamtkonzessionsmengen geprüft.

1.2 Grundlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

Ältere Berichte und hydrogeologische Grundlagen (Auswahl)

- [1] Ingenieurbüro Guyer & Nägeli Winterthur (09.07.1945): Grundwasserfassung Kläranlage im Hard (GWR i 3-25), Ausführungsplan mit Schnitt 1:20 Filterbrunnen, Plan-Nr. 408/8.
- [2] Wasserversorgung Winterthur (22.02.1958): Erweiterung des Grundwasserpumpwerkes Hard. Übersicht über die hydrogeologischen Verhältnisse und Auswertung der Resultate des Pumpversuchs vom 12.11. bis 19.12.1957.
- [3] Max Steffen, Ernst Trüeb (1964): Quartärgeologie und Hydrologie des Winterthurer Tales, Sonderdruck Mitteilungen der Naturwissenschaftl. Gesellschaft Winterthur, Heft 31/1964.
- [4] Stadtwerk Winterthur (1972–1985): Auszüge von diversen Untersuchungen.
- [5] Büchi und Müller AG (16.12.1983): Baugrundverhältnisse Ausbau der Kläranlage Hard, Winterthur. Geologisches Gutachten.
- [6] Büchi und Müller AG (30.09.1986): Ausbau der Kläranlage Hard, Winterthur. Resultate des Pumpversuchs vom 15.8. – 2.9.1986. Hydrogeologisches Gutachten.
- [7] Städt. Werke Winterthur (31.03.1988): Gesellschaft Grundwasserfassungen Hard, Grundwasserfassung Hard I, Grundwasserfassung Hard II. Schutzzonenbericht.
- [8] Moser, Blanc + Partner Winterthur (20.12.2000): Städt. Werke Winterthur. PW Hard Qualitätssicherung. Hydrogeologisches Gutachten.
- [9] Dr. L. Wyssling AG (02.06.2001): Eulach-Grundwasserverband 1961–2001. Eulach-Grundwasserstrom i 3 zwischen Winterthur und Elgg. Hydrogeologische Standortbestimmung.
- [10] ETH Zürich / eawag (Juli 2006): Risikoanalyse Wasserversorgung der Stadt Winterthur.
- [11] Dr. Lorenz Wyssling AG (07.07.2010): Risikoanalyse Wasserversorgung Winterthur. Grundwasserpumpwerk Hard (i 1-28) Winterthur. Ergänzende Abklärungen 2010. Leistungspumpversuch und Markierversuch März–Mai 2010. Hydrogeologischer Bericht.
- [12] Dr. Lorenz Wyssling AG (22.12.2014): Stadtwerk Winterthur. Grundwasserfassungen Hard (GWR i 1-28) und Kläranlage Hard (GWR i 3-25), Winterthur / ZH. Überprüfung und Aktualisierung der Grundwasserschutzzonen. Hydrogeologischer Bericht.
- [13] Dr. Lorenz Wyssling AG (19.05.2017): Grundwasserfassung Hard 1 (GWR i 1-28), Kläranlage Hard (GWR i 3-25) und VB Hard 2 (ohne GWR), Winterthur / ZH. Überprüfung und Aktualisierung der Grundwasserschutzzonen. Hydrogeologischer Bericht.
- [14] Jäckli Geologie AG (21.11.2023): Winterthur, Hydrogeologischer Bericht für die Verlängerung der Grundwasserrechte GWR i 1-28 (Fassung Hard 1 und VB Hard 2), GWR i 3-28 (Fassung Grüzefeldstrasse) und GWR i 3-44 (Zivilschutzanlage Sülacker-Süd).
- [15] Stadtgrün Winterthur (15.3.2024): ARA Hard - Entwurf, Landschaftspflegerische Begleitplanung (LBP) - Bericht.
- [16] Jäckli Geologie AG (16.5.2024): Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH; Geologisch-geotechnischer Bericht.

Behördenstellungennahmen

- [17] Kt. Zürich (20.11.1992): Genehmigung Schutzzonenreglement mit Schutzzonenplan für Grundwasserfassungen Hard I (i 1-28) und Kläranlage (i 3-25), Verfügung Nr. 2522.
- [18] AWEL (14.07.2015): Grundwasserfassungen Hard (GWR i 1-28) und Kläranlage Hard (GWR i 3-25). Überarbeitung der Grundwasserschutzzonen. Abschliessende Vorprüfung.
- [19] AWEL (09.02.2017): Grundwasserfassungen Hard 1 (Hard i 1-28), Kläranlage Hard (GWR i 3-25) und Versuchsbrunnen VB Hard 2. Überarbeitung der Grundwasserschutzzonen. Stellungnahme zur Dimensionierung mit beiliegendem Schutzzonenreglement.

Gesetze, Verordnungen und Wegleitungen

- [20] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Februar 2023).
- [21] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Februar 2023).
- [22] BUWAL, heute BAFU (2004): Vollzug Umwelt – Wegleitung Grundwasserschutz.
- [23] BUWAL, heute BAFU (2005): Praxishilfe zur Bemessung des Zuströmbereichs Z_u
- [24] BAFU (2012): Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteinen – Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz.
- [25] BAFU (2013): Einzugsgebietsmanagement

1.3 Ausgeführte Arbeiten

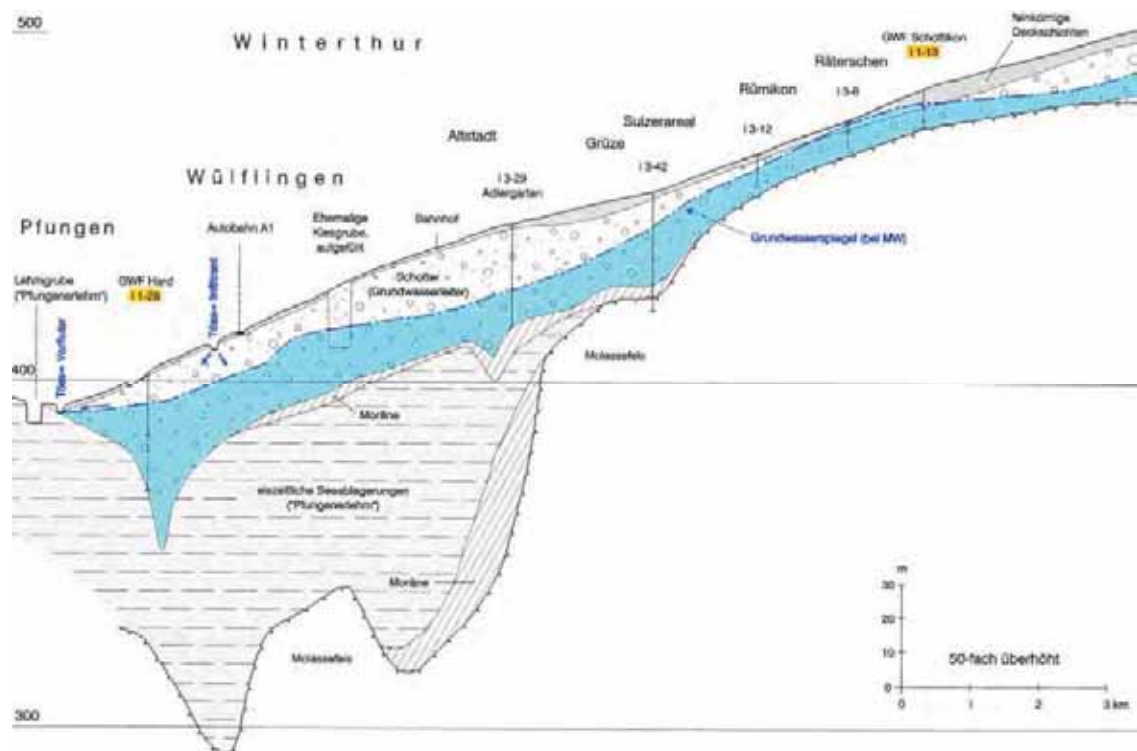
Im Rahmen des Auftrags wurden durch unser Büro folgende Arbeiten durchgeführt:

- Archivrecherche und Auswertung von älteren geologischen Grundlagen.
- Kontrolle vorhandener Piezometer im ARA-Bereich, Stichtagmessung am 15.2.2022 und 9.2.2024.
- Numerische Modellierung von verschiedenen Betriebszuständen.
- Zwischenauswertung und Präsentation der Resultate in Foliensätzen.
- Auswertung und Dokumentation der Resultate im vorliegenden Bericht.

2 HYDROGEOLOGISCHE ÜBERSICHT

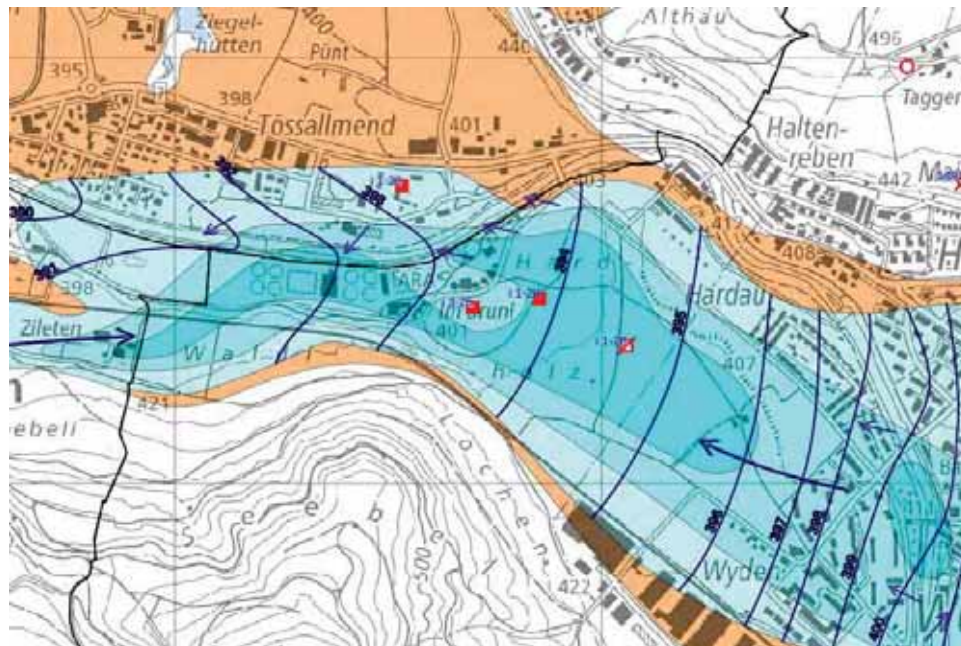
Die Wülflinger Hard befindet sich in der Flussebene des glazial übertieften Tösstals. Der *Fels der Oberen Süsswassermolasse* bildet hier einen z.T. über 100 m unter die heutige Talebene reichenden Felstrog, welcher westlich von Pfungen abstromseitig durch einen Felsriegel abgeschlossen wird. Beim Rückzug der Gletscher bildete sich darin ein ausgedehnter eiszeitlicher See, in welchem mächtige feinkörnige *Seeablagerungen* (Pfungenerschicht) abgelagert wurden [3]. Darüber schütteten Schmelzwasserflüsse in der Folge den *Eulachtschotter*, welcher den Leiter des Töss- (i 1 gemäss Grundwasserkarte) resp. Eulachgrundwasserstroms (i 3) bildet. Über dem Schotter entstanden nacheiszeitlich geringmächtige *Bodenbildungen* («Humus»), welche in Baugebieten durch *künstliche Auffüllungen* ersetzt resp. überschüttet worden sind.

Figur 1: Hydrogeologisches Längenprofil Eulachgrundwasserstrom (Ausschnitt aus [9])



Die Grundwasserfassungen Hard 1 (GWR i 1-28), Kläranlage Hard (GWR i 3-25) und der Versuchsbrunnen VB Hard 2 liegen wenig oberhalb des westlichen Endes des vereinigten Grundwasserstromes von Töss und Eulach, bevor dieser unterhalb der ARA Winterthur praktisch vollständig in die Töss exfiltriert. Die Grundwasserströmung erfolgt in west-nordwestlicher Richtung mit einem Spiegelgefälle im Fassungsgebiet von ca. 0.3%. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt bei der TWF Hard 1 um 10 m unter Terrain, Höchststände noch bei 7–8 m u.T. Die Durchlässigkeit des Schotters im Fassungsgebiet ist gemäss früheren Pumpversuchen [7] hoch bis sehr hoch. Die Grundwassermächtigkeit beträgt bei der TWF Hard 1 bei Mittelwasserstand um 24 m. Beim VB Hard 2 weist die als Stauer wirkende Pfungenerschicht eine geologisch schwierig erklärbare, kolkartige Vertiefung auf, so dass die Grundwassermächtigkeit hier ca. 50 m beträgt.

Figur 2: Ausschnitt aus Grundwasserkarte 1:25'000



Schotter-Grundwasserleiter in Tälern

- Gebiet geringer Grundwassermächtigkeit (meist weniger als 2 m) oder geringer Durchlässigkeit. Randgebiet mit unterirdischer Entwässerung zum Grundwassernutzungsgebiet
- Gebiet mittlerer Grundwassermächtigkeit (2 bis 10 m)
- Gebiet grosser Grundwassermächtigkeit (10 bis 20 m)
- Gebiet sehr grosser Grundwassermächtigkeit (mehr als 20 m)

Hydrogeologische Angaben

- 401 Isohypsen des Grundwasserspiegels bei Mittelwasserstand
- Quelffassung / Q. mit Wärmenutzung
- Grundwasserfassung / G. mit Wärmenutzung

3 EIGENSCHAFTEN DES GRUNDWASSERLEITERS

Grundwassermächtigkeit

Wie erwähnt ist die Oberfläche der als Stauer wirkenden Pfungenerschicht höhenmässig sehr uneinheitlich und weist lokal rinnenförmige oder kolkartige Vertiefungen von bis zu 74 m u.T. auf, welche mit Schotter verfüllt sind. Es ist zu vermuten, dass diese auf glaziale (z.T. allenfalls subglazial) Erosionsprozesse zurückzuführen ist. Entsprechend variiert die Grundwassermächtigkeit bereits auf geringen lateralen Distanzen stark. Die Lage dieser Vertiefungen ist im Detail nicht bekannt, die Darstellung auf der Grundwasserkarte weicht z.T. von Bohrbefunden ab.

Hydraulische Durchlässigkeiten

Entsprechend dem glaziofluviatilen Ablagerungsmilieu weist der Grundwasserleiter gemäss den früheren Untersuchungen auch signifikante Inhomogenitäten bezüglich der Zusammensetzung und der hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte K auf. Die bei Kleinpumpversuchen im Nahbereich der Fassungen festgestellten K -Werte variieren grösstenteils zwischen $0.7\text{--}5.7 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ [7]. In der TWF Hard 1 und dem VB Hard 2 wurden mit Grosspumpversuchen aber deutliche höhere Gebiets- K -Werte von 2 resp. $1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ bestimmt. Im abstromseitigen ARA-Gelände wurden verbreitet sogenannte «Rollkieslagen» fast ohne Feinanteile beobachtet,

welche gemäss aktuellen Flowmetermessungen punktuell sehr hohe Durchlässigkeiten aufweisen [14]. Ein früherer Grosspumpversuch in zwei Versuchsbrunnen auf dem ARA-Gelände ergab einen grossräumig Profil-K-Wert von 1.3×10^{-2} m/s [7]. Als Gebiets-K-Wert wird in [7] für den «Hauptstrom» des Grundwasservorkommens gestützt auf die o.g. Grosspumpversuche im Bereich GWF Hard 1 mit 2×10^{-2} m/s und im Bereich VB Hard 2 mit 1×10^{-2} m/s angegeben, was nachvollziehbar erscheint. In randlichen Bereichen werden allerdings u.a. aufgrund des bei Grosspumpversuchen beobachteten asymmetrischen Verlaufes der Grundwasserisohypsen deutlich tiefere K-Werte vermutet (z.B. gegen Nordosten zur Hardau-Siedlung hin. Da aus den Grosspumpversuchen Mischwerte resultieren, ist es denkbar, dass auch gegen Südosten zonenweise sehr hohe K-Werte vorliegen.

Tabelle 1: Frühere Bestimmungen der Durchlässigkeitsbeiwerte K, Tabelle aus [7]

Bohrung Nr. 1	Datum der Erstellung	Wsp. m ü.M.	Sohle m ü.M.	H _m m	k _m 10 ⁻³ m/s	k _m 10 ⁻³ m/s	k _{Fm} 10 ⁻³ m/s	k _{pv}	
Hard 1	1952	393.7	370.1	23.6				~20	nach Darcy-Dupuit
Hard 2	15.02.75	396.0	345.8	50.4			9.81	~10	nach Theis – Jacob
726 A	12.05.72	395.2	371.1	24.1	2.4	1.23			
726 B	29.05.72	395.3	363.6	31.7	9.6	0.80			
726 C	17.06.72	395.2	349.2	46.0	9.9	1.34			
726 D	05.07.72	396.0	389.0	7.0	–	5.66			
726 G	04.07.72	395.8	379.2	16.6	3.3	1.13			
726 F	09.10.72	395.5	324.6	70.9	15.9	0.42	10.5		
726 G	20.09.72	395.0	339.5	55.5	6.9	0.92	8.9		
726 H	20.10.72	398.8	383.7	15.1	9.1	0.69			
726 J	26.10.72	402.3	369.0	33.3	6.7	1.41			

k_m^{*} : Mittelwert der punktförmigen k-Werte
k_m : k-Wert aus Kleinpumpversuch; Auswertung nach Dupuit
k_{Fm} : Profil-k-Wert mit Flow-Meter bestimmt
k_{pv} : Gebiets-k-Wert aus Grosspumpversuch

Flowmeter-Messungen in Erkundungsbohrungen und im VB Hard 2 bestätigen auch tiefenbezogen im Brunnenprofil erhebliche Inhomogenitäten der K-Werte. Im Brunnen wurden zudem starke von unten nach oben gerichtete Vertikalströmungen festgestellt (Kapitel 4.2). Bei den erwähnten aktuellen Flowmeter-Messungen im westlichen Teil des ARA-Geländes wurden demgegenüber im oberen Schotterbereich Vertikalströmungen von oben nach unten beobachtet. Es ist zu vermuten, dass die letzteren mit der Grundwasserexfiltration in die nahe Töss zusammenhängen (z.B. Anbindung von tieferen Rollkieslagen an die abstromseitige Töss).

Grundwasserherkunft

Frühere Untersuchungen 1956–1960 zeigen, dass der Grundwasserspiegel im *Niederfeld* im Nahbereich der Töss bei Töss-Hochwasser z.T. innert Stunden bis wenigen Tagen um bis zu 5 m ansteigt, ohne jedoch die nochmals mindestens 5 m höher liegende Tösssohle zu erreichen. Es findet hier somit eine signifikante Grundwasseranreicherung statt, welche aber *ausschliesslich* durch eine *perkolative Infiltration durch Flusswasser aus der Töss* erfolgt. Das übrige des in den Fassungen gefördert Wasser stellt älteres Grundwasser dar, welches aus dem

Eulachgrundwasserstrom zuströmt. Dieser wird mehrheitlich in der Talsenke von Winterthur gebildet und unterströmt die Stadt.

In [7] wurde basierend auf verschiedenen Versuchen für die TWF Hard 1 das Mischverhältnis zwischen härterem Grundwasser aus dem Eulachgrundwasserstrom und weicherem Töss-Infiltrat bei normalen Betriebsbedingungen im Grössenbereich von 0.5 (Eulachgrundwasser 33%, Töss-Infiltrat 66%) bis 1.5 (Eulachgrundwasser 60%, Töss-Infiltrat 40%) geschätzt.

Gemäss dem *Leistungspumpversuch 2010* (Dauerbetrieb 15'000 l/min aus TWF Hard 1) wird bei verstärktem Pumpbetrieb vermehrt härteres Grundwasser aus dem Eulachgrundwasserstrom gefördert. Die Menge an weicherem Töss-Infiltrat blieb beim Versuch konstant, da sich an den Bedingungen der perkolutiven Infiltration nichts veränderte. Aufgrund der grösseren Gesamt-Entnahmemenge reduzierte sich der Anteil an jungem Töss-Infiltrat auf ca. 20% [13]. Bezüglich dem VB Hard 2 wird auf Kapitel 5.2 und 5.3 verwiesen.

Hochwasserspitzen der Töss, bei welchen die laufend bildende Kolmatierung der Tösssohle teilweise abgetragen wird, steigern die Töss-Infiltration und erhöhen damit den Infiltratanteil, lange Trockenperioden mindern die Anreicherung und reduzieren damit den Infiltratanteil.

Fliessgeschwindigkeiten

Beim Leistungspumpversuch 2010 wurde durch einen Markierversuch eine minimale Zuflusszeit ab der Töss zur Fassung Hard 1 von 31 Tagen ermittelt (Ersteintritt). Bei früheren Versuchen 1999/2000, welche nach dem Jahrhundert-Hochwasser vom Mai 1999 stattfanden, wurden mit geringerer Entnahmemenge minimal (Ersteintritt) sogar nur 28 Tage nachgewiesen. Es ist davon auszugehen, dass die kürzere Fliessdauer trotz geringerer Entnahmemenge durch die damals sehr starke Dekolmatierung der Tösssohle beim Jahrhundert-Hochwasser bedingt waren. Die massgebenden Einsickerungsstellen und (präferenziellen) Fliesspfade sind lagemässig nicht bekannt. Für *sicherheitstechnische Überlegungen* (z.B. *Havarie in der Töss*) ist für die TWF Hard 1 vorsorglich von einer noch etwas kürzeren Fliesszeit von 20–25 Tagen auszugehen.

Die aus den Markierversuchen 1999/2000 und 2010 abgeschätzten mittleren Grundwasser-Fliessgeschwindigkeiten variieren zwischen den einzelnen Messstellen und zwischen den Versuchen recht stark. Generell betragen die mittleren Fliessgeschwindigkeiten in Hauptzustromrichtung ca. 20–30 m/Tag, die maximalen Geschwindigkeiten (Ersteintritt) ca. 25–35 m/Tag. Im Nahbereich der Töss im Niederfeld und im Nahbereich der TWF Hard 1 sind die maximalen Fliessgeschwindigkeiten generell höher (Ersteintritt z.T. > 40 m/Tag), was vermutlich auf hier lokal erhöhte Fliessgefälle zurückzuführen ist («Anreicherungsberg» und «Absenkrichter»).

Seitlich zur Hauptzustromrichtung sind die mit den Markierversuchen abgeschätzten Fliessgeschwindigkeiten meist geringer (meist < 20 m/Tag). Hier ist unklar, wie weit dies auf seitliche Dispersionseffekte und/oder geringere hydraulische Durchlässigkeiten zurückzuführen ist.

Für den VB Hard 2 liegen noch keine Markierversuche vor. Aufgrund der Distanz von ca. 240 m in Hauptfliessrichtung zur TWF Hard 1 und einer mittleren Fliessgeschwindigkeit von ca. 20–30 m/Tag dürften die Fliesszeiten von der Töss bis in die Fassung bei gleicher Pumpmenge rund 8–12 Tage kürzer sein als bei der TWF Hard 1. Bei einer auf 30'000 l/min gesteigerten Pumpmenge dürften sich die Fliesszeiten weiter reduzieren. Mit dem numerischen Modell wurden für dieses Szenarium mittlere Fliesszeiten von der Töss bis in den VB Hard 2 ca. 20 Tage abgeschätzt. Für die *sicherheitstechnische Planung* ist bezogen auf die VB Hard 2 für den Ersteintritt von einer minimalen Fliesszeit (Ersteintritt) von 10–15 Tagen auszugehen.

Grundwasserqualität

Die Wasserqualität in der TWF Hard 1 wird regelmässig durch die Stadtwerk Winterthur resp. das Kantonale Labor überprüft. Die diesbezüglichen Befunde werden in [14] zusammengefasst. Die Wasserqualität kann zusammenfassend als einwandfrei bezeichnet werden.

Leistungspumpversuche

Während des 8-wöchigen *Pumpversuches 2010* mit einer Entnahme von 15'000 l/min in der TWF Hard 1 resultierte gegenüber dem Ruhe-Grundwasserspiegel vor Pumpbeginn eine maximale Spiegelabsenkung von $\Delta h = 1.2$ m, bei einer im Filterbrunnen erschlossenen Grundwassermächtigkeit von 24 m [13] resp. Anhang 6. Die Brunnenenergiebigkeit entsprechend der heutigen Konzessionsmenge konnte damit nachgewiesen werden.

Für den VB Hard 2 wurde zwischen dem 12. und 23.8.1982 ein *Leistungspumpversuch* durchgeführt [4] und [7]. Die Pumpmenge wurde dabei schrittweise gesteigert. Bei der höchsten Leistungsstufe vom 18. –23.8.1982 betrug diese im VB Hard 2 24'000 l/min und in der TWF Hard 1 6'000 l/min. Gemäss einer Versuchszusammenfassung [4] konnte «Eine totale Entnahmeleistung von 30'000 l/min und eine sandfreie Förderleistung im Hard 2 von 24'000 l/min ... einfach nachgewiesen werden.» Bezüglich der Wasserqualität wurde vermerkt, dass «die bakteriologischen und chemischen Analysen durchwegs zufriedenstellend sind». Ein Absenkdigramm zeigt bei einer Entnahmemenge von ca. 15'000 l/min in VB Hard 2 eine etwa konstante Absenkung von ca. 1.2 m. Bei der Steigerung auf 24'000 l/min sank der Wasserspiegel im VB Hard 2 bis zum Versuchsende bis auf ca. 2.4 m, ohne dass ein Beharrungszustand erreicht worden war. In den Messstellen 726C und 726G (44 resp. 57 m Entfernung) wurden auch keine Beharrungszustände erreicht, hier betrug die maximale Absenkung ca. 1.1–1.3 m.

Der Belastungspumpversuch bestätigt die technische Machbarkeit einer Entnahme von 30'000 l/min im Grundwassergebiet Hard. Das Ausmass der mit einer Dauerentnahme verbundenen Feldabsenkung wurde mit dem Versuch aber nur ansatzweise geprüft.

4 FASSUNGSTECHNISCHE ANGABEN

4.1 Grundwasserfassung Hard 1, GWR i 1-28

(siehe Anhang 6, hydrogeologisches Brunnenprofil)

Der 1952 erstellte Vertikalfilterbrunnen TWF Hard 1 besteht aus einem im Pumpenhaus integrierten 17 m tiefen Vorschacht (Ø 2.5 m) und einem rund 15 m langen Schlitzbrückenfilter (Ø 0.7 m). Der Ringraum des teleskopiert ausgeführten Bohrlochs (Durchmesser oben 2 m, unten 1.6 m) ist mit Filterkies aufgefüllt. Ein armiertes Betonfilterrohr (Ø 0.8 m) System «Kanderkies» bildet die innerste Filterstützschicht. Da die Fassung bis auf die undurchlässige Schicht abgetieft worden ist, handelt es sich um einen vollkommenen Brunnen.

4.2 Versuchs-Vertikalfilterbrunnen VB Hard 2

(siehe Anhang 7, hydrogeologisches Brunnenprofil)

Im Hinblick auf eine Steigerung der Bezugsmenge wurden bereits in den 1950er-Jahren umfangreiche Untersuchungen durchgeführt [2]. Nach weiteren Erkundungen wurde hier 1975 als Teil des damaligen Ausbauprojektes der Wasserversorgung der 70 m tiefe und damit vollkommene *Versuchs-Vertikalfilterbrunnen (VB) Hard 2* erstellt.

Der VB Hard 2 weist grundsätzlich einen gebrauchsfertigen Charakter auf, sein heutiger Zustand muss aber geprüft werden. Er besteht gemäss dem Brunnenprofil aus einem rund 30 m tiefen Senkschacht (Ø 2.7 m). Anschliessend folgen 37 m Stahlrohr-Schlitzbrückenfilter mit Rilsanüberzug (Ø 1.0 m). Im unteren Drittel des Filterrohres sind in siltig-sandigen Partien zwei Vollrohrstrecken zu 2.5 m und 2.0 m Länge zwischengeschaltet. Der teleskopierte Bohrloch-Durchmesser beträgt 1.60 m, 1.45 m, 1.30 m. Da die Fassung bis auf die Pfungenerschicht abgetieft worden ist, handelt es sich ebenfalls um einen vollkommenen Brunnen.

Gemäss Unterlagen von Stadtwerk ist der Brunnen im Tiefenbereich ca. 30–70 m, abgesehen von zwei kurzen Vollrohrstrecken à 2.5 resp. 2.0 m (Sandlage bei ca. 56.0–57.5 m resp. «gelber Lehm» bei ca. 61.0–62.0 m) durchgehend verfiltert. Er weist ohne Pumpbetrieb eine starke *aufsteigende Vertikalströmung* von ca. 38 l/s resp. ca. 2'300 l/min auf [4]. Dies dürfte auf eine ausgeprägte Anisotropie im Schotter und / oder stauende Zwischenlagen zurückzuführen sein.

Bei einem Pumpversuch 1973 [4] wurden am 5./6.9.1973 Grundwasserproben aus umliegenden Erkundungsbohrungen mit Filterstrecken im oberen und unteren Tiefenbereich des Grundwasserleiters analysiert. Dabei zeigte sich, dass das Grundwasser beider Tiefenbereiche in chemischer Hinsicht sehr ähnlich ist. Generell ist das tiefere Wasser etwas härter. Es dürfte daher etwas weniger Töss-Infiltrat enthalten. Die Sauerstoffgehalte sind im tieferen Bereich zudem minim tiefer und die Eisengehalte minim höher. Eine Probe von 1975 aus dem Tiefenbereich von 66 m u.T. aus VB Hard 1 ergab bezüglich der chemischen Zusammensetzung ähnliche Gehalte wie in den Erkundungsbohrungen.

Tabelle 2: Chemische Analysen beim Pumpversuch 1973 und bei Beprobung VB Hard 2 von 1975

Angaben in mg/l	726 A hoch	726 A tief	726 C hoch	726 C tief	726 E hoch	726 E tief	726 F hoch	726 F tief	726 G hoch	726 G tief	VB Hard2 66 m
Ges.-Härte °fH	31.5	31.8	33.1	33.8	31.2	31.5	33.7	33.2	33.8	33.4	33.5
Sauerstoff	5.4	4.8	5.5	6.0	3.7	4.3	5.7	5.2	4.9	4.7	7.5
Nitrat	15.8	16.0	16.6	18.0	16.1	14.8	17.3	17.3	16.6	16.9	23.6
Chlorid	16.4	16.5	17.4	17.0	15.9	16.1	17.7	16.7	17.5	17.6	18.4
Eisen	<0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03	<0.01	0.02	<0.01	0.02	0.02
Mangan	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.011

Das Qualitätsmonitoring in der TWF Hard 1 und diese Befunde aus den 1980er-Jahren lassen auch im VB Hard 2 eine einwandfreie Wasserqualität annehmen, was noch zu prüfen ist.

5 BETRIEBLICHE VERHÄLTNISSE

5.1 Grundwasserfassung Hard 1, GWR i 1-28

Die TWF Hard 1 (GWR i 1-28, Konz.-Menge 15'200 l/min) wird in der Regel nur mit geringer Entnahme betrieben. Gemäss Jahresstatistik 2000–2013 von Stadtwerk wurden pro Jahr minimal 9000 m³, maximal 61'000 m³, im Mittel um 30'000 m³/Jahr gefördert. Dies entspricht, umgerechnet auf Dauerpumpbetrieb, 57 l/min, bzw. 0.4% der Konzessionsmenge. Seit 2014 hat sich dieses Betriebsregime primär aus energetischen Gründen nicht wesentlich geändert.

Die TWF Hard 1 ist für die Wasserversorgung von Winterthur und umliegender Bezugsgemeinden resp. Wasserverbünden aber von erheblicher Bedeutung. Dies ist v.a. dann der Fall, wenn im Falle einer Havarie in der Töss oder aus anderen (z.B. betrieblichen) Gründen die flussnahen Grundwasserfassungen im Tösstal ganz oder teilweise ausser Betrieb genommen und durch Grundwasser mit weniger Töss-Infiltrat und längerer Fliesszeit Töss – Pumpwerk vorübergehend substituiert werden müssen. Wie der Leistungspumpversuch 2010 gezeigt hat, ist technisch eine Dauerentnahme von 15'000 l/min während Monaten von der vorhandenen Feldergiebigkeit her problemlos möglich und betragen die Fliesszeiten ab Töss in die TWF Hard 1 mindestens 20–25 Tage. Bei einem solchen Maximalbetrieb kann der Anteil Töss-Infiltrat im Eulach-Grundwasser auf grössenordnungsmässig 20% reduziert werden.

5.2 Versuchsfilterbrunnen VB Hard 2 (zurzeit ohne GWR)

Der VB Hard 2 weist wie erwähnt gebrauchsfertigen Charakter auf, wurde bisher aber nicht in Betrieb genommen. Er ist auch noch nicht am Leitungsnetz angehängt. Der Grosspumpversuch 1982 in diesem Brunnen erfolgte mittels einer aufwändigen provisorischen Erschliessung.

5.3 Projekt Kläranlagen-Ausbau und Reaktivierung VB Hard 2

Wie eingangs erwähnt, muss aufgrund erhöhter Anforderungen an die Abwasserreinigung (z.B. Entfernung Mikroverunreinigungen, dem fortschreitenden Bevölkerungswachstum sowie wegen überregionaler Projekte (z.B. der Abwassersanierung Oberes Tösstal) die Kapazität der ARA Hard vergrössert werden[15]. Bedingt durch die engen Platzverhältnisse sowie betriebliche Gründe ist ein Ausbau gegen Westen (ARA West, erste Etappe), gegen Osten (ARA Ost, zweite Etappe) und gegen Südosten (ARA Mitte, dritte Etappe) erforderlich. Der Erweiterungsperimeter ist basierend auf den aktuellen Projektgrundlagen in der *Beilage 1* grün dargestellt.

Der Erweiterungsperimeter der *Ausbauetappen Ost und Mitte* tangiert die rechtskräftigen Schutzzonen S2 und S3 der Trinkwasserfassungen (TWF) in der Hard, woraus sich gegenüber dem Ist-Zustand folgende Veränderungen ergeben werden:

- Die durch die Kläranlage bisher genutzte *TWF Kläranlage* (GWR i 3-25) wird aufgehoben, weshalb diese Fassung nachstehend nicht mehr betrachtet wird.
- Die *TWF Hard 1* soll soweit möglich weiterbetrieben werden, wobei aufgrund der abstromseitig notwendigen Reduktion der Schutzzonen S2 und S3 für diese Fassung eine Entnahmebeschränkung erforderlich ist.
- Der *VB Hard 2* soll reaktiviert resp. je nach baulichem Zustand neu erstellt werden. Dabei soll einerseits die Entnahmebeschränkung in der TWF Hard 1 kompensiert werden. Andererseits soll dabei die im Grundwasserfeld der Wülflinger-Hard entnommene Gesamtmenge erhöht werden (*Kapitel 6.3.4*), wie dies bereits in den 1980er-Jahren geplant und 1992 bei der Festsetzung der rechtskräftigen Schutzzonen berücksichtigt worden war.

Aufgrund dieser betrieblichen Veränderungen ergibt sich gegenüber den rechtskräftigen Schutzzonen (seit 1992) resp. den projektierten Schutzzonen gemäss GIS (seit 2018) ein Anpassungsbedarf. Die diesbezügliche *Schutzzonenüberprüfung* (*Kapitel 6*) erfolgt vorliegend nach Rücksprache mit dem zuständigen Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) in einem ersten Schritt basierend auf den umfangreichen vorhandenen Grundlagen sowie *numerischer Modellierungen* (*Kapitel 6.3*). Dabei sollen primär die *abstromseitigen Schutzzonenumgrenzungen* im Hinblick auf den geplanten Kläranlage-Ausbau resp. den dafür erforderlichen Gestaltungsplan in ausreichender Bearbeitungstiefe überprüft werden.

Numerische Modelle stellen eine Annäherung an die Realität dar, weshalb zwangsläufige gewisse Unsicherheiten über die effektiven Fliessverhältnisse verbleiben (*Kapitel 6.3*). Es kommt hinzu, dass auch in Bezug auf die Reaktivierung des VB Hard 2 und der damit verbundenen Steigerung der Entnahmemengen noch Ungewissheiten vorhanden sind. Bei der zustromseitigen Schutzzonenbemessung sind die vorhandenen Reserven angesichts der Ausbaupläne zweckmässig. Die aktuell projektierten Schutzzonenumgrenzungen gemäss GIS-Browser des Kantons Zürich sollen daher in Absprache mit dem AWEL seitlich und zustromseitig vorderhand belassen werden. Eine Verifizierung derselben und ggf. Anpassung der zustromseitigen und seitlichen Schutzzonenumgrenzung soll dann im Rahmen der Reaktivierung resp. Erneuerung des VB Hard 2 erfolgen. Dafür soll ein entsprechender Grosspump- und Markierversuch durchgeführt werden.

6 ÜBERPRÜFUNG UND ANPASSUNG SCHUTZZONEN

6.1 Anforderungen gemäss Wegleitung Grundwasserschutz

Ziele

Die *Zone S1 (Fassungsbereich)* soll verhindern, dass Verunreinigungen direkt in die Fassung gelangen, die Fassungsanlage durch Eingriffe beschädigt oder gar zerstört wird.

Die *Zone S2 (Engere Schutzzone)* soll verhindern, dass Keime und Viren sowie abbaubare Stoffe wie Benzin oder Mineralöl in die Grundwasserfassung oder Anreicherungsanlage gelangen, dass das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten verunreinigt oder die natürliche Filterwirkung des Bodens und des Untergrundes verringert wird, dass Schadstoffe rasch und in hoher Konzentration in die Fassung gelangen können oder dass der Grundwasserzufluss durch unterirdische Anlagen behindert wird.

Die *Zone S3 (Weitere Schutzzone)* bildet eine Pufferzone um die Zone S2. Sie gewährleistet den Schutz vor Anlagen und Tätigkeiten, die ein besonderes Risiko für das Grundwasser bedeuten (z.B. Materialabbau, Gewerbe- und Industriebetriebe) und soll es ermöglichen, dass bei unmittelbar drohender Gefahr (z.B. bei einem Unfall mit einem Gefahrgut) für die erforderlichen Interventions- oder Sanierungsmassnahmen genügend Zeit und Raum zur Verfügung stehen

Dimensionierungsanforderungen

Die Zone S1 soll die Fassungsanlage umfassen und darüber hinaus vom äussersten Rand der Fassung (hier Vertikalfilterbrunnen) gemessen allseitig mindestens 10 m weit reichen.

Für die Bemessung der *Zone S2 (Engere Schutzzone)* ist die Verweilzeit des Grundwassers im gesättigten Untergrund bei Dauerpumpbetrieb mit der konzessionierten Entnahmemenge zu berücksichtigen. Die Aufenthaltsdauer des einsickernden Niederschlagswassers von der Geländeoberfläche bis zum Grundwasserspiegel soll gemäss Wegleitung Grundwasserschutz [22] nicht mehr in die Berechnungen miteinbezogen werden. Aufgrund der massgebenden hydraulischen Kennwerte kann die Distanz, welche ein Wasserteilchen innerhalb von 10 Tagen bis zur Grundwasserfassung zurücklegt, rechnerisch bestimmt werden. Anhand der so ermittelten *10-Tagesisochrone* wird die äussere Begrenzung der Zone S2 festgelegt. Eine dominierende Verweilzeit von 10 Tagen wird allgemein als ausreichend für den Abbau von allfälligen bakteriologischen Verschmutzungen angesehen. Zudem gewährleistet diese Zeitdauer, die im Havariefall erforderlichen Interventionsmassnahmen zu treffen. Zwischen der Zone S1 und der äusseren Begrenzung der Zone S2 ist in Haupt-Zuflussrichtung ein *Mindestabstand von 100 m* einzuhalten, sollte sich aufgrund der 10-Tagesisochrone ein kleinerer Abstand ergeben. *Abstromseitig* bestimmt die 10-Tagesisochrone die Begrenzung der Zone S2.

Die Dimensionierung der Zone S3 in Lockergesteins-Grundwasserleitern ist weniger genau definiert. Stromaufwärts soll der Abstand vom äusseren Rand der Zone S2 bis zum äusseren Rand der Zone S3 etwa so gross sein wie der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2. Stromabwärts soll die Zone S3 zumindest den Entnahmebereich bis zum unteren Kullinationspunkt umfassen. Es ist dies derjenige Punkt, von dem aus das Grundwasser auch bei ungünstigen Voraussetzungen (niedriger Wasserstand, flaches Spiegelgefälle, Dauerpumpbetrieb mit konzessionierter Menge) nicht mehr zur Fassung zurückströmen kann.

6.2 Heutige Schutzzonen-Abmessungen

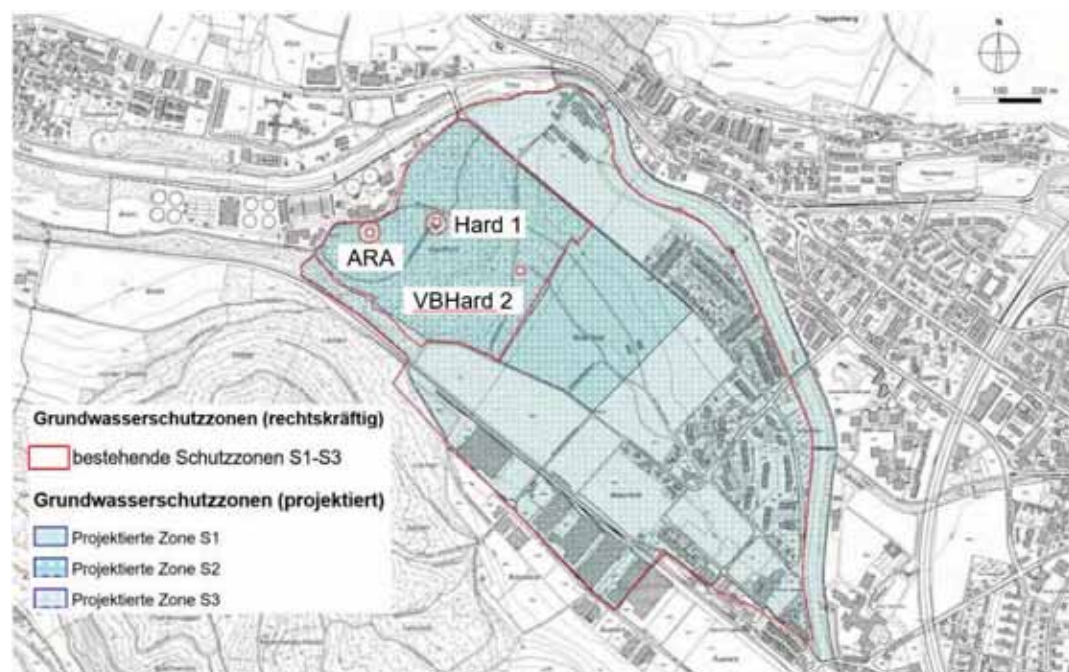
Die Grundwasserschutzzonen der Hard-Fassungen wurden basierend auf dem Schutzzonenbericht 1988 [7] im Hinblick auf eine strategische Grundwasserreserve z.T. nach konzeptionellen Gesichtspunkten grosszügig bemessen. Zwischen 2014 und 2018 ([12], [13] und [14], wurden die Schutzzonen basierend auf neuen gesetzlichen Grundlagen überprüft und die angepassten Schutzzonen als «projektiert» im GIS des Kantons Zürich eingetragen. Die projektierten Schutzzonengrenzen (2018) lassen sich wie folgt beschreiben:

- | | | |
|--------------------------|--|------------------------------|
| • <u>Zone S1:</u> | <u>Hauptzustromrichtung</u> | <u>Hauptabstromrichtung</u> |
| alle TWF | quadratisch / trapezförmig (L = 30 m), ab Fassung allseitig > 10 m | |
| • <u>Zone S2 (2a/b):</u> | <u>Hauptzustromrichtung</u> | <u>Hauptabstromrichtung</u> |
| TWF Hard 1 | ca. 285 m (S2a, z.T. S2b) | ca. 90 m (S2a) |
| VB Hard 2 | ca. 340 m (S2b) | Überlappung mit S2a |
| • <u>Zone S3:</u> | <u>Hauptzustromrichtung</u> | <u>Hauptabstromrichtung</u> |
| TWF Hard 1 | Überlappung mit S2b | keine Zone S 3 ausgeschieden |
| VB Hard 2 | ca. 530 m | Überlappung mit S2a |

Abstromseitig wurde bisher keine Zone S3 ausgeschieden, die Zone S2 ist allerdings auch hier grosszügig bemessen. Die Modellierung zeigt, dass der untere Kulminationspunkt auch im ungünstigen Fall noch in der Zone S2 liegt (*Kapitel 6.3*). Dies wird durch die Pumpversuchen gestützt, welche keine Hinweise auf eine Beeinflussung durch die ARA oder die Töss ergaben [7].

Wie in *Kapitel 5.3* erwähnt, tangiert die ARA-Erweiterung die Schutzzone S2 der Grundwasserfassungen, was ein *Nutzungskonflikt* darstellt. Gemäss Reglement vom 19.5.2017 [13] sind in der Zone S2 generell keine Bauten und Anlagen (Ziff. 6.1) oder Schmutzwasserleitungen (Ziff. 6.3) zulässig. Auch die Verwendung von wassergefährdenden Stoffen ist untersagt (Ziff. 6.11).

Figur 3: Bestehende und in den 2010er-Jahren projektierte Grundwasserschutzzonen Hard

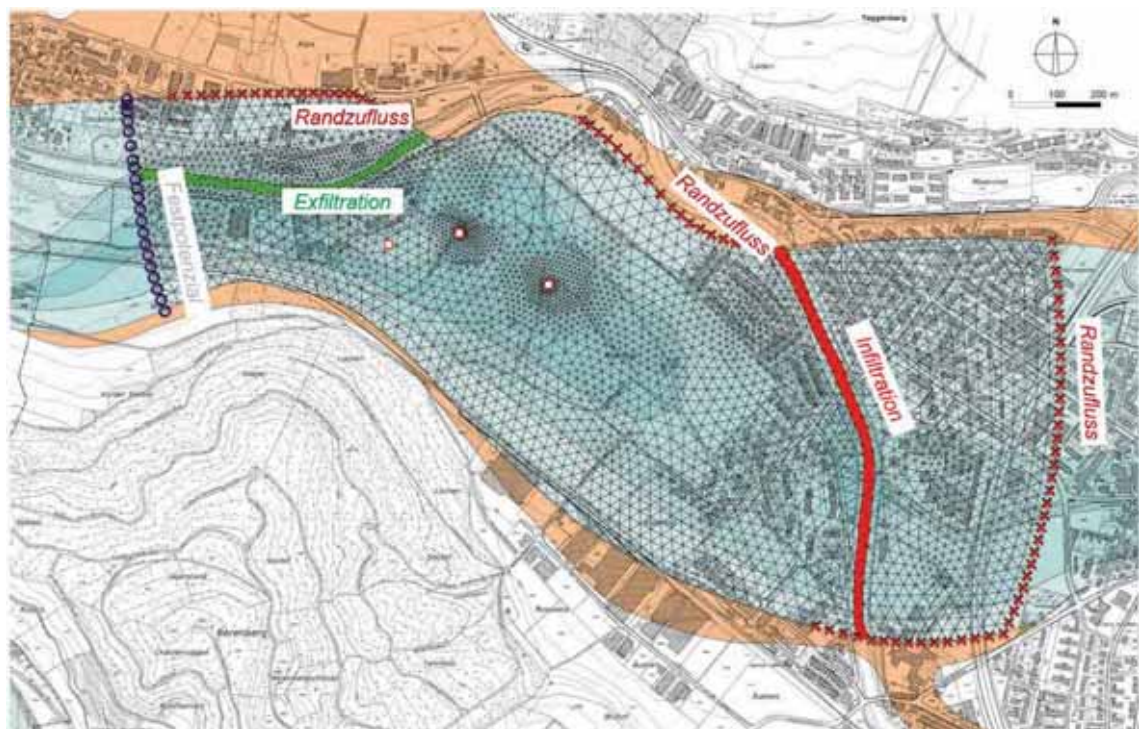


6.3 Rechnerische Abschätzung der minimal erforderlichen Zonen S2 und S3

6.3.1 Modellkonzipierung und -kalibrierung

Numerische Modellrechnungen bilden eine gute Grundlage zur Abschätzung und Festlegung der erforderlichen Schutzzonengrösse. Primär im Hinblick auf die Überprüfung der *abstromseitigen Schutzzonendimensionierungen* wurden vorliegend die Strömungsverhältnisse mit einem stationären numerischen 3D-Modell (FEFLOW) nachgebildet. Das Finite-Element-Modell umfasst den Grundwasserstrom auf einer Länge von ca. 2.1 km. Der Zustrom aus dem Eulachgrundwasserstrom am oberen Modellrand beträgt ca. 14'800 l/min, die seitlichen Randzuflüsse von Norden ca. 2'000 l/min. Am unteren Ende wurde zur Vereinfachung ein Festpotenzial eingesetzt, da der Grundwasserleiter hier endet. Die wechselseitige Beziehung zwischen Töss und Grundwasser ist als Leakage-Randbedingung im Modell berücksichtigt. Dazwischen wurden die zustromseitige Infiltrationszone im Niederfeld sowie die abstromseitige Exfiltrationszone nördlich der ARA Hard berücksichtigt (Töss wirkt als Vorflut). Die Infiltration von Tösswasser im zustromseitigen Niederfeld wurde mit rund 4'000 l/min eingesetzt.

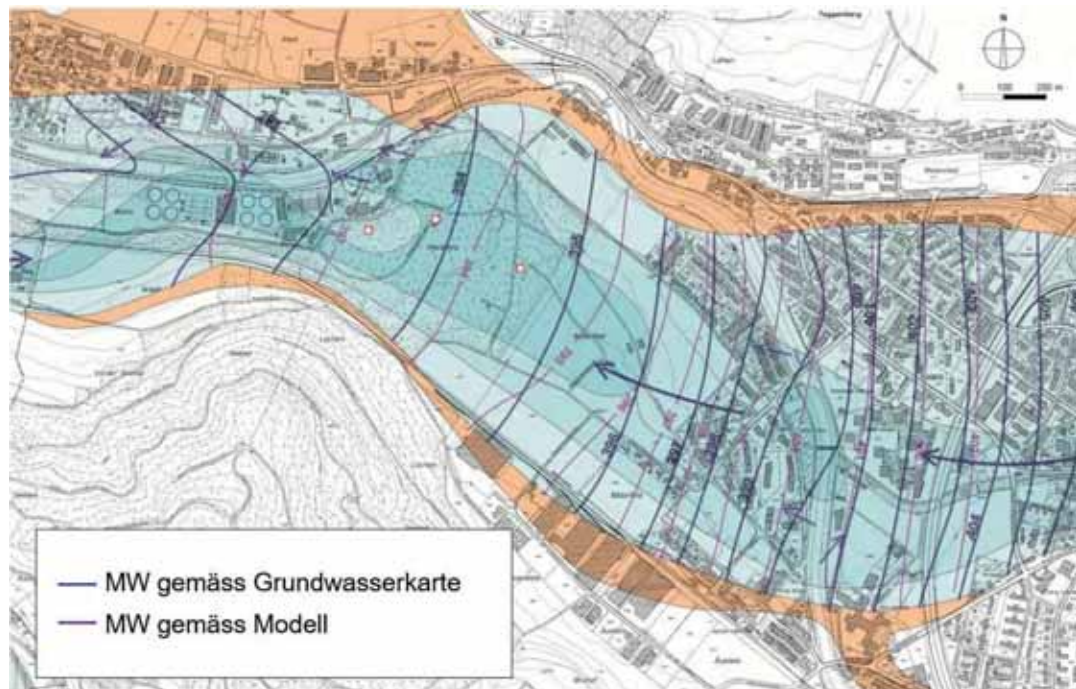
Figur 4: Aufbau des 3D-FE-Modells (FEFLOW)



Die Durchlässigkeitsbeiwerte K variieren im Modell entsprechend der früheren Erkundungsbohrungen (Tabelle 1) zwischen $1-7 \times 10^{-3}$ m/s. Die Neubildung durch versickernden Niederschlag wurde mit 300 mm/Jahr resp. 0.8 mm/m^2 angenommen.

Das Modell wurde anhand der *Mittelwasserstände* gemäss Grundwasserkarte für einen stationären Zustand ohne Grundwasserentnahme kalibriert (Figur 5). Die geometrische Anordnung der Grundwasserisohypsen zwischen dem Modell und der Karte stimmt recht gut überein.

Figur 5: Kalibrierung des Modells auf Mittelwasserstand gemäss Grundwasserkarte

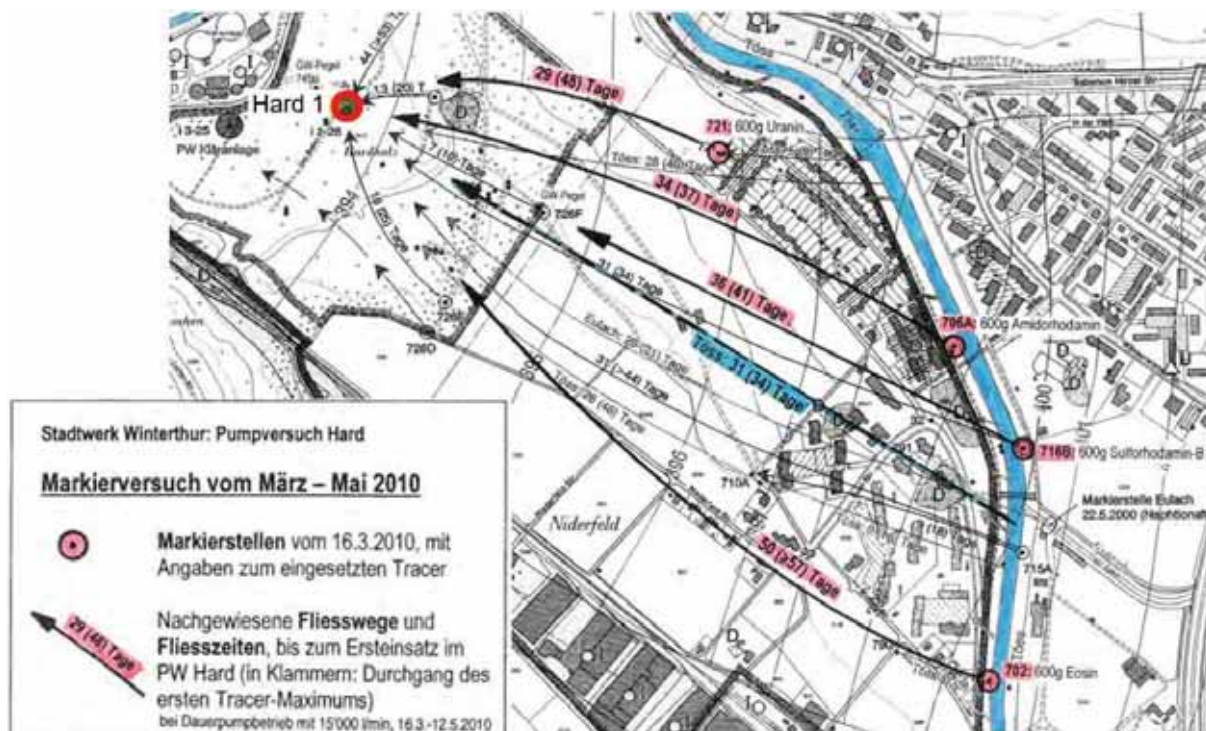


Figur 6: Vergleich Messung und Modell für Pumpversuch 1982 ($Q_{tot.} = 30'000 \text{ l/min}$ in Hard 1 + 2)

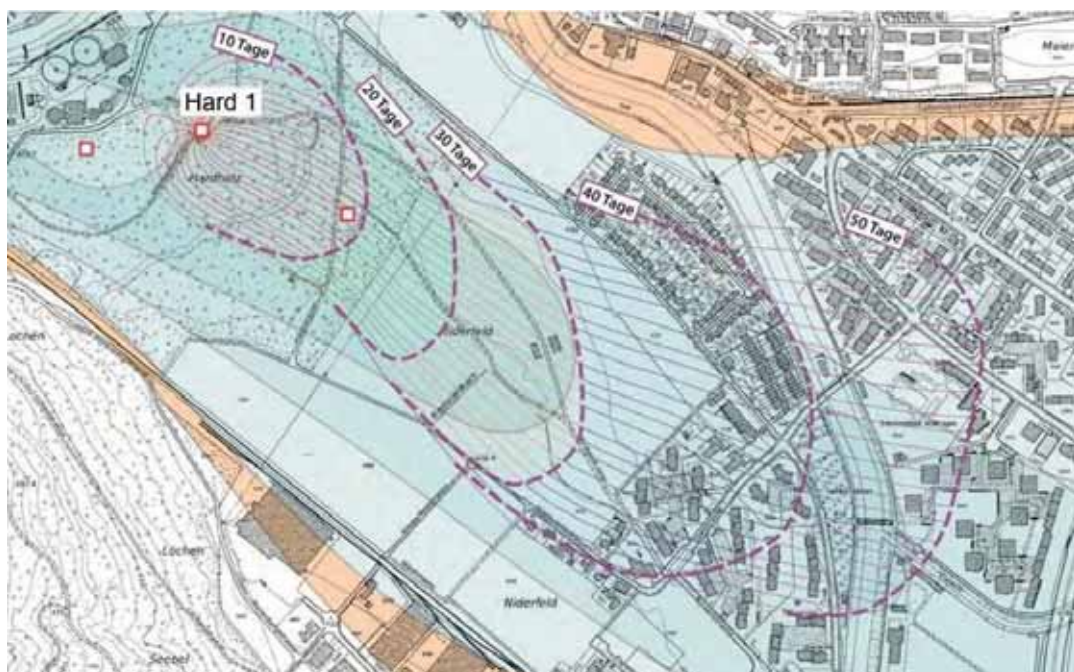


Die Figur 6 zeigt links den gemessenen Zustand beim Pumpversuch 1982 mit einer Entnahmemenge von $30'000 \text{ l/min}$ ($43'200 \text{ m}^3/\text{Tag}$) und rechts den berechneten Zustand dazu. Die Absenkung und die Isohypsenverteilung in der Hauptzustrom- und Hauptabstromrichtung stimmen gut überein. Die seitliche Geometrie der Absenkung variiert v.a. im Gebiet nordöstlich der Fassungen (Spinnerei Hard, Siedlung Hardau) aufgrund von Modellvereinfachungen. Für die primäre Fragestellung der abstromseitige Abgrenzung ist dies nicht relevant.

Figur 7: Verweilzeiten gemäss Markerversuch 2010 (Dauerpumpbetrieb TWF Hard 1 $Q = 15'000$ l/min)



Figur 8: Mittlere Verweilzeiten gemäss Modell (Dauerpumpbetrieb TWF Hard 1 $Q = 15'000$ l/min)



In Figur 7 und Figur 8 ist ein Vergleich zwischen den gemessenen Markierstoff-Fließzeiten (Ersteintritt, erstes Markierstoffmaxima in Klammer) und den modellierten Verweilzeiten dargestellt. Die gute Übereinstimmung bestätigt, dass das numerische Fließmodell die effektiven Verhältnisse gesamthaft gut abbilden kann.

6.3.2 Schutzzonenüberprüfung Ist-Zustand (unveränderte Konz.-Menge 15'200 l/min)

Mit dem numerischen Modell wurde die Schutzzone für einen Dauerpumpbetriebs in der TWF Hard 1 mit der *konzessionierten Fördermenge* von 15'200 l/min (ca. 21'900 m³/Tag) bei einem *Niedrigwasserstand* überprüft, was im Ist-Zustand den Worstcase darstellt.

Der modellierte *Entnahmebereich* der Fassung reicht gemäss Modell zustromseitig erwartungsgemäss über die Töss im Niederfeld hinaus. Das natürliche Grundwasserdargebot bei Niedrigwasser in der Hard beträgt gemäss Modellkalibrierung ca. 22'600 l/min. Die Konzessionsmenge unterschreitet somit das Dargebot.

Die mit Hilfe des numerischen Modells ermittelte 10-Tagesisochrone entspricht der Grenze, ab welcher Grundwasser bis zum Eintreffen in der Fassung eine mittlere Aufenthaltszeit von 10 Tagen aufweist. Der so ermittelte Bereich der sogenannten 10-Tageslinie entspricht der aus hydrogeologischer Sicht erforderlichen *Mindestgrösse* der Zone S2.

Für die TWF Hard 1 reicht die ermittelte 10-Tageslinie unterstromig der Fassung bis ca. 70 m ab dem Brunnenschacht. Sie fällt bei den betrachteten Fliessverhältnissen (Niedrigwasserstand) praktisch mit dem unteren Kulminationspunkt zusammen. In Hauptzustromrichtung beträgt der Abstand knapp 290 m. Daraus lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Im *Ist-Zustand* liegt der aus hydrogeologischer Sicht minimal erforderlichen Bereich der Zone S2 vollständig innerhalb der rechtskräftigen Zone S2 resp. der projektierten Zone S2a, was bei der grosszügigen Ausscheidung wenig erstaunlich ist.
- Das *bestehende ARA-Gelände* liegt hingegen knapp ausserhalb der aus hydrogeologischer Sicht minimalen Zone 3. Bezüglich ARA besteht im Ist-Zustand kein Konflikt.
- Der *geplante ARA-Ausbau* tangiert unterstromig der Fassung auch die aus hydrogeologischer Sicht minimalen Begrenzung der Zone S2 sowie auch hier nach Wegleitung Grundwasserschutz grundsätzlich auszuschheidenden Pufferzone S3. Der in *Kapitel 5.3* erwähnte planerische Schutzzonenkonflikt bezüglich dem ARA-Ausbauprojekt ist damit aus hydrogeologischer Sicht auch mit dem numerischen Modell nachgewiesen.

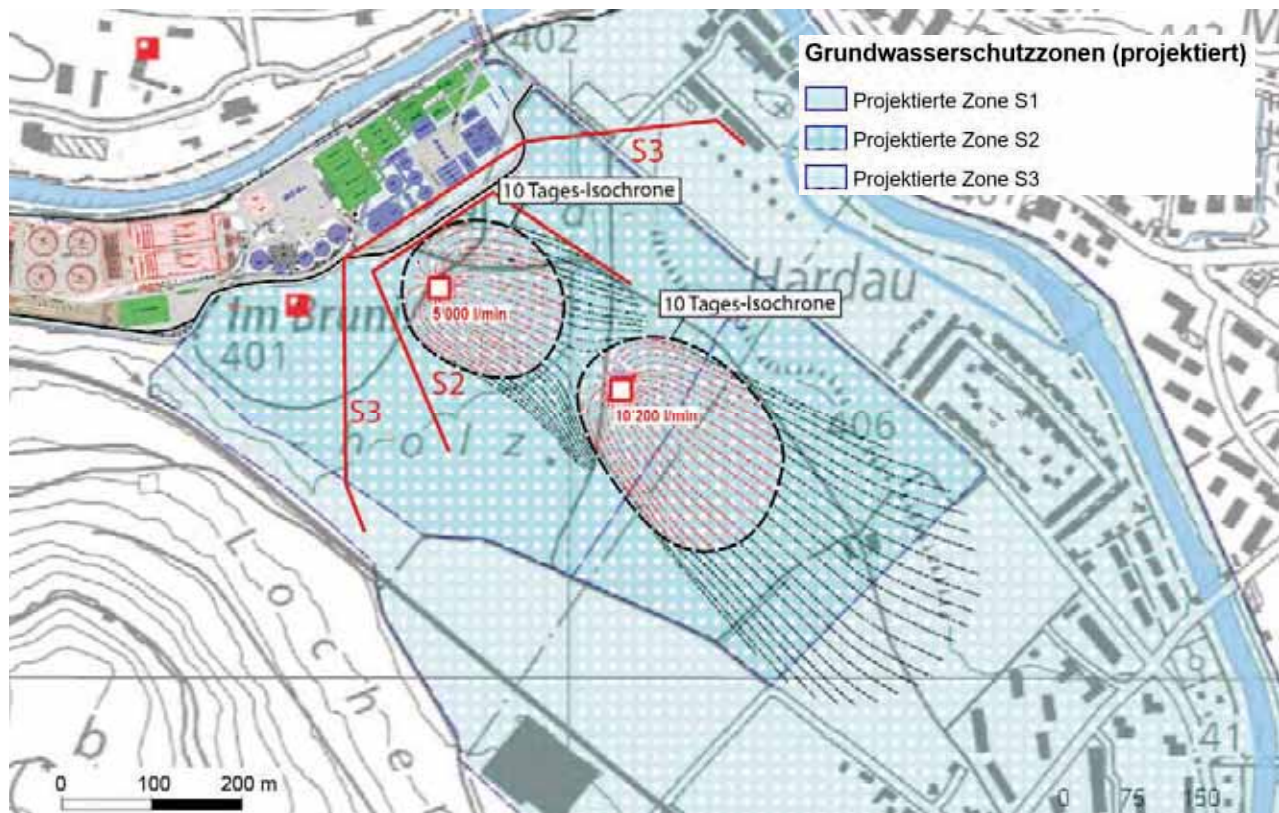
6.3.3 Schutzzonenüberprüfung mit ARA-Ausbau (Gesamt-Konz.-Menge 15'200 l/min)

In einem zweiten Schritt wurde im Hinblick auf den ARA-Ausbau Ost und Mitte ein modifiziertes Betriebsregime mit einer *Mengenreduktion in der TWF Hard 1* und einer *Aktivierung des VB Hard 2* betrachtet. Die Gesamtentnahmemenge soll dabei weiterhin der heutigen Konzessionsmenge der TWF Hard 1 entsprechen (15'200 l/min).

Die Rahmenbedingungen für die abstromseitigen Schutzzonenbegrenzungen bezogen auf den ARA-Ausbau wurden bei einer 'Vorbesprechung mit dem AWEL (Gewässerschutz) geklärt. Demgemäss ist die Erweiterung bei kumulativer Erfüllung folgender Punkte konform:

1. Die Bauten der ARA-Erweiterung kommen vollständig *ausserhalb der Zone S3* zu liegen
2. Die umgebenden Flächen der ARA (inkl. deren Verkehrsflächen) liegen zwar in der noch Zone S3, aber noch *ausserhalb der Zone 2* (ARA-Begrenzungszaun = Grenze Zone S2).

Figur 9: Minimale abstromseitige Schutzzonenabmessungen S2 und S3 (rote Linien, schematisch) für Konzessionsmengen TWF Hard 1 $Q = 5'000 \text{ l/min}$ und VB Hard 2 $Q = 10'200 \text{ l/min}$



Die Modellierungen zeigen, dass die genannten Anforderungen bei nachstehender Verteilung der Entnahmemengen erfüllt sind (Figur 9).

- TWF Hard 1 $Q = 5'000 \text{ l/min}$ (Maximalmenge in dieser Fassung),
- VB Hard 2 $Q = 10'200 \text{ l/min}$ (bei alleinigem Betrieb $15'200 \text{ l/min}$ möglich).

Unter diesem Gesichtspunkt ist eine Erweiterung der ARA bei einer Aktivierung des VB Hard 2 und einer Aufsplittung der *bisherigen Gesamtkonzessionsmenge* auf die beiden Brunnen aus Sicht des planerischen Grundwasserschutzes *realisierbar*.

Bei Einreichung einer entsprechenden *Absichtserklärung* durch die Stadt Winterthur hat das AWEL eine Zustimmung aus Sicht planerischem Grundwasserschutz bezogen auf die Trinkwassernutzung der Fassungen in der Hard in Aussicht gestellt.

6.3.4 Schutzzonenüberprüfung für Ausbau ARA und Erhöhung Konzessionsmenge

Das Grundwassergebiet in der Hard ist für Winterthur sowohl bei einem Havariefall im Tösstal als auch für einen Ausbau der Trinkwasserförderung von grosser Bedeutung. Nach langen Jahren mit sinkenden Verbrauchsmengen sind diese in den letzten Jahren wieder gestiegen. Neben dem Bevölkerungswachstum spielen dabei auch klimatische Gründe und Umweltbelastungen eine Rolle. Der grösste Zuwachs wird durch höhere Bezugsmengen der Vertragspartner verursacht.

Für die Aktivierung des VB Hard 2 soll daher mittels Modellierung eine *Konzessionsmengenerhöhung* mit folgenden Anforderungen geprüft werden:

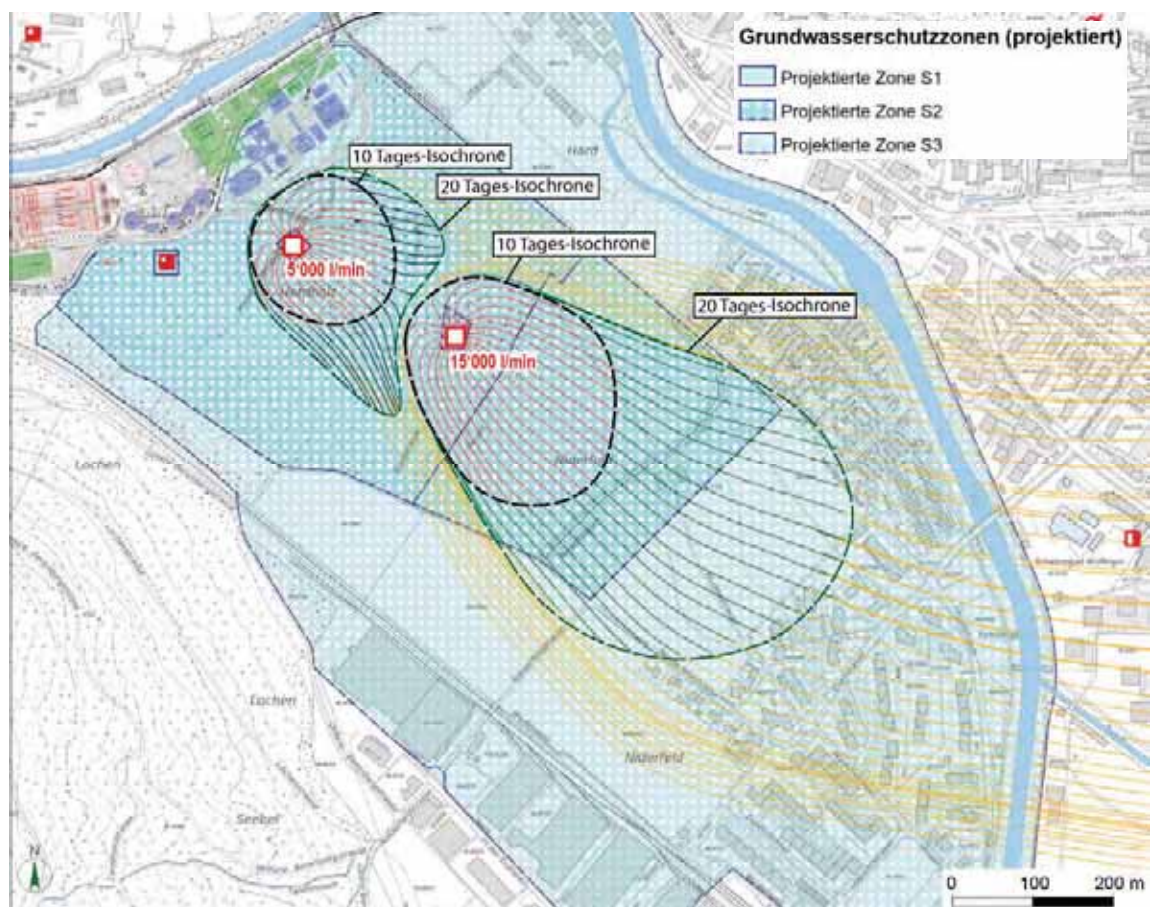
1. Die erhöhten Konzessionsmengen liegen innerhalb der nachgewiesenen technischen Brunnenergiebigkeiten.
2. Die für den ARA-Ausbau notwendigen abstromseitigen Schutzzonenanpassungen gemäss *Kapitel 6.3.3* sind trotz der Konzessionsmengenerhöhung möglich.
3. Im zustromseitigen Bereich erfüllen die rechtskräftigen resp. projektieren Schutzzonen auch für die gesteigerten Bezugsmengen die Anforderungen gemäss *Kapitel 6.3.3*.

Moderates Ausbauszenario A

Beim Ausbauszenario A wurden die Varianten für einen reduzierten Weiterbetrieb der TWF Hard 1 geprüft. Dabei zeigte sich, dass bei den nachstehenden Entnahmemengen abstromseitig die angepassten und zustromseitig die projektieren Schutzzonen ausreichen (*Figur 10*):

TWF Hard 1	Q = 5'000 l/min	(7'200 m ³ /Tag)
VB Hard 2	Q = 15'000 l/min	(ca. 21'600 m ³ /Tag)

Figur 10: Mittlere Verweilzeiten für TWF Hard 1 Q=5'000 l/min und VB Hard 2 Q= 15'000 l/min, Szenario A



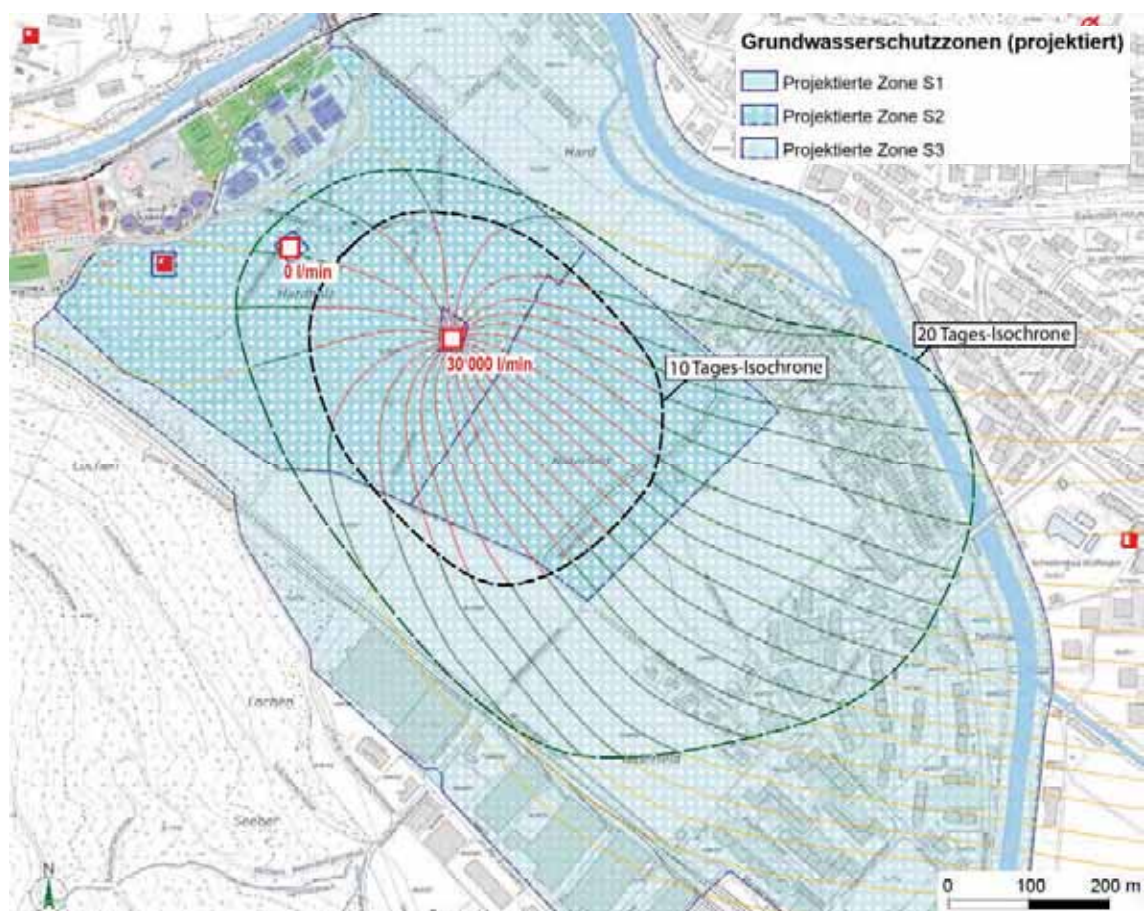
Maximiertes Ausbauszenario B

Beim Ausbauszenario B wurde die Konzessionsmengensteigerung entsprechend dem Dauerpumpversuches 1982 (Gesamtmenge 30'000 l/min) maximiert. Dabei zeigten die Modellierungen, dass ein Weiterbetrieb von TWF Hard 1 wegen dem ARA-Ausbau entsprechend der Mengenverteilung beim Dauerpumpversuch (TWF Hard 1 6'000 l/min, VB Hard 2 24'000 l/min) oder auch mit kleineren Mengen in der TWF Hard 1 nicht mehr realisierbar ist. Die weitere Prüfung des Ausbauszenarios erfolgte daher mit einem alleinigen Ausbau der VB Hard 2:

TWF Hard 1	Q = 0 l/min	(0 m ³ /Tag)
TWF Hard 1	Q = 30'000 l/min	(43'200 m ³ /Tag)

Bei diesem Szenarium ist die in Kapitel 6.3.3 erwähnte lokale Erweiterung der Zone S2 gegen Süden erforderlich. Ansonsten reichen die Schutzzonenbemessungen gut aus. Die Entnahmemenge von 30'000 l/min übersteigt das modellierte Grundwasserdargebot, was längerfristig zu einer Feldabsenkung führt. Die diesbezüglichen Auswirkungen sind gemäss den Modellierungen allerdings eher marginal und werden durch die grosszügigen Schutzzonendimensionierungen abgedeckt. Um bei länger andauerndem Förderbetrieb eine relevante Feldabsenkung zu vermeiden, ist aber eine Frachtbeschränkung erforderlich. Mit einer monatlichen Entnahmebeschränkung von max. 900'000 m³ (Dauerbetrieb mit durchschn. 70% der Konzessionsmenge) könnte eine relevante Feldabsenkung weitgehend vermieden werden.

Figur 11: Mittlere Verweilzeiten für TWF Hard 1 Q = 0 l/min und VB Hard 2 Q = 30'000 l/min, Szenario B



Verbleibende Unsicherheiten, Bemessungsreserven

Bei beiden Szenarien ergeben die «modellierten hydrogeologischen Umgrenzungen» v.a. seitlich zur Hauptzustromrichtung gegenüber den rechtskräftigen und projektierten Schutzzonen gewisse «Reserven». Konkret betrifft dies v.a. die Ausdehnung der Zone 3 bis in das Industriegebiet Niederfeld im Süden sowie deren Ausdehnung gegen Nordosten zur Siedlung Hard und gegen Osten zur Siedlung Hardau. Diesbezüglich ist zu erwähnen, dass die durchgeführten Modellierungen bezüglich von homogenen Durchlässigkeitsverhältnissen ausgehen und daher v.a. in diesen Randbereichen unvermeidbare Unsicherheiten aufweisen.

Eine höhere Gewissheit über die effektiven Bemessungen kann nur durch Markierversuche bei der zu konzessionierenden Maximalleistung erzielt werden. Dies ist allerdings erst möglich, wenn der VB Hard 2 aktiviert (resp. neu erbaut) und angeschlossen ist. Bis dies der Fall ist, müssen die erwähnten Unsicherheiten in Kauf genommen werden. Aus vorsorglichen Gründen sollten dabei die grossen Bemessungen der rechtskräftigen resp. projektierten Schutzzonen bis zum Vorliegen konkreter Versuchsergebnisse belassen werden.

6.4 Vorschlag Konzessionsmengen-Erhöhung und Schutzzonenanpassung

Basierend auf den Untersuchungen und Überlegungen gemäss *Kapitel 3 bis 6* werden für den Ausbau ARA Ost und den Ausbau der Trinkwasserentnahme folgende neuen Konzessionsmengen und Schutzzonenumgrenzungen (vgl. *Beilage 2*) vorgeschlagen:

Betriebsszenario A (mit Betrieb TWF Hard 1)

- TWF Hard 1: Konzessionsmenge $Q = 5'000 \text{ l/min}$ ($7'200 \text{ m}^3/\text{Tag}$)
- TWF Hard 1 + VB Hard 2: Summe Konzessionsmenge $Q = 20'000 \text{ l/min}$ ($28'800 \text{ m}^3/\text{Tag}$)

Betriebsszenario B (ohne Betrieb TWF Hard 1)

- TWF Hard 1: Konzessionsmenge $Q = 0 \text{ l/min}$ ($0 \text{ m}^3/\text{Tag}$)
- VB Hard 2: Konzessionsmenge $Q = 30'000 \text{ l/min}$ ($43'200 \text{ m}^3/\text{Tag}$)
Monatsfrachtbeschränkung = $900'000 \text{ m}^3$
(durchschnittlicher Dauerbezug mit 70% der Konz.-Menge)

Da beide Betriebsszenarien in der Konzessionserhöhung enthalten sein sollen, müssen die *angepassten zukünftigen Schutzzonen* beide Szenarien «umhüllend» abdecken.

Zustromseitig erübrigt sich aufgrund der Aktivierung des VB Hard 2 die Aufteilung der Zone S2 in eine Zone S2a und S2b. Die Zone S2 muss gegen Süden aber etwas erweitert werden. Die zustromseitigen Begrenzungen der Zone S3 werden wegen der verbleibenden Unsicherheiten bis zum Vorliegen von Markierversuchsergebnissen vorsorglich belassen.

Abstromseitig reduziert sich durch die Mengenbeschränkung in der TWF Hard 1 und den Wegfall der TWF Kläranlage Hard (i 3-35) die Zone S2 entsprechend den Ausführungen in *Kapitel 6.3*. Zusätzlich ist hier gemäss der Wegleitung Grundwasserschutz [22] neu eine *weitere Schutzzone S3* als Puffer auszuscheiden, welche vorsorglich bis wenig über den unteren Kulminationspunkt des Absenkebeckens bei Niedrigwasser und Maximalentnahme reicht.

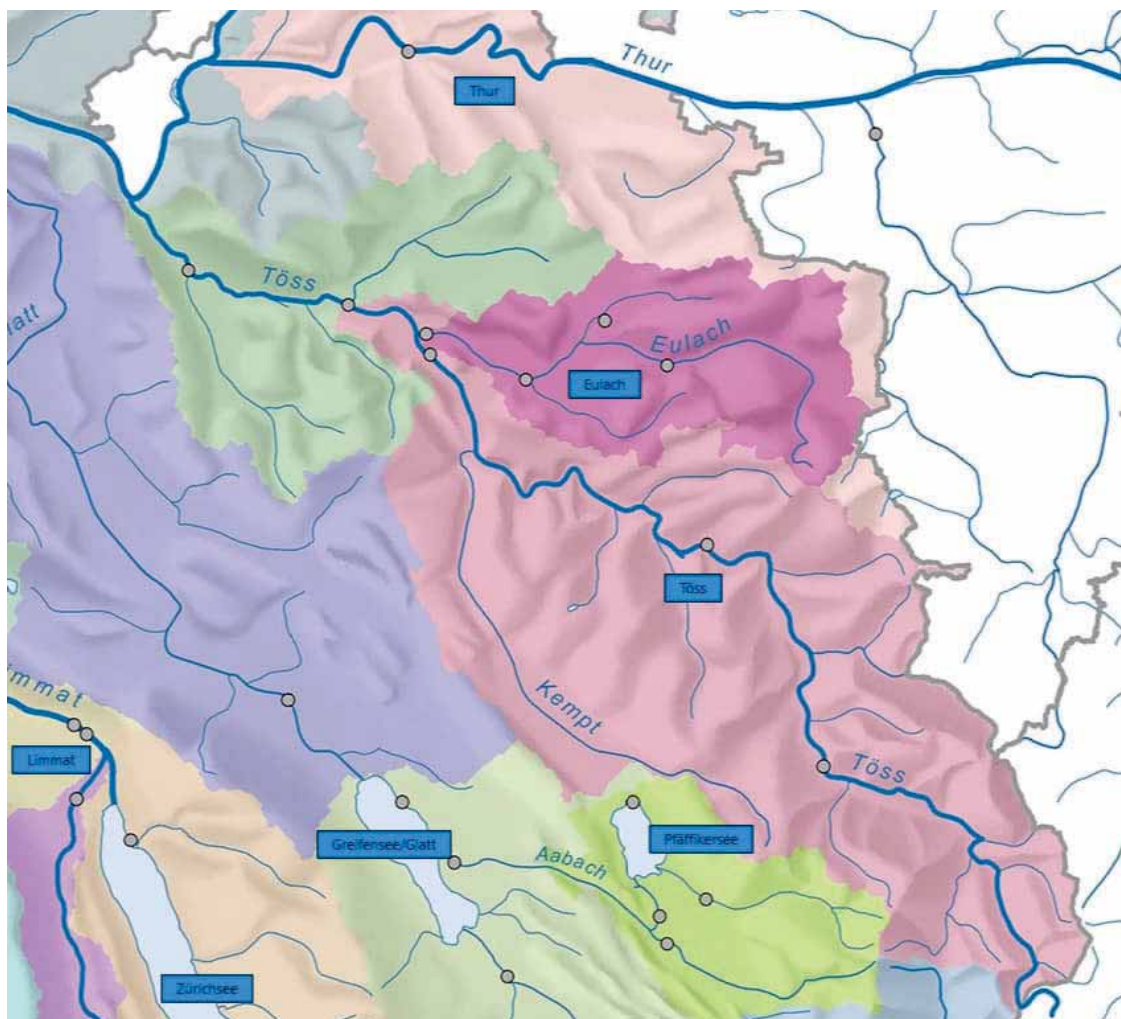
Die *Fassungszonen S1* bleiben unverändert. Bei der Zone S1 des VB Hard 2 wird davon ausgegangen, dass ein allfälliger Ersatz schutzzonenkonform innerhalb dieser Zone erstellt werden kann. Falls dies nicht zutrifft, müsste hier ergänzend eine Anpassung vorgenommen werden.

7 FASSUNGSEINZUGSGEBIET

(siehe Beilage 3)

Gemäss Bafu-Vollzugshilfe zur Ausscheidung von Zuströmbereichen [19] umfasst das Fassungseinzugsgebiet die gesamte Fläche, von welcher einsickerndes Niederschlagswasser beim konzessionierten Maximalbezug in die Fassung gelangen kann. Für die Fassungen in der Hard entspricht dieses in erster Näherung etwa dem gesamten Einzugsgebiet der Eulach und demjenigen der mittleren und oberen Töss (in Figur 12 pink und dunkelrosa dargestellt).

Figur 12: Oberflächliche Einzugsgebiete der Eulach und der mittleren/oberen Töss gemäss AWEL-Homepage (nur Anteile im Kanton Zürich dargestellt)



Gemäss Bafu-Definition wird das Einzugsgebiet von Flussinfiltrat bei der Ausscheidung des Fassungseinzugsgebietes *nicht* berücksichtigt. Dies ist im vorliegenden Fall etwas fragwürdig, zumal das in den Fassungen Hard geförderte Grundwasser je nach Wasserständen und Pumpmengen aus einem signifikanten Anteil an Tössinfiltrat aufweist (Kapitel 3). Das Einzugsgebiet gemäss BAFU würde somit näherungsweise demjenigen der Eulach entsprechen, wobei kantonsübergreifende Bereiche mit zu berücksichtigen und Randbereiche seitlich des Fassungszuströmbereiches in der Eulachtal-Schotterebene auszuschliessen wären.

In der *Beilage 3* wurde dementsprechend das *Fassungseinzugsgebiet gemäss BAFU* näherungsweise ausgedehnt. Es umfasst eine Fläche von ca. 76.3 km² und besteht approximativ aus nachfolgenden Flächenanteilen:

- | | |
|----------------------------------|-----------------|
| • Baugebiete | ca. ein Drittel |
| • Landwirtschaft und Grünflächen | ca. ein Drittel |
| • Wald | ca. ein Drittel |

Bei den Baugebieten dürften Siedlungsflächen den grössten Teil ausmachen, untergeordnet sind Industriezonen und Verkehrsflächen (Autobahn, Bahnlinien und Bahnhöfe usw.) vorhanden. Die möglichen Grundwassergefährdungen in diesen Gebieten sind sehr vielfältig, weshalb eine detaillierte Gefahrenenerhebung im Sinne eines Gefahrenkatasters kaum möglich ist.

Trotz des vielfältigen Gefahrenpotenzials im Fassungseinzugsgebiet erfüllt die Wasserqualität des Eulachtal-Grundwasserstroms im Generellen fast überall die Anforderungen der TBDV. Angesichts der vielfältigen Nutzungen es aber nicht erstaunlich, dass im Grundwasser in Spurenkonzentrationen auch unerwünschte Stoffe wie z.B. chlorierte Lösungsmittel (CKW) oder Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) messbar sind. Auch bei diesen Stoffen werden in der TWF Hard 1 die aktuellen Grenzwerte für Trinkwasser der TBDV nicht überschritten.

Die Wasserqualität der Töss ist im Hinblick auf die Anreicherung im Niederfeld nicht zuletzt wegen der grossen gewässerschützerischen Anstrengungen sehr geeignet. Die erwähnten Spurenstoffe sind hier kaum nachweisbar. Eine konkrete Gefährdung für die Fassungen in der Hard ergibt sich hingegen aus einem allfälligen Havariefall (z.B. Flugzeugabsturz im Tösstal), wobei aufgrund der signifikanten Anteile an Eulachtal-Grundwasser und der längeren Fließzeiten des Tössinfiltrates bis zur Fassung deutlich grössere Schutzreserven bestehen als bei den Tösstal-Fassungen.

8 KONFLIKTPLAN

(siehe Beilage 2)

Die Grundwasser-Schutzzonen der TWF Hard 1 sind seit 1992 in Kraft. Nutzungskonflikte wurden daher schon frühzeitig erfasst [7], bereinigt und werden seither baupolizeilich vermieden.

Die TWF Hard 1 und der VB Hard 2 liegen im Wald, respektive in einem im Zusammenhang mit der Trinkwassernutzung früher umgesetzten Aufforstungsgebiet, was aus Sicht Grundwasserschutz ideal ist. Im Rahmen der ARA-Erweiterung ist eine Kompensation von Waldflächen erforderlich, welche durch eine zusätzliche Aufforstung zustromseitig des VB Hard 2 erfolgen soll. In Ergänzung zu diesen und anderen notwendigen Umwelt-Ersatzmassnahmen macht die Stadt Winterthur auf freiwilliger Basis eine Landschaftspflegerische Begleitplanung (LBP) [15]. Im zustromseitigen Niederfeld die dabei verschiedene Landschaftsaufwertungsmassnahmen vorgesehen (Aufwertungskonzept Niederfeld, Kapitel 4 in [15]).

Nachfolgend werden allfällige bestehende und mögliche zukünftige Konflikte diskutiert. Die Lage der Flächen und deren Nummern sind im Konfliktplan in der *Beilage 2* dargestellt.

(1) Kläranlage Hard

Die Grosspumpversuche zeigen, dass in der TWF Hard 1 abstromseitig kein Töss-Uferfiltrat gefasst wird und kein Grundwasser aus dem Gebiet der Kläranlage in die Fassung gelangt. Gemäss Kapitel 6.3 gilt dies bei der vorgesehen Entnahmereduktion in TWF Hard 1 auf 5'000 l/min auch für die geplanten ARA Erweiterungen (ARA West, Ost und Mitte).

(2) Abwasserkanal Hardgutstrasse

Der *Hauptabwasserkanal* in der Hardgutstrasse (2) verläuft unmittelbar ausserhalb der Zone S2, was schutzzonenkonform ist. Die Schmutzwasserkanalisation des Industriegebietes Niederfeld verläuft in der Strasse «In der Euelwies» gegen Südwesten, bevor sie das Niederfeld in der Schutzzone S3 durchquert und in den erwähnten Hauptwasserkanal mündet. Bei den genannten Schmutzwasserleitungen sind entsprechend dem Schutzzonenreglement die notwendigen Dichtigkeitskontrollen umzusetzen.

(3a bis 3f) Ablagerungsstandorte gemäss Kataster der belasteten Standorte (KbS)

Der Ablagerungsstandort Nr. 0230/D.0083-000 (3a) liegt innerhalb der Zone S2 und nicht weit entfernt von den Fassungsbereichen TWF Hard 1 und VB Hard 2. Es handelt sich vermutlich um eine ehemalige, teilweise aufgefüllte Kiesgrube. Der genaue Inhalt der Auffüllung ist nicht bekannt. Aufgrund der KbS-Erhebungen ist dieser Standort als «belastet, keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten» eingestuft. Ein altlastenrechtlicher Handlungsbedarf besteht daher nicht. Gemäss Schutzzonenreglement sind belastete Auffüllungen nicht schutzzonenkonform. Aufgrund des hier vorhandenen Flurabstandes von ca. 11–12 m und des mutmasslich grossen Alters der Auffüllung (vermutlich vor 1958 aufgefüllt) ist eine Grundwassergefährdung durch diesen Standort unwahrscheinlich.

Im Gebiet Niederfeld sind in der Zone S3 noch vier weitere Ablagerungsstandorte vorhanden, wovon einer (3b, KbS-Nr. 0230/D.0066) im KbS als *untersuchungsbedürftig* eingestuft ist. Die entsprechende Altlasten-Voruntersuchung zur Klärung eines allfälligen Handlungsbedarfes sollte bei diesem Standort vorangetrieben werden. Bei den übrigen Standorten (3b–3f) werden keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen erwartet. Aufgrund ihrer Lage in der Zone S3 und dem Flurabstand ist hier aus Sicht Grundwasserschutz kein Handlungsbedarf gegeben.

(4) Landwirtschaftsflächen

Grosse Teile der Zone S2 liegen in der Landwirtschaftszone. Diesbezüglich sind Einschränkungen gemäss Reglement erforderlich.

Diese Landwirtschaftsflächen sollen gemäss dem Aufwertungskonzept Niederfeld [15] zukünftig mehrheitlich extensiv genutzt resp. als Ökoflächen ausgestaltet werden, was aus Sicht Grundwasserschutz zu begrüßen ist. Bezüglich neuer Nutzungsformen wie z.B. den «Querbeeten» (Art von Gemeinschaftsgarten) sind entsprechende schutzzonenkonforme Vorgaben bezüglich dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln usw. zu machen und zu kontrollieren.

(5) Eisenbahnlinie Winterthur-Pfungen

Die Eisenbahnlinie Winterthur-Pfungen quert die Zone S3, verläuft aber deutlich ausserhalb der Zone S2. Dieser Zustand ist mit Berücksichtigung der entsprechenden Auflagen (z.B. Einsatz Pflanzenschutzmittel) zulässig.

(6) Gas-Hochdruckleitung GVO und Freileitung Swissgrid

Die bestehende erdverlegte Gashochdruck-Leitung quert die Schutzzone S2 des VB Hard 2. Sie ist im Risikokataster für chemische und biologische Risiken (CRK) eingetragen. Anlagen, die dem eidg. Rohrleitungsgesetz unterliegen, sind gemäss der Wegleitung zur Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen in Grundwasserschutzzonen grundsätzlich nicht erlaubt. Dieses Verbot wird begründet mit den Gefahren, die zur Hauptsache durch die Lagerung und den Transport von wassergefährdenden Brenn- und Treibstoffen entsteht. Das flüchtige Erdgas kann grundsätzlich nicht als wassergefährdend bezeichnet werden und der Leitungsbetrieb stellt angesichts des grossen Flurabstands von ca. 15 m im normalen Betriebszustand höchstens eine minimale Gefährdung dar. Besondere Massnahmen sind allerdings bei Leitungserneuerungen mit Grabarbeiten oder hinsichtlich allfälliger Havarie-Szenarien angezeigt.

Die Starkstrom-Freileitung überquert die Schutzzonen S3 und S2 Masten-frei. Beim normalen Betrieb sind keine Gefährdungen zu erwarten.

(7) Gasröhrenspeicheranlage

Diese Anlage der Stadt Winterthur liegt innerhalb der Zone S3, aber noch ausserhalb der Zone S2. Es handelt sich grundsätzlich um mehrere, aneinandergereihete Gasleitungen zur Volumen-erhöhung und Gasspeicherung. Für die entsprechende Einschätzung hinsichtlich Grundwasserschutz ist daher auf den Punkt (6) zu verweisen.

(8) Wohnzone Niederfeld mit Hardau-Siedlung

Diese Wohngebiete liegen innerhalb der Zone S3, aber noch ausserhalb der Zone S2. Die diesbezüglichen Anforderungen gemäss Schutzzonenreglement sind zu berücksichtigen. In den Unterzonen 8a (Schulanlage Wyden) und 8b (Familiengartenanlagen) sind aufgrund der vorgesehen Verwendungszwecke zusätzliche Regeln zu beachten.

(9) Industriezone Niederfeld

Das Gebiet liegt am Rande des Grundwasserstromes innerhalb der Zone S3, wobei wie in *Kapitel 6* erläutert, die genaue Schutzzonenbegrenzung hier noch zu prüfen ist. Mit Auflagen sind hier wenig gefährdende Industriebetriebe zulässig. Für den Havarie-Fall (z.B. Grossbrand) sind besondere Vorkehrungen zu treffen. Dies insbesondere bezogen auf den Niederfeldbach, welcher aus diesem Gebiet zufliesst und die Schutzzone S2 durchquert (vgl. Punkt 10).

(10) Niederfeldbach mit Meteorwasserzuleitungen

Der vom Beerenberg herabfliessende *Niederfeldbach* durchquert das Industriegebiet Niederfeld in einer Eindolung, wobei zumindest im westlichsten Bereich z.T. auch Meteorwasserableitungen von zumindest einer Industrieliegenschaft angeschlossen ist. Nach der Unterquerung der Bahn verläuft der Bach im Abschnitt der bisher projektierten Schutzzone S3 ebenfalls in einer Eindolung. Im Abschnitt der bisher projektierten Schutzzone S2b wurde der Bach im Rahmen eines früheren Renaturierungsprojektes freigelegt und fliesst heute offen. In diesem Abschnitt mündet noch ein Meteorwasseranschluss von zwei landwirtschaftlich genutzten Gebäuden (GVZ-Nr. WU00599 und WU00729) in den Bach. Meteorwasserleitungen sind in den Zonen S3 und S2 zulässig. Im Hinblick auf allfällige Havariefälle (z.B. Brandfall mit Löschwasser) sind insbesondere bezogen auf das Industriegebiet Niederfeld die notwendigen Schutzvorkehrungen und Dispositive vorzusehen.

Im Rahmen des Aufwertungskonzeptes Niederfeld [15] ist vorgesehen, dass der Niederfeldbach im Abschnitt zwischen der Bahnlinie und der dem bereit geöffneten Bachabschnitt ausgedolt und renaturiert wird. Der geöffnete Bach soll den bestehenden Flurwegen folgen. Er verläuft damit auf rund 160 m in der neu vorgeschlagenen Schutzzone S2 (*Kapitel 6.4*). Da die Bachöffnung grösstenteils ausserhalb der modellierten hydrogeologischen Schutzzonengrenzung der Zone S2 verläuft, erscheint uns eine Bachöffnung aus Sicht Grundwasserschutz vertretbar, sofern die neue Bachsohle mit Bentonit-Matten fachgerecht abgedichtet wird.

(11) Töss und Oberwasserkanal Kleinkraftwerk Hard

Die Töss und der Oberwasserkanal des Kleinkraftwerkes Hard verlaufen im Randbereich der Zone S3. Wie in *Kapitel 3* erläutert, ist die Grundwasseranreicherung durch die Töss für die Fassungen in der Hard von grosser Bedeutung, weshalb für diesem Gewässerabschnitt zudem ein Gewässerschutzbereich A₀ ausgeschieden ist. Wasserbauliche Veränderungen wie z.B. Renaturierungs- oder Hochwasserschutzprojekte mit Aufhebung der Sohlenfixierung durch Schwellen und einer dynamischen Sohlengestaltung können einen signifikanten Einfluss auf die Menge an Flusswasser-Infiltrat im Grundwasser und damit auch auf die minimalen Fließzeiten zwischen der Töss und den Fassungen haben. Derartige Projekte sind auf ihre zu erwartenden Auswirkungen hinsichtlich Grundwasserschutz sorgfältig hydrogeologisch zu prüfen.

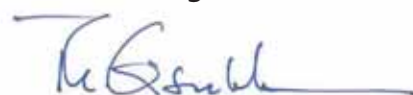
9 SCHUTZZONENREGLEMENT MIT SCHUTZZONENPLAN

Das bestehende rechtskräftige Schutzzonenreglement (1992) entspricht inhaltlich und formal nicht mehr den heutigen Anforderungen. Im Hinblick auf die definitive Schutzzonenfestsetzung mit Konzessionsmengenerhöhung muss es durch ein neues Reglement ersetzt werden, welches auf der Grundlage des aktuellen Normreglements des Kantons Zürich für Grundwasserschutzzonen erstellt wurde. Bis dahin gilt das rechtskräftige Reglement mit den laufenden Änderungen gemäss Musterreglement Kanton.

Im Anhang 1–3 des neuen Schutzzonenreglements sind ein Schutzzonenplan 1:5'000 und zwei Detailpläne 1:1'000 für die Zonen S1 ausgearbeitet. Diese Pläne dienen als Vorlage für den durch Stadtwerk Winterthur auf digitaler Basis zu erstellenden, definitiven Schutzzonenplan 1:2'500 mit den parzellenscharfen Umgrenzungen der Schutzzonen gemäss *Beilage 2*. Auf dem digitalen, definitiven Schutzzonenplan 1:2'500 sind alle im Schutzzonenperimeter liegenden Standorte, die im Kataster der belasteten Standorte (KbS; siehe GIS-Browser) aufgeführt sind, einzuzeichnen. Der Schutzzonenplan stellt die Grundlage für die provisorische Erfassung im Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen (ÖREB) dar.

Winterthur, 22. August 2024
211556 Bericht_Schutzzonen_20240822.docx Ei / BB / La

Jäckli Geologie AG



Projektbearbeitung:

Thomas Eisenlohr, Dr. sc. nat. ETH, Geologe CHGEOL

Grundwasserfassungen Hard (i 1-28) und VB Hard 2 (ohne GWR) Winterthur / ZH

Hydrogeologisches Gutachten zur Überprüfung und Aktualisierung der Grundwasserschutzzonen

Schutzzonenplan 1:5'000

Legende

- Grundwasserfassung
- Gewässerschutzbereich A₀
- Gewässerschutzbereich A₁
- Zone S1 (Vorschlag)
- Zone S2 (Vorschlag)
- Zone S3 (Vorschlag)

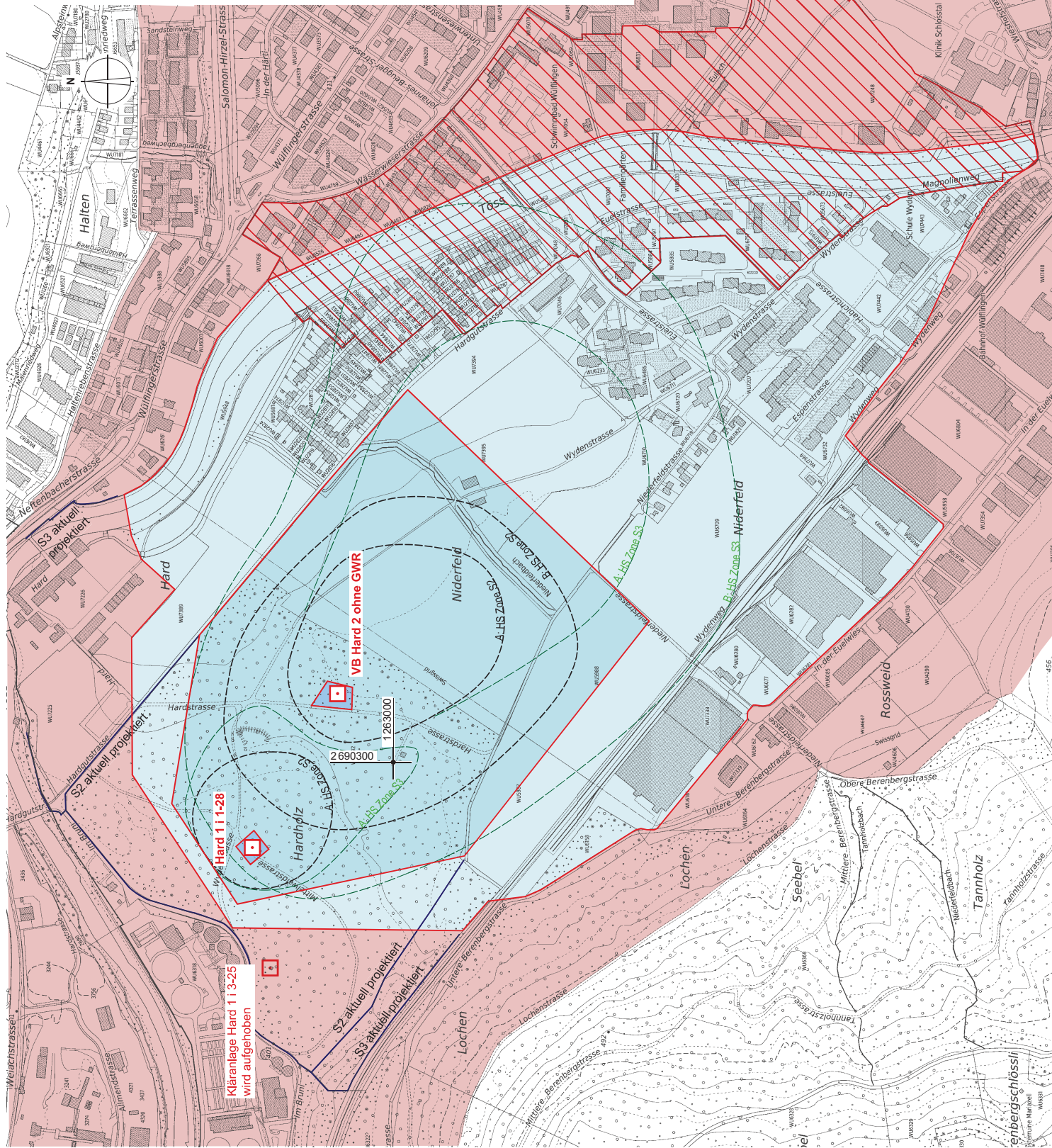
Hydrogeologische Schutzzonenbegrenzung (HS) Zone S2
entspricht modellierter 10-Tagesisochrone

Hydrogeologische Schutzzonenbegrenzung (HS) Zone S3

Ist
Heutiger Betriebszustand
ohne ARA-Ausbau Ost
TWf Hard 1: Q = 15'200 l/min

Szenario A
Mit ARA Ausbau Ost, leichte Mehrentnahme
TWf Hard 1: Q = 5'000 l/min
TWf Hard 1 + VB Hard 2 = 20'000 l/min

Szenario B
Mit ARA Ausbau Ost, deutliche Mehrentnahme
TWf Hard 1: Q = 0 l/min
VB Hard 2 = 30'000 l/min



Legende

— Vorschlag Schutzzonen

ARA Hard

Bestehende ARA Hard

Erweiterung ARA Hard Ost

Konfliktflächen

1 ARA Hard (Anlagenbereich)

2 Abwasserkanal

3 KdS-Fläche

4 Landwirtschaftsflächen in S2

5 Eisenbahnlinie Winterthur-Pfungen

6 Gas-Hochdruckleitung GVO und
Freileitung Swissgrid

7 Gasröhrenspeicheranlage

8 Wohnzone Niederfeld

8a Schulanlage Wyden

8b Familiengartenanlage

9 Industriezone Niederfeld

10 Niederfeldbach

11 Töss und Oberwasserkanal
Kleinkraftwerk Hard

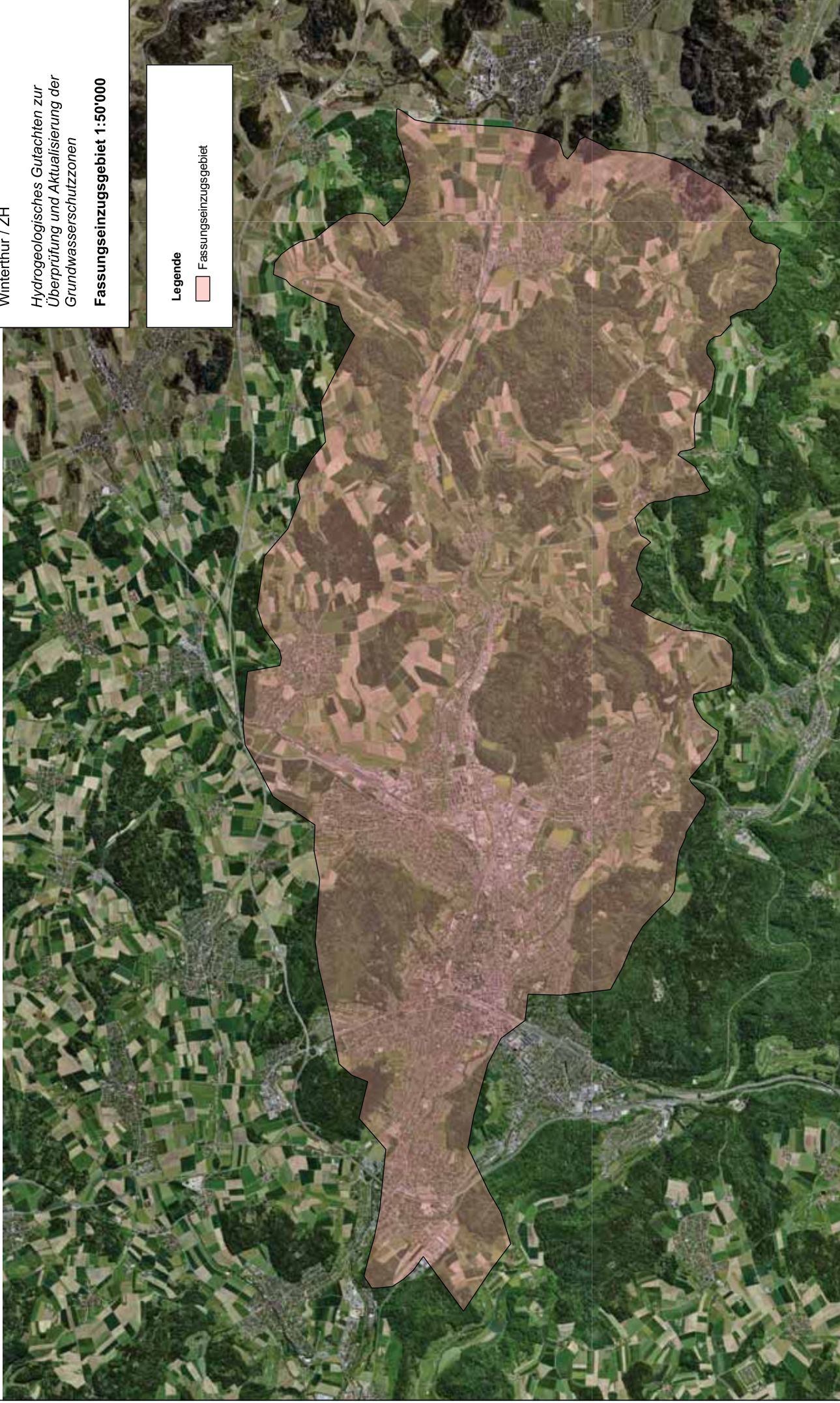
Grundwasserfassungen Hard 1 (i 1-28) und
VB Hard 2 (ohne GWR)
Winterthur / ZH

Hydrogeologisches Gutachten zur
Überprüfung und Aktualisierung der
Grundwasserschutzzonen

Fassungseinzugsgebiet 1:50'000

Legende

 Fassungseinzugsgebiet



Erweiterung des Grundwasserpumpwerkes Hard 1

Einsprachenerledigung

Grundwasserkarte 1:2000

von 28.8.53 Grundwasserstand mit Abfluss
der 1. Versuchspumpe des 2. Grundwasserpumpwerkes
nach einer Versuchsdauer von 117 Tagen bei
einer Entnahmerate von 2'430 202 m³
Tagesmittel der Tagesentnahmen bei der
Messstelle TWS - Neffebach = 2.63 m³/sec

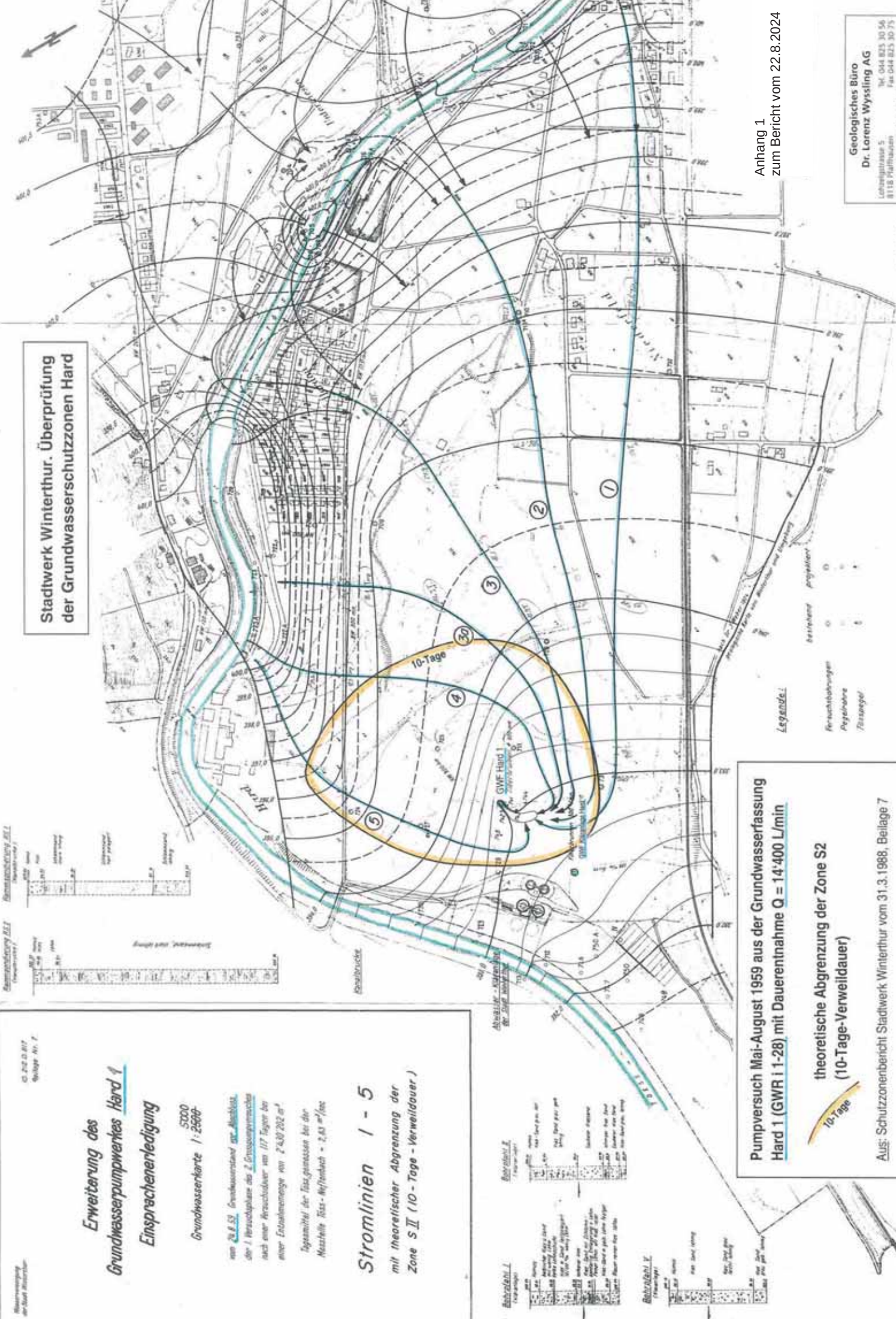
Stromlinien 1 - 5
mit theoretischer Abgrenzung der
Zone S II (10 - Tage - Verweildauer)

Pumpversuch Mai-August 1959 aus der Grundwasserfassung
Hard 1 (GWR 11-28) mit Dauerentnahme $Q = 14'400 \text{ L/min}$

theoretische Abgrenzung der Zone S2
(10-Tage-Verweildauer)

Aus: Schutzzonebericht Stadtwerk Winterthur vom 31.3.1988, Beilage 7

Stadtwerk Winterthur. Überprüfung der Grundwasserschutzzonen Hard



Anhang 1
zum Bericht vom 22.8.2024

Geologisches Büro
Dr. Lorenz Wyssling AG
Lehrergasse 5
8118 Pfaffsaugen
Tel. 044 825 30 56
Fax 044 825 30 75
E-mail: wyssling.ag@bluewin.ch



Kanton Zürich GIS-Browser
<http://maps.zh.ch>

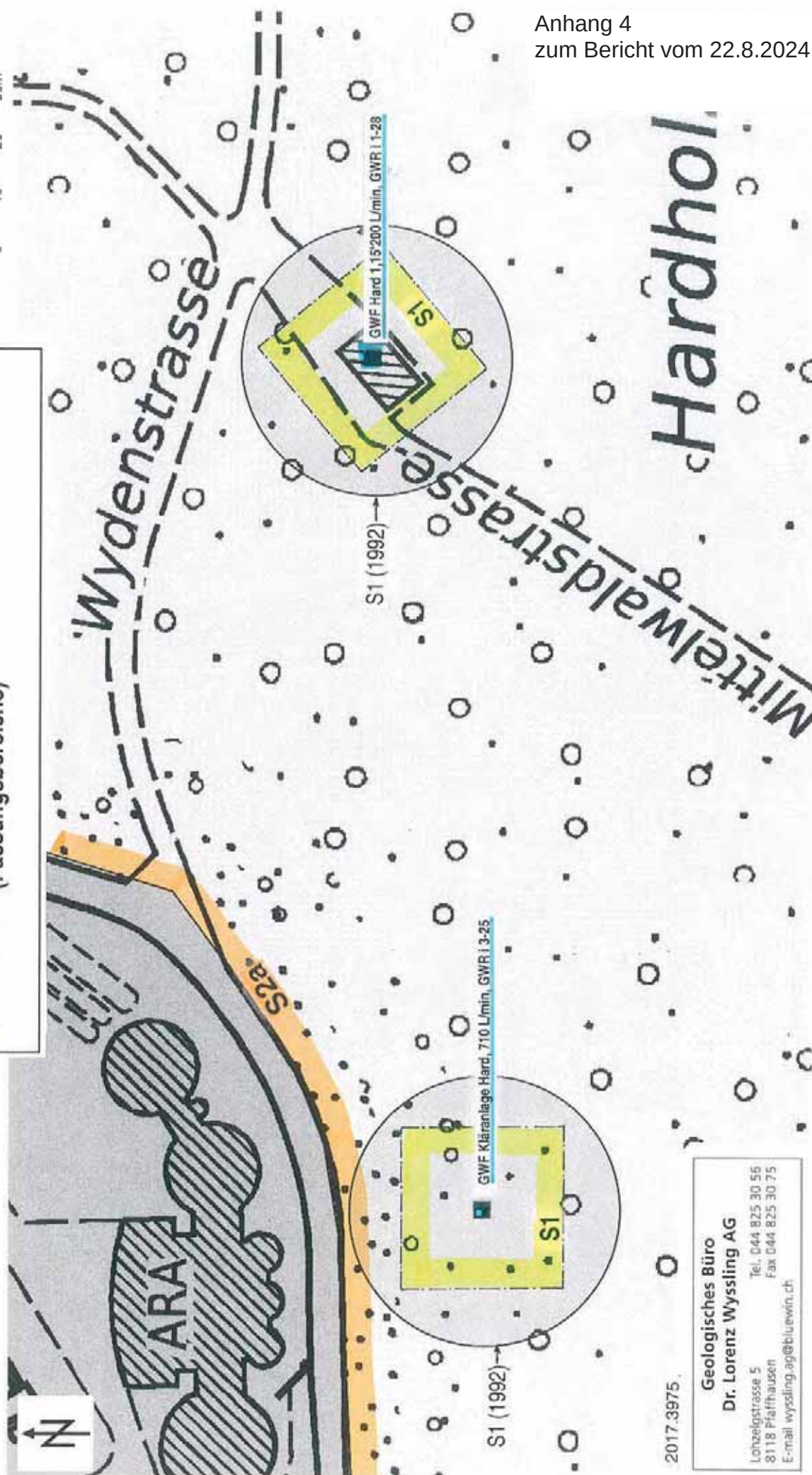
Gewässerschutzkarte

Stadtwerk Winterthur. Überprüfung Grundwasserschutzzone Hard,
Winterthur / ZH. Hydrogeologischer Bericht

Empfohlene neue Begrenzung für Zonen S1
(Fassungsbereiche)

Zentrum: [692783.68,263428.85]
Massstab 1:1000

0 10 20 30m



2017.3975

Geologisches Büro
Dr. Lorenz Wyssling AG

Lönselgasse 5
8118 Pfaffhausen
Tel. 044 825 30 56
Fax 044 825 30 75
E-mail wysling_ag@bluewin.ch

© GIS-ZH, Kanton Zürich

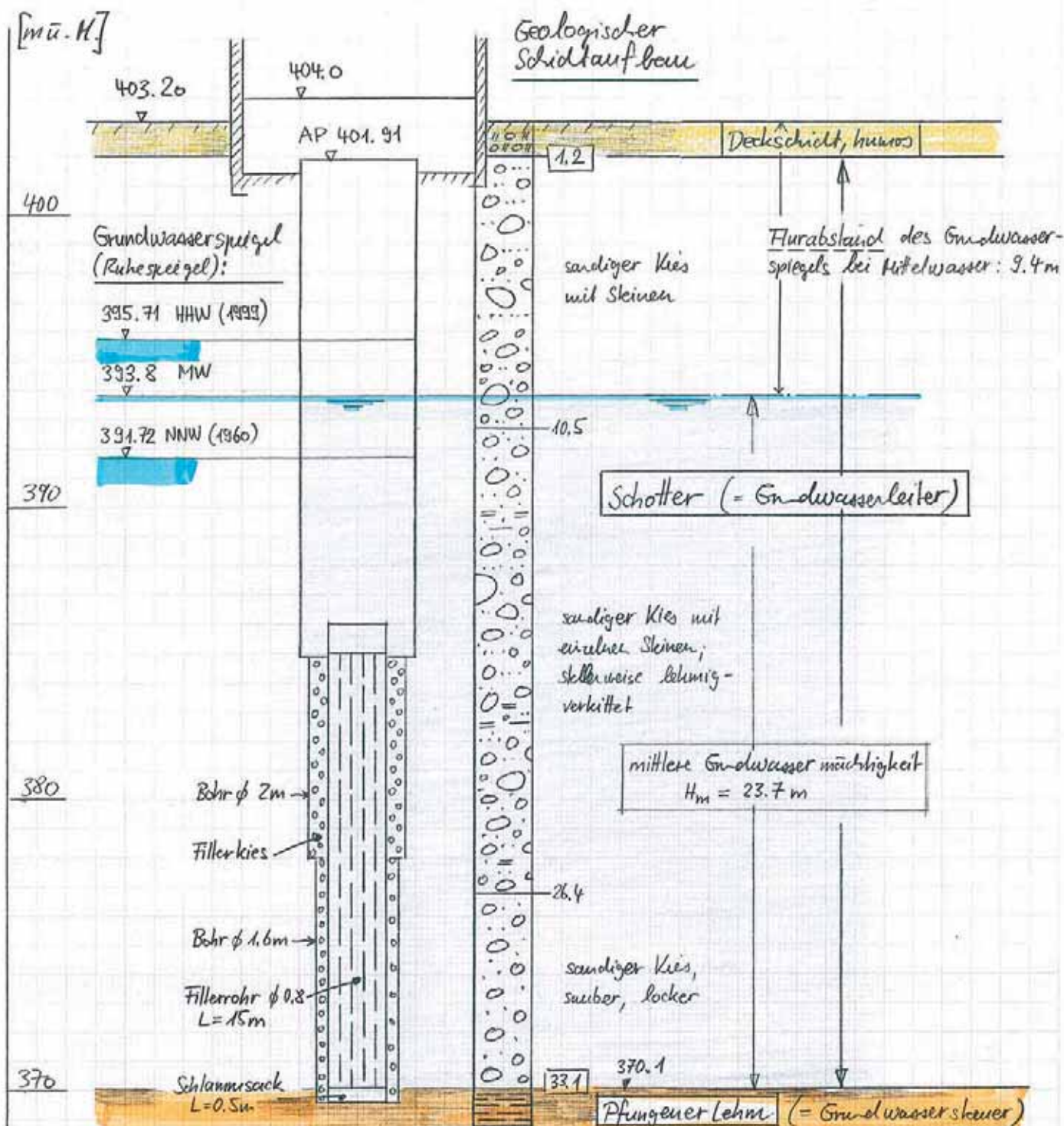
Diese Karte stellt einen Zusammenschluss von amtlichen Daten verschiedener Stellen dar. Keine Garantie für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität. Rechtsverbindliche Auskünfte erteilen allein die zuständigen Behörden.

Anhang 4
zum Bericht vom 22.8.2024



Grundwasserfassung Harel I, Weilerthür

GWR i 1-28: Hydrogeologisches Brunnenprofil 1:200

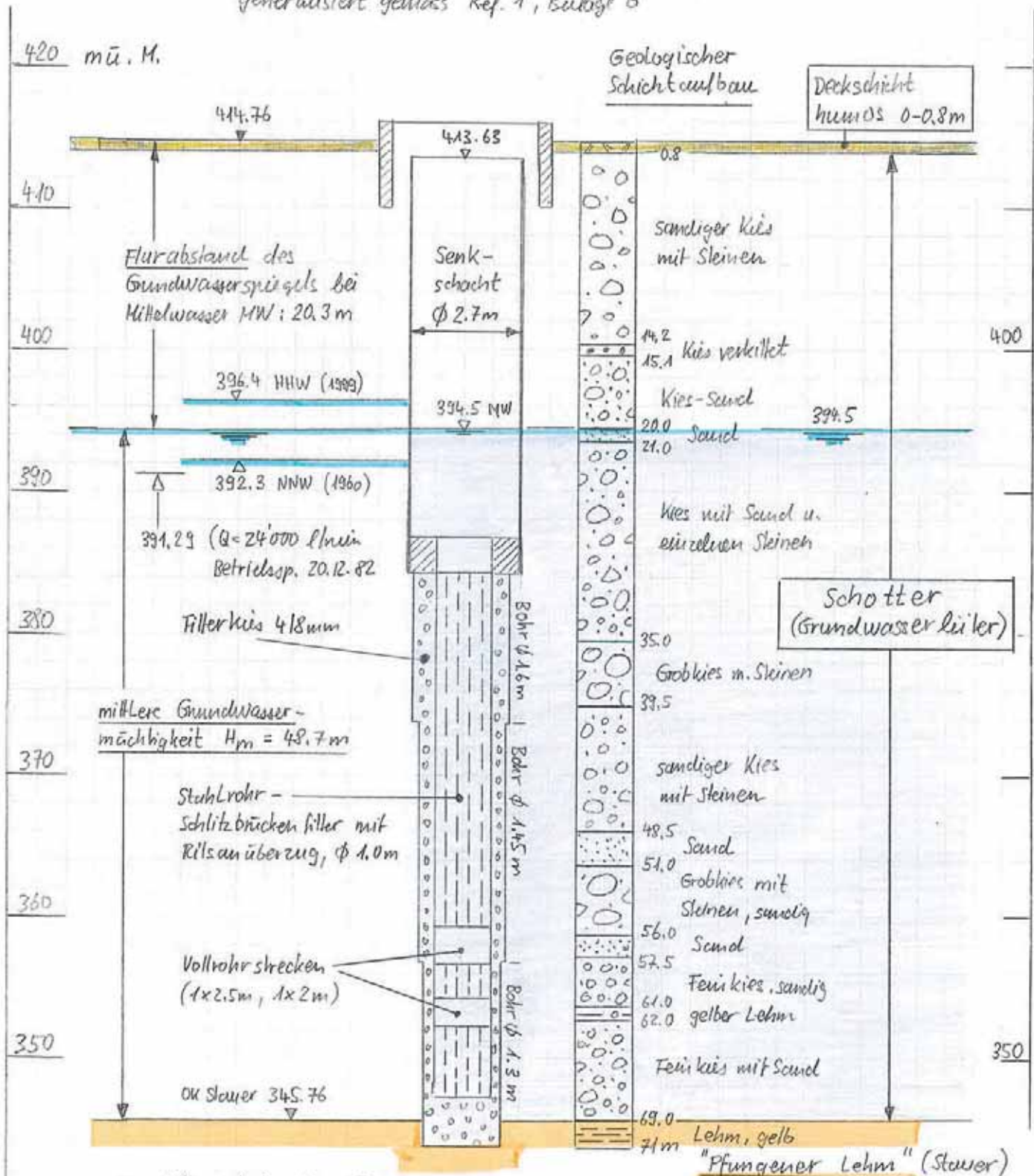


Konzessionierte Maximalentnahme: 15'200 l/min
 Mittlere jährliche Entnahme 1991-2000: 368'000 m³
 Betriebspegel: Bei Entnahme $Q = 7000$ l/min resultiert Absenkung $\Delta h = 0.3$ m
 Durchlässigkeit k des Grundwasserleiters: $k = 10 \cdot 10^{-3}$ m/s (gekoch-k-Wert)

Versuchs - Vertikal filterbrunnen VB Hard 2 (1975)

Hydrogeologisches Brunnenprofil 1:400

generalisiert gemäss Ref. 1, Anlage 6



Durchlässigkeit des Grundwasser-leiters Profil-k-Wert: $10 \cdot 10^{-3} m/s$
(Ref. 1, But. 6)

Ausbau ARA Hard Winterthur / ZH

Untersuchung der PFAS-Belastung von Boden, Untergrund und Grundwasser



Zürich, 26. September 2024

Bauherrschaft: Stadtwerk Winterthur, Kläranlage Hard, Im Brunni, 8408 Winterthur

Objektnummer: 231482

Jäckli Geologie AG
Albulastrasse 55, 8048 Zürich
Telefon +41 44 344 55 66

Zürich · Baden · Winterthur · Goldau · Cham

www.jaekli.ch

INHALT

1	EINLEITUNG	3
1.1	Ausgangslage und Auftrag	3
1.2	Projekt	4
1.3	Untersuchungsperimeter	4
1.4	Hydrogeologische Übersicht	4
1.5	Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)	5
1.6	Ausgeführte Arbeiten	5
1.7	Grundlagen	5
2	UNTERSUCHUNG	6
2.1	Durchgeführte Untersuchungen	6
2.2	Ergebnisse Boden	6
2.3	Ergebnisse Untergrund	10
2.4	Ergebnisse Grundwasser	11
2.5	Plausibilität der Untersuchungsergebnisse, Wissenslücken	12
3	UMGANG MIT VERSCHMUTZTEN BAUABFÄLLEN	13
3.1	Boden	13
3.2	Untergrund	15
4	WEITERES VORGEHEN	15

TABELLEN

Tabelle 1:	Wichtigste Objektdaten	3
Tabelle 2:	Angetroffener Bodenaufbau, Materialbeschreibung	8
Tabelle 3:	Schadstoffbelastung von Boden und Untergrund	9
Tabelle 4:	Resultate Grundwasserbeprobung vom 19.6.2024 (vgl. Beilage 3)	11
Tabelle 5:	Kriterien Verwertungseignung von abgetragem Boden gemäss BAFU 2021	14

FIGUREN

Figur 1:	Ausschnitt aus der Grundwasserkarte 1:10'000 (GIS-Browser ZH)	4
Figur 2	Bohrprofile 24-11 bis 24-16	7

BEILAGEN

Beilage 1:	Situation 1:2500, Ergebnisse der Sondierungen und Analysen
Beilage 2:	Probenahmeprotokolle Grundwasser
Beilage 3:	Chemische Analysen Feststoffe, Bericht Niutec AG vom 8.5.2024 und Bericht Bachema AG vom 12.9.2024
Beilage 4:	Methodik Probenahmen und Analysen
Beilage 5:	Gesetzliche Grundlagen

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage und Auftrag

Die ARA Hard soll in Etappen ausgebaut werden. Im Hinblick darauf hat die Jäckli Geologie AG geologisch-geotechnische Baugrunduntersuchungen ausgeführt [2].

Parallel dazu wurden der Boden von 3 Grünflächen à ca. 1'500–2'000 m² sowie Untergrundmaterial aus 2 Kernbohrungen beprobt und auf Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) analysiert. Während in den Proben des Untergrunds keine PFAS nachweisbar waren, wurden in den Bodenproben relevante Gehalte gemessen.

Gemäss Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (PBV) besteht für das Areal der ARA ausserdem ein Verdacht auf chemische Belastungen mit Schwermetallen und Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).

Im Hinblick auf mögliche Kostenfolgen und altlastenrechtlich erforderliche Massnahmen war mit einer detaillierten Untersuchung das Ausmass und die Verteilung der PFAS-Verschmutzung in Boden, Untergrund und Grundwasser im Bereich ARA Hard, sowie die Belastung des Bodens mit Schwermetallen und PAK zu ermitteln.

Am 12.6.2024 hat Stadtwerk Winterthur die Jäckli Geologie AG mit der vorliegenden Schadstoffuntersuchung beauftragt. Grundlage für diesen Auftrag bildet das Angebot vom 3.6.2024.

Tabelle 1: Wichtigste Objektdaten

Projekt	Ausbau ARA Hard, vgl. Kapitel 1.2
Lage	2 692 500 / 1 263 500, Kote ca. 398 m ü.M.
Gemeinde / Kt.	Winterthur / ZH
Grundstücke (Parz. Kat.-Nrn.)	WU6317 (48'984 m ²), WU6318 (36'276 m ²), WU7392 (289'065 m ²)
Bauherrschaft / Auftraggeber	Stadtwerk Winterthur Kläranlage Hard, Im Brunni, 8408 Winterthur
Untersuchungsperimeter	ca. Areal ARA Hard sowie Bereiche Erweiterung West und Ost (vgl. Beilage 1)
Belasteter Standort	kein Eintrag
Belastungshinweis Boden gem. kantonalem Prüfperimeter	Ausgewählte Nutzungszone (Areal ARA)
Gewässerschutzbereich	Gewässerschutzbereich A ₀ (Parz. WU6317 und WU6318) und Schutzzone S2 (nordöstlicher Bereich Parz. WU7392)
Zielsetzung	– Überblick über die PFAS-Belastungen in Boden, Untergrund und Grundwasser – Überblick über die Belastungen des Bodens mit Schwermetallen und PAK nicht verfolgte Zielsetzung: – Kartierung von Invasiven Neophyten

1.2 Projekt

Die ARA Hard soll in den kommenden Jahren in zwei Etappen um- und ausgebaut werden. Der Projektperimeter umfasst das heutige ARA-Areal sowie im Westen eine angrenzende Fläche von ca. 4'500 m² (Wiesland) und im Osten eine Fläche von ca. 22'000 m² (Wald) [2].

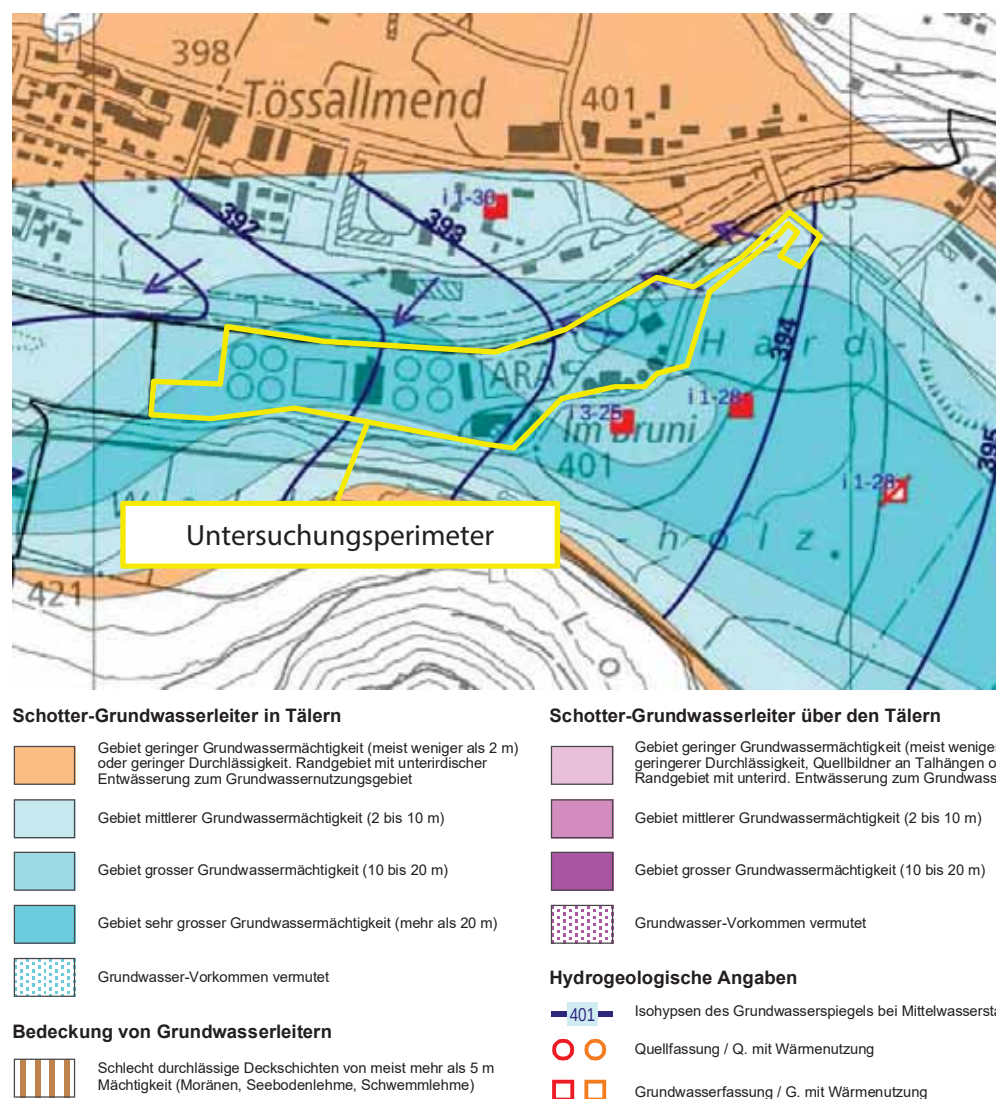
1.3 Untersuchungsperimeter

Der Untersuchungsperimeter umfasst das ARA-Areal (Parzellen Kat.-Nr. WU6317 und WU6318) sowie Teile der Waldparzelle Kat.-Nr. WU7392 in Winterthur. Er ist in *Figur 1* und *Beilage 1* eingezeichnet.

1.4 Hydrogeologische Übersicht

Die hydrogeologische Übersicht über den Untersuchungsperimeter ist im Geologisch-geotechnischen Bericht vom 16.5.2024 [2] beschrieben.

Figur 1: Ausschnitt aus der Grundwasserkarte 1:10'000 (GIS-Browser ZH)



1.5 Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)

Die Substanzklasse PFAS umfasst mehrere Zehntausend Verbindungen. PFAS werden seit den 1960er Jahren aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften in industriellen und gewerblichen Produktionen verbreitet eingesetzt (fett- und wasserabweisend, hohe thermische, chemische und biologische Stabilität, Bildung von benetzenden Filmen), ebenso in Feuerlöschschäumen. Gemäss neueren wissenschaftlichen Erkenntnissen sind Kläranlagen eine wichtige Punktquelle für PFAS. Der Grund dafür liegt unter anderem darin, dass PFAS über industrielle oder häusliche Abwässer oder über den Abrieb von Textilien dorthin gelangen. Es ist zu erwarten, dass PFAS aus Klärbecken via Wasserdampf in umliegende Böden und von dort allenfalls auch in den Untergrund sowie ins Grundwasser gelangen.

Die hohe Toxizität von PFAS wurde erst in den letzten Jahren erkannt. Entsprechend tiefe Grenzwerte führen dazu, dass Aushubmaterialien bereits mit sehr geringen PFAS-Gehalten als verschmutzt gelten und dass bereits sehr geringe PFAS-Konzentrationen im Grundwasser zu einem altlastenrechtlichen Handlungsbedarf führen. Aufgrund der hohen Stabilität sind mit PFAS verschmutzte Materialien ausserdem aufwändig zu entsorgen.

1.6 Ausgeführte Arbeiten

Jäckli Geologie AG, Zürich

- Organisation und Leitung aller Untersuchungen.
- Entnahme von Flächenmischproben aus 15 Bodenflächen.
- Ausführung von 6 Rammkernbohrungen auf je max. 1.0 m Tiefe.
- Fachkundige Aufnahme von Bodenproben und Rammkernsondierungen.
- Entnahme von gepumpten und geschöpften Grundwasserproben.
- Lieferung aller Proben an das chemische Labor.
- Auswerten und Darstellen aller Resultate.

Bachema AG, Schlieren

- Probenaufbereitung und Durchführung von chemischen Analysen.

1.7 Grundlagen

Verwendete Unterlagen

- [1] INGE AFRY-HOLINGER (6.8.2024): Gesamte ARA Hard. Übersicht Grundflächen. Plan Nr. 1 ARA VR 111 00 (1:500).

Frühere Berichte

- [2] Jäckli Geologie AG (16.5.2024): Ausbau ARA Hard West, Winterthur / ZH. Geologisch-geotechnischer Bericht.

2 UNTERSUCHUNG

2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Das Untersuchungsprogramm für Boden, Untergrund und Grundwasser wurde vorgängig mit dem Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) sowie mit der Fachstelle Bodenschutz (FaBo) abgesprochen. Mit den E-Mails vom 17.6. resp. 18.6.2024 haben Frau Sarah Chékifi, FaBo, und Frau Simone Bretscher, AWEL Sektion Altlasten, das vorgeschlagene Vorgehen mit kleineren Ergänzungen begrüsst. Unter deren Berücksichtigung wurden folgende Untersuchungen ausgeführt:

- Beprobung Boden nach VBBo¹ mit Handstechern bis 0.4 m Tiefe am 19.6., 26.6. und 22.8.2024 (15 Flächen). Stichprobenartige chemische Analysen auf Schwermetalle und Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) nach VBBo sowie auf PFAS nach (VVEA)². Die PFAS-Analysen erfolgten teils auf 9 Einzelsubstanzen, teils auf 35 Einzelsubstanzen.
- Beprobung Unterboden resp. Untergrund mit Rammkernbohrungen am 19.6., 26.6. und 22.8.2024 (6 Stück, Beprobungstiefe 1 m). Schichtweise Beprobung und stichprobenartige chemische Analysen auf PFAS nach VVEA (9 Einzelsubstanzen).
- Beprobung von Grundwasser aus 3 Piezometern (gepumpt) und aus der Grundwasserfassung Hard (geschöpft) am 19.6.2024. Chemische Analysen auf PFAS (35 Einzelsubstanzen).

Die Sondier- und Probenahmemethoden sind in *Beilage 4* beschrieben. Die Materialproben wurden boden- und altlastenfachkundig aufgenommen. Die Sondier- und Probenahmestellen sind im Situationsplan in der *Beilage 1* dargestellt. Dieser gibt auch einen Überblick über die Untersuchungsergebnisse. Die Grundwasserprobenahmen sind in den Probenahmeprotokollen in *Beilage 2* dokumentiert. Die Resultate der durchgeführten Analysen sind im Laborbericht in *Beilage 3* detailliert aufgeführt.

2.2 Ergebnisse Boden

Der angetroffene Bodenaufbau ist in *Figur 2* fotografisch dargestellt und in *Tabelle 2* beschrieben. Die Resultate der durchgeführten chemischen Analysen (vgl. *Beilage 3*) sind in *Tabelle 3* zusammengefasst.

Bodenaufbau

Auf der Wiese westlich des ARA-Areals (Flächen 1–3 und Sondierung 24-11) ist ein natürlich gewachsener Boden vorhanden. Gemäss Angaben in der kantonalen Bodenkarte handelt es sich um einen *ziemlich flachgründigen Fluvisol*. In den Beprobungen wurde ein ca. 0.2 m mächtiger Oberboden angetroffen. Darunter steht bis ca. 0.5 m ein kiesig-sandiger Mischhorizont (Unterboden / Oberflächenschichten) an. Ab ca. 0.5 m Tiefe folgen Überschwemmungssedimente.

Innerhalb des ARA-Areals (Flächen 4–12, Sondierungen 24-12 bis 24-15) wurde ein ca. 0.2 m mächtiger, sandig-kiesiger, humoser Oberboden angetroffen. Darunter folgt eine verdichtete

¹ Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo)

² Verordnung über Vermeidung und Entsorgung von Abfällen «Abfallverordnung» (VVEA)

kiesig-sandige künstliche Auffüllung mit Steinen. Ein Abteufen der Bohrhülsen bis auf 1.0 m war daher nicht überall möglich.

Im Wald östlich des ARA-Areals ist wiederum ein natürlich gewachsener Boden zu erwarten. Dabei handelt es sich gemäss Bodenkarte um eine *mässig tiefgründige Kalkbraunerde*. In den Probenahmen wurde ein stark durchwurzelter, ca. 0.2 m mächtiger Oberboden über einem Unterboden angetroffen, welcher in der Sondierung 24-16 bis mindestens 1.0 m Tiefe reicht.

Figur 2 Bohrprofile 24-11 bis 24-16

Wiese West



Areal ARA



Wald Ost



Tabelle 2: Angetroffener Bodenaufbau, Materialbeschreibung

Horizont	Tiefe (ca. m u.T.)	Farbe	Feinerdekörnung	pH	Skelett (ca. Gew.-%)	Fremdstoffe (ca. Gew.-%)
Wiese West (Flächen 1–3, Sondierung 24-11)						
A	0.0–0.2	dunkelbraun	formbar, bindig, wenig klebrig	6	5–10	–
BC	0.2–0.6	grau	nicht formbar, sandig, körnig	–	30–50	–
C	0.6–1.0	kein Boden (feinkörnige Oberflächenschichten)				
Areal ARA (Flächen 4–12, Sondierungen 24-12 bis 24-15)						
A	0.0–0.2	dunkelbraun	nicht formbar, sandig, körnig	6–7	30–50	–
C	0.2–1.0	kein Boden (kiesig-sandige künstliche Auffüllung)				
Wald Ost (Flächen 13–16, Sondierung 24-16)						
A	0.0–0.2	dunkelbraun	formbar, bindig, wenig klebrig	6	5–10	–
B	0.2–1.0	hellbraun	formbar, bindig, wenig klebrig	–	10–20	–

A Oberboden, A-Horizont, «Humus»
 B Unterboden, B-Horizont
 C Untergrund, C-Horizont (Beschreibung vgl. Kapitel 0)
 Skelett Kies und Steine (Korngrösse > 2 mm)

Schadstoffbelastungen mit Schwermetallen und PAK

Schwermetallbelastungen nach VBBo wurden in keiner Stichprobe nachgewiesen (vgl. Tabelle 3). Hingegen wurden auf den Flächen 5, 9 und 10 im ARA-Areal zwischen Becken und Töss sowie auf den Flächen 13 und 15 im Wald entlang der Zufahrtsstrasse schwache Belastungen mit PAK nachgewiesen. Letztere dürften aus atmosphärischen Einträgen von Abgasen von Fahrzeugen und/oder vom Pneu-Abrieb stammen.

Die Schadstoffbelastungen nehmen von 0–20 cm zu 20–30 resp. 20–40 cm Tiefe kaum ab. Dies ist erklärbar mit einer hohen Bioaktivität in den humosen Bodenschichten.

In Beilage 1 sind die gemessenen sowie die extrapolierten Schadstoffbelastungen (Schraffuren) für alle Flächen farblich dargestellt.

Tabelle 3: Schadstoffbelastung von Boden und Untergrund

Fläche	Tiefe (m)	VVEA-Analytik PFAS 9 Summe (µg/kg)	PFAS 35 Summe (µg/kg)	VBBö-Analytik Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Zn (mg/kg)	PAK (mg/kg)
1	0.0-0.2	2.1	-	-	-	-	-	-	-
	0.2-0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.0-0.2	1.8	-	23	0.6	24	0.15	69	<0.05
	0.2-0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.0-0.2	-	1.3	-	-	-	-	-	<0.05
	0.2-0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0.0-0.2	2.4	-	-	-	-	-	-	-
	0.2-0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0-0.2	-	1.2	11	0.2	11	0.08	38	2.0
	0.2-0.3	-	-	-	-	-	-	-	2.9
6	0.0-0.2	2.7	-	-	-	-	-	-	-
	0.2-0.3	2.9	-	-	-	-	-	-	0.6
7	0.0-0.2	1.4	-	13	0.4	17	0.05	38	<0.05
	0.2-0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0.0-0.2	1.3	-	-	-	-	-	-	<0.05
	0.2-0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
9	0.0-0.2	1.8	-	24	0.6	17	0.18	77	4.4
	0.2-0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0.0-0.2	-	3.4	16	0.4	18	0.15	69	1.9
	0.2-0.3	2.7	-	-	-	-	-	-	1.1
11	0.0-0.2	2.9	-	-	-	-	-	-	0.6
	0.2-0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
13	0.0-0.2	6.3	-	27	0.3	15	0.1	60	9.1
	0.2-0.4	3.7	-	-	-	-	-	-	8.3
14	0.0-0.2	4.8	-	-	-	-	-	-	-
	0.2-0.4	3.2	-	-	-	-	-	-	<0.05
15	0.0-0.2	-	3.4	-	-	-	-	-	-
	0.2-0.4	-	-	-	-	-	-	-	1.1
16	0.0-0.2	4.6	-	23	0.4	17	0.13	48	<0.05
	0.2-0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Bohrung									
24-5	4.8-5.0	<0.1	-						
24-6	4.0-5.0	<0.1	-						
24-11	0.6-0.8	-	-						
	0.8-1.0	-	-						
24-12	0.6-0.8	<0.1	-						
24-13	0.4-0.7	-	-						
24-14	0.3-0.5	0.1	-						
	0.5-0.8	-	-						
24-15	0.5-0.7	-	-						
	0.7-1.0	-	-						
24-16	0.5-0.7	<0.1	-						
	0.7-1.0	-	-						

Klassierung für PFAS nach VVEA
(gem. AWEL-Merkblatt 20.7.2023)

unverschmutzt	< 0.1 µg/kg
T-Material	< 1.25 µg/kg
B-Material	< 2.5 µg/kg
E-Material	< 5.0 µg/kg
S-Material	> 5.0 µg/kg

Klassierung für Schwermetalle, PAK
nach VBBö

unbelastet
schwach belastet
stark belastet

- keine Analyse

Schadstoffbelastungen mit PFAS

In allen untersuchten Proben waren PFAS zwischen 1.2 und 6.3 µg/kg nachweisbar. Gemäss einer gesamtschweizerischen Studie über PFAS-Belastungen in Böden entsprechen solche Gehalte der allgemeinen Hintergrundbelastung in der Schweiz (ZHAW, Januar 2023).

Material mit PFAS-Gehalten >2.5 µg/kg gilt gemäss aktuellen Vorgaben des BAFU abfallrechtlich bereits als *stark verschmutzt*. Solche Gehalte wurden auf drei Flächen innerhalb des ARA-Areals gemessen (Flächen 6, 10 und 11). Eine Korrelation von erhöhten PFAS-Gehalten mit der Lage der Fläche zu den Klärschlammbecken ist nicht eindeutig erkennbar. Eine solche wäre plausibel, da Klärschlamm erfahrungsgemäss hohe PFAS-Gehalte aufweist, welche via Dampf in die umliegenden Grünflächen gelangen können.

Überraschend sind die hohen PFAS-Gehalte, welche im Waldboden gemessen wurden (Flächen 13–16). Mangels vorliegender Referenzwerte zu Waldböden ist eine Interpretation schwierig. Vorstellbar ist, dass atmosphärisch vorhandene PFAS an Laub absorbieren und via Laubfall in den Boden gelangen, was die gegenüber nicht bestockten Flächen erhöhten PFAS-Gehalten erklären könnte. Dagegen ist ein Eintrag via Klärschlamm im Wald wenig plausibel.

Der Vergleich von Analysen auf 9 und auf 35 PFAS-Einzelsubstanzen zeigt keinen relevanten Unterschied. Die einzigen zwei Substanzen, welche im grossen Analysenprogramm teilweise zusätzlich in Spuren nachweisbar waren, sind PFDA und PFUnDA. Kurzkettenige PFAS wie 6:2-FTS oder Capstone A und B, welche auch heute noch in Feuerlöschschäumen eingesetzt werden, waren nicht nachweisbar. Für allfällige künftige PFAS-Untersuchungen reicht demzufolge die Analytik auf 9 Einzelsubstanzen.

2.3 Ergebnisse Untergrund

Untergrundverhältnisse

Die Untergrundverhältnisse sind in [2] detailliert beschrieben. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das ARA-Areal mit Terrainhöhe ca. 398 m ü.M. um mehrere Meter mit kiesig-sandigem Material künstlich aufgeschüttet ist.

Darunter folgen teilweise feinkörnige Oberflächenschichten, teilweise direkt der Schotter.

Verschmutzungen, Materiakklassierung

Die künstlichen Auffüllungen sind gemäss den ausgeführten Kernbohrungen [2] sowie den Rammkernbohrungen (vgl. *Figur 2*) grösstenteils visuell und geruchlich unauffällig. Nur vereinzelt wurden Fremdstoffe angetroffen (24-3: 1 Backsteinbruchstück, kohlige Lagen).

Auch die natürlich gewachsenen Oberflächenschichten und der Schotter sind visuell und geruchlich unauffällig.

Die künstlichen Auffüllungen unter dem Oberboden des ARA-Areals wurden aus den Rammkernbohrungen 24-12 und 24-14 beprobt und auf PFAS analysiert, der Schotter aus den Kernbohrungen 24-5 und 24-6 aus je ca. 4–5 m Tiefe. Nur in der Probe aus 24-14 aus der Schicht 0.3–0.5 m Tiefe unmittelbar unter dem Boden mit 2.7 µg/kg (Fläche 10, Schicht 0.2–0.3 m) wurden 0.1 µg/kg PFAS nachgewiesen, in den anderen Proben waren keine PFAS nachweisbar.

Damit fehlen Hinweise auf PFAS-Verschmutzungen in den künstlichen Auffüllungen und im Untergrund. Für andere Schadstoffe besteht kein Verdacht. Ein Anlass für einen Eintrag des ARA-Areals im Kataster der belasteten Standorte (KbS) besteht damit nicht.

2.4 Ergebnisse Grundwasser

Lokale Grundwasserverhältnisse

Der Untersuchungsperimeter liegt im ergiebigen Tössgrundwasserstroms (i 1 gemäss Grundwasserkarte), welcher im als Grundwasserleiter wirkenden, gut durchlässigen Schotter zirkuliert [2]. Die Grundwasserkarte des Kantons Zürich (vgl. *Figur 1*) weist für das Projektareal grosse bis sehr grosse Mächtigkeiten des Grundwasserleiters aus (bis 20 m).

Unmittelbar zustromseitig zum ARA-Areal befinden sich die zwei Grundwasserfassungen *Hard 1* (i1-28) und *Kläranlage Hard* (i325) mit konzessionierten Entnahmemengen von 15'000 l/min resp. 710 l/min. Eine dritte Fassung befindet sich weiter östlich (Versuchsbrunnen *Hard 2* von 1975), wurde aber nie in Betrieb genommen.

Gemäss langjähriger Ganglinie des Grundwasserspiegels in der östlich liegenden Fassung *Hard* (i 1-28) liegt der Mittelwasserstand bei 394.17 m ü.M. resp. rund 6 m u.T. Gemäss Grundwasserkarte und Wasserspiegelmessungen 2024 [2] fliesst das Grundwasser im Untersuchungsperimeter parallel zur Töss von West nach Ost mit einem Gefälle von ca. 3 ‰.

Die Grundwasserprobenahmen erfolgten am 19.6.2024 bei mittlerem Grundwasserstand. In *Tabelle 4* sind die Resultate zusammengestellt.

Tabelle 4: Resultate Grundwasserbeprobung vom 19.6.2024 (vgl. Beilage 3)

Messstelle	Wasser- spiegel (m ü.M.)	Temperatur °C	elektr. Leitfähigkeit µS/cm	Summe PFAS gesamt µg/l	Summe PFAS (gewichtet 9 Subst.) µg/l TEQ
TWF Hard 1	395.02	13.6	662	0.067	0.03
24-5	392.44	12.5	640	0.054	0.03
24-4	392.03	18.2	1'104	0.056	0.04
24-3	391.86	13.9	705	0.042	0.02

Charakterisierung des beprobten Wassers

Das aus den Messstellen TWF Hard 1, 24-5 und 24-3 beprobte Wasser zeigt dieselben für das lokale Grundwasser typischen Eigenschaften. Die Wasserprobe aus 24-4 weist demgegenüber eine deutlich erhöhte Temperatur und elektrische Leitfähigkeit auf. Es ist daher anzunehmen, dass das Grundwasser in diesem Bereich durch Oberflächenwasser (Auftausalz) oder Wasser aus dem Kläranlagenbetrieb verunreinigt wird (z.B. durch Leckagen aus Becken oder Leitungen).

PFAS-Gehalte

Die Summe an PFAS ist im Zustrom der ARA (TWF Hard 1) mit 0.067 µg/l am höchsten und nimmt tendenziell mit zunehmender Fließ-Distanz gegen Westen ab bis 0.042 µg/l in 24-3. Es

wurden fast durchwegs dieselben Einzelsubstanzen in ähnlichen Spurenkonzentrationen nachgewiesen. Einzig in 24-4 waren drei zusätzliche Einzelsubstanzen gemessen, welche in den übrigen Proben nicht nachweisbar waren (PFNA, PFDA und Capstone B).

Betrachtet man die für die altlastenrechtliche Beurteilung relevante Toxizitätsgewichtete Summe von 9 Einzelsubstanzen nach BAFU³, so liegt der Wert für alle vier Proben bei 0.02–0.04 µg/l TEQ.

Die Resultate zeigen, dass der Grossteil der im Grundwasser nachweisbaren PFAS bereits im Zustrom (TWF Hard 1) vorhanden sind und nicht aus dem ARA-Areal stammen. Einzig PFNA, PFDA und Capstone B stammen allenfalls aus dem ARA-Areal. Betrachtet man ausschliesslich diese drei Substanzen, so entspricht dies Gehalten von 0.005 µg/l (Gesamtsumme) resp. 0.01 µg/l TEQ (wobei hier nach BAFU nur PFNA gewertet wird).

Altlastenrechtliche Beurteilung

In der Altlasten-Verordnung (AltV) ist bisher kein Konzentrationswert (K-Wert) für PFAS definiert. Dies bedeutet, dass jeweils die Zustimmung des BAFU für einen standortspezifischen K-Wert eingeholt werden muss. Bisher hat das BAFU in solchen Fällen dem K-Wert von 0.05 µg/l TEQ zugestimmt.

Die Beurteilung hinsichtlich des Grundwasserschutzes erfolgt gemäss Art. 9 AltV:

- Ein Standort ist dann *überwachungsbedürftig*, wenn im Grundwasser im Abstrombereich unmittelbar beim Standort wasserunreinigende Stoffe festgestellt werden, welche vom Standort stammen und 10% des jeweiligen K-Werts überschreiten, also 0.005 µg/l TEQ.
- Ein Standort ist dann *sanierungsbedürftig*, wenn die Hälfte des Konzentrationswertes nach Anhang 1 der AltV überschritten ist (also 0.025 µg/l), oder wenn in einer Grundwasserfassung von öffentlichem Interesse vom Standort stammende Stoffe festgestellt werden, oder wenn ein Überwachungsbedarf besteht und wegen eines ungenügenden Rückhalts oder Abbaus der Stoffe, die vom Standort stammen, eine konkrete Gefahr einer Verunreinigung des Grundwassers besteht.

Zwar liegt im vorliegenden Fall kein belasteter Standort vor. Wäre das ARA-Areal ein solcher, würde die Messstelle 24-3 den «Abstrombereich unmittelbar beim Standort» repräsentieren. Die Messstellen 24-4 und 24-5 im ARA-Areal lägen innerhalb des Standorts. Unter diesen Voraussetzungen bestünde für die ARA Hard weder ein Überwachungs- noch ein Sanierungsbedarf bzgl. PFAS im Grundwasser.

2.5 Plausibilität der Untersuchungsergebnisse, Wissenslücken

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen im Boden gewisse PFAS-Belastungen, wobei es sich vermutlich hauptsächlich um Hintergrundbelastungen handelt. In Untergrund und Grundwasser fehlen Hinweise auf Schadstoffherde.

³ Baudirektion Kanton Zürich (20.7.2023): PFAS-Merkblatt für Altlastenvollzug Kt. Zürich

Boden

Die hohen PFAS-Gehalte im Waldboden sind überraschend und ihre Herkunft unklar. Im Perimeter Ost im Wald wurden nur Grünflächen im Randbereich beprobt. Für den Bereich zwischen den Beprobungsflächen 14, 15 und 16 ist mit analogen erhöhten PFAS-Gehalten zu rechnen. PAK und Schwermetalle dürften dort aber nicht in relevanten Gehalten vorliegen.

Eine Kartierung von Invasiven Neophyten war nicht Teil der vorliegenden Untersuchung. Es wird empfohlen, eine solche spätestens im Hinblick auf eine externe Verwertung von Bodenmaterial vorzunehmen.

Untergrund

Abfallrechtlich gelten die untersuchten Untergrund-Materialien grösstenteils als *unverschmutzt*. Nicht ganz ausgeschlossen werden können das Vorhandensein von fremdstoffhaltigen Hinterfüllungen um Becken sowie lokale chemische Verschmutzungen, verursacht z.B. durch Umfüllverluste von Betriebsmitteln.

3 UMGANG MIT VERSCHMUTZTEN BAUABFÄLLEN

3.1 Boden

Vorgaben Verwertung

Je nach Eigenschaft besteht für abgetragenen Boden eine Verwertungspflicht⁴. Für die Beurteilung der Verwertungspflicht oder Verwertungseignung sind seine Zusammensetzung (Skelett-Gehalt, Feinerdekorngung), der Gehalt an Fremdstoffen sowie die chemische und biologische Belastung relevant. Die entsprechenden Kriterien sind in *Tabelle 5* zusammengestellt.

Unbelasteter und schwach belasteter Boden nach VBBo

Unbelasteter Boden kann ohne Auflagen vor Ort oder extern verwendet werden. Gemäss Art. 18 Abfallverordnung (VVEA) ist unbelasteter Boden möglichst vollständig zu verwerten, wenn er (...) weder Fremdstoffe noch invasive gebietsfremde Organismen enthält. Er gilt als *verwertungspflichtig*.

Schwach belasteter Boden gefährdet nach heutigem Wissensstand weder Menschen noch Tiere oder Pflanzen, die Bodenfruchtbarkeit ist aber langfristig nicht gewährleistet. Für den Umgang mit abgetragenen, schwach belastetem Boden bestehen drei Möglichkeiten:

1. Verwertung vor Ort, falls Material gartenbaulich geeignet
(fachgerechte Zwischenlagerung vor Ort oder extern in Bauzone erforderlich)
2. Verwertung extern auf einer Fläche mit ähnlicher Vorbelastung
(Einverständnis der Behörde erforderlich)
3. Entsorgung in einer Deponie Typ B gemäss Abfallverordnung (VVEA)

⁴ BAFU 2021: Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung. Verwertungseignung von Boden (Modul der Vollzugshilfe Bodenschutz beim Bauen)

Boden mit PFAS-Belastungen

In der VBBo sind bisher keine Richt- und Prüfwerte für PFAS definiert. Solche folgen gemäss aktueller Aussage des BAFU frühestens im Sommer 2025. Es ist davon auszugehen, dass für Boden, welcher nur von einer PFAS-Hintergrundbelastung betroffen ist, keine Einschränkungen bzgl. der Wiederverwertung gelten. Im Fall einer Entsorgung wären jedoch voraussichtlich die abfallrechtlich geltenden Vorgaben⁵ anzuwenden. Eine Entsorgung auf einer Deponie Typ B oder E ist demgemäss bis 5 µg/kg PFAS möglich. Material mit > 5 µg/kg PFAS darf in der Schweiz nicht abgelagert werden, sondern muss behandelt werden, was kostspielig ist.

Tabelle 5: Kriterien Verwertungseignung von abgetragenen Boden gemäss BAFU 2021

Verwertungs- klasse	Zusammen- setzung	Fremdstoffe	chemische Belastung	biologische Belastung
verwertungs- pflichtiger Boden (vp)	Skelett-Gehalt: OB < 20 Vol-% UB < 40 Vol-% Ton-Gehalt Fein- erde < 40 Gew.-%	Δ 1 Gew.-% mineralische Bauabfälle	unbelastet (Kat. I)	keine invasiven Neophyten
eingeschränkt verwertbarer Boden (vor Ort und extern) (ev _i)	keine Vorgabe (technische Eignung ent- sprechend	Δ 1 Gew.-% mineralische Bauabfälle	unbelastet oder schwach belastet (Kat. I oder Kat. II)	keine Ambrosia; Weiterverbreitung Neophyten mit etablierten Massnahmen am Verwertungsort nachweislich vermeidbar
nur vor Ort verwertbarer Boden (ev _{ii})	Verwertungsort / Nutzung zu klären)	Δ 5 Gew.-% mineralische Bauabfälle	unbelastet oder schwach belastet (Kat. I oder Kat. II)	keine Ambrosia; Weiterverbreitung Neophyten am Verwertungsort mit grosser Wahrscheinlichkeit vermeidbar
nicht verwertbarer Boden (nv)		> 5 Gew.-% mineralische Bauabfälle, relevante Mengen nicht- mineralische Fremdstoffe	stark belastet (Kat. III)	Ambrosia; Weiterverbreitung Neophyten am Verwertungsort kann nicht verhindert werden

OB / UB Ober- / Unterboden

Externe Verwertung von Bodenaushub

Beim Projekt fällt voraussichtlich überschüssiger Bodenaushub an, welcher abgeführt werden muss. Erfahrungsgemäss besteht anderenorts Bedarf nach Bodenaushub. Zur Vermittlung von unbelastetem und schwach belastetem Bodenaushub bietet sich die Schweizer Bodenbörse www.topsoil.ch an.

⁵ Baudirektion Kanton Zürich (20.7.2023): PFAS-Merkblatt für Altlastenvollzug Kt. Zürich

3.2 Untergrund

Obwohl keine relevanten Verschmutzungen des Untergrundes angetroffen wurden, muss bei der Realisierung des Projekts mit verschmutzten Bauabfällen, z.B. aus Hinterfüllungen gerechnet werden. Diese müssen fachgerecht gehandhabt und gesetzeskonform entsorgt werden.

Die Verwertung resp. Entsorgung von verschmutzten Rückbau- und Aushubmaterialien erfolgt nach den Vorgaben der VVEA. Im Kanton Zürich sind ausserdem die Vorgaben der «Behandlungsregel» des Amts für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) zu beachten. Dabei ist eine Deponierung der Abfälle nur beschränkt erlaubt, während ein vorgegebener Anteil der Abfälle einer Behandlung resp. Verwertung zugeführt werden muss.

Es wird empfohlen, die Aushub- und Entsorgungsarbeiten altlastenfachkundig zu begleiten.

4 WEITERES VORGEHEN

Es wird empfohlen, den vorliegenden Bericht der zuständigen Behörde Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) zur Kenntnisnahme einzureichen.

Zürich, 26. September 2024

231482 Bericht PFAS.docx IB/Ga

Jäckli Geologie AG

Projektbearbeitung:

Isabel Baur, Dr. sc. nat. ETH, Umwelt-Natw.

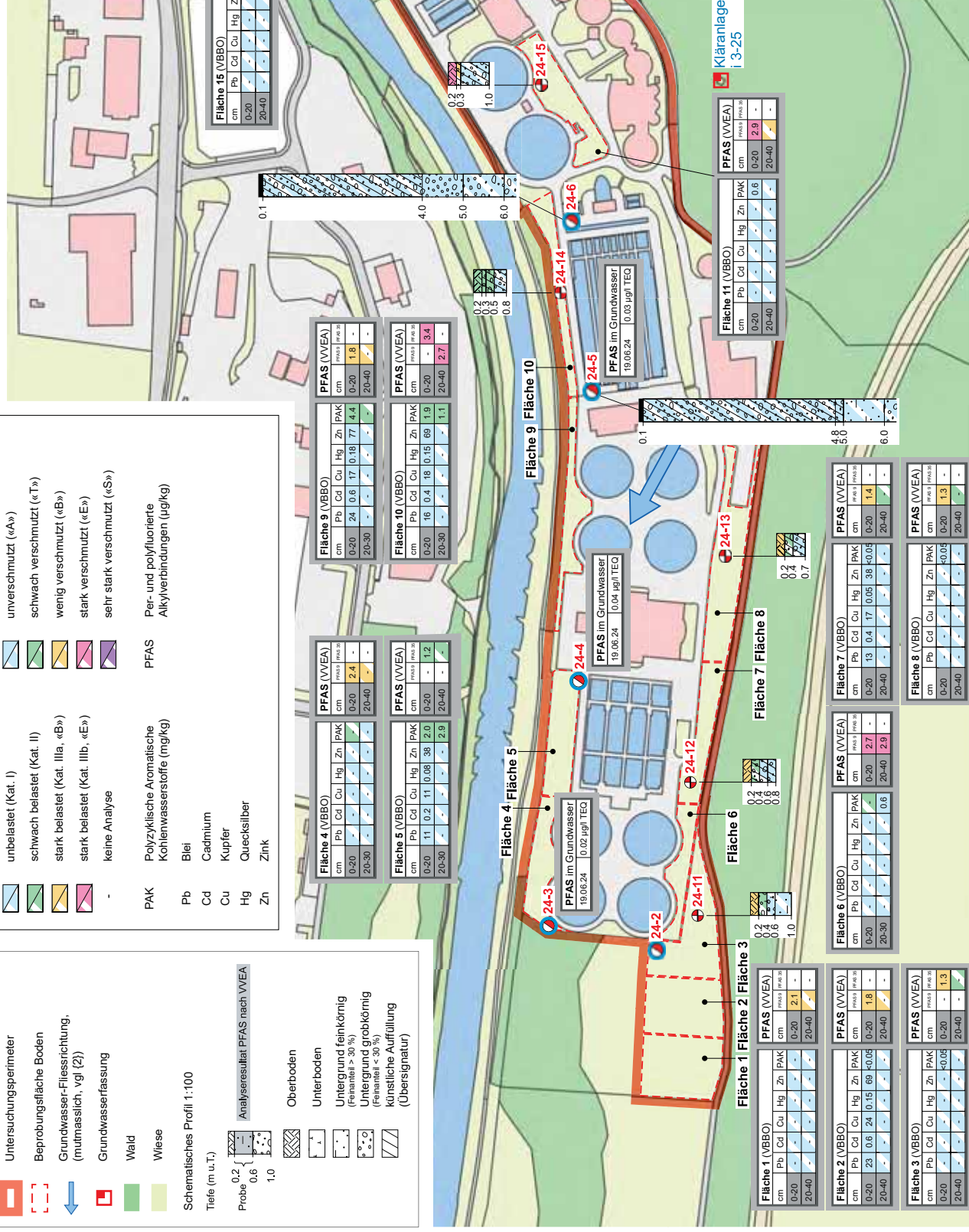
Ausbau ARA Hard
Winterthur / ZH

Untersuchung der PFAS-Belastung von Boden, Untergrund und Grundwasser

Beilagen

- Beilage 1: Situation 1:2500, Ergebnisse der Sondierungen und Analysen
- Beilage 2: Probenahmeprotokolle Grundwasser
- Beilage 3: Chemische Analysen Feststoffe, Bericht Niutec AG vom 8.5.2024 und Bericht Bachema AG vom 12.9.2024
- Beilage 4: Methodik Probenahmen und Analysen
- Beilage 5: Gesetzliche Grundlagen

Situation 1:2500
Ergebnisse der Sondierungen und Analysen



Ausbau ARA Hard
Winterthur / ZH

Untersuchung der PFAS-Belastung von Boden, Untergrund und Grundwasser

Probenahmeprotokolle Grundwasser

Probenahmeprotokoll Wasser

Objekt-Nr. 231482 A
 Objekt BRK Hard witterturm
 Probenehmer re-IVR
 Probenahme 19.6.2024 Datum
 evtl. OK Terrain _____ m ü.M.
 Abstichpunkt ☒ OK Rohr ☐ OK _____
 Ruhe-Wsp. 5.50 m ab Abstichpkt.
 Pumpentyp 1121'E' Vorpumpen
 Pumpent./Gerät 1 Probenahme
 Schlauch-Nr. 10m schwer Probenahme
 Tiefe Probe 7.5 m ab Abstichpkt.

Probenahmestelle (Pst.)

24-4

☐ Quelle ☒ Bohrung ☐ Fassung ☐ Ltg. ☐ _____
☐ Plan Ausbau vorhanden
 Zustand Pst. ☒ intakt ☐ schadhaft: _____
 Rohrmaterial ☐ Stahl ☐ PE ☐ Beton
☐ Edelstahl ☒ PVC ☐ _____
 Tiefe, messbar 24.67 m ab Abstichp..
 Rohr-Innen-Ø 11.2 cm / Zoll
 Wasservolumen 189 Liter / m³
 Witterung ☒ trocken ☐ wechselhaft
☐ Schnee ☐ Schauer ☐ Dauerregen
 Lufttemperatur 25 ±5°C
 Umgebung ☒ versiegelt ☐ unbefestigt
 Besonderes ☐ Baustelle ☒ anderes: BRK

Zeit 10 ³⁵	Wsp. (m ab Abst.)	Q (l/min)	Temp. (°C)	el. Leitf. (µS/cm; 25°C)	O ₂ mg/l	O ₂ (%)	pH (-)	Eh (-)	Bemerkungen (Farbe, Trübung, Geruch)
1	5.50	28	18.1	1103			7.26		leicht gelb
10'	5.50	28	18.2	1104			7.12		-
18'	5.50	28	18.2	1104			7.10		-
Probenahme mit → markieren!									

Pumpdauer 20 Zeit
 Pumpmenge 560 Liter

Probenkonservierung

☐ Flücht. Stoffe → ☐ gekühlt
☐ Schwermetalle → ☐ filtriert
☐ _____ → ☐ stabilisiert: _____ Methode

Bemerkungen
 (Zwischenlagerung Probe, spezielle Transportbedingungen, etc.)

jöckli
 geologie

Probenahmeprotokoll Wasser

Objekt-Nr. 231482A
 Objekt Ausbau ORA Hand w'th
 Probenehmer re
 Probenahme 16.6.2024 Datum
 evtl. OK Terrain _____ m ü.M.
 Abstichpunkt ☒ OK Rohr ☐ OK _____
 Ruhe-Wsp. 6.30 m ab Abstichpkt.
 Pumpentyp MP16 (1250) Vorpumpen
 Pumpent./Gerät 1 (144) Probenahme
 Schlauch-Nr. 10m schwarz Probenahme
 Tiefe Probe 8.3 m ab Abstichpkt.

Probenahmestelle (PSt.)

24-3

☐ Quelle ☒ Bohrung ☐ Fassung ☐ Ltg. ☐ _____
☐ Plan Ausbau vorhanden
 Zustand PSt. ☒ intakt ☐ schadhaft: _____
 Rohrmaterial ☐ Stahl ☐ PE ☐ Beton
☐ Edelstahl ☒ PVC ☐ _____
 Tiefe, messbar 7.85 m ab Abstichp.
 Rohr-Innen-Ø 11.2 cm / Zoll
 Wasservolumen 15 Liter / m³
 Witterung ☒ trocken ☐ wechselhaft
☐ Schnee ☐ Schauer ☐ Dauerregen
 Lufttemperatur 26 ±5°C
 Umgebung ☒ versiegelt ☐ unbefestigt
 Besonderes ☐ Baustelle ☐ anderes: ORA

Zeit	Wsp. (m ab Abst.)	Q (l/min)	Temp. (°C)	el. Leitf. (µS/cm; 25°C)	O ₂ mg/l	O ₂ (%)	pH (-)	Eh (-)	Bemerkungen (Farbe, Trübung, Geruch)
<u>1108</u>									
<u>1'</u>	<u>6.30</u>	<u>22</u>	<u>14.1</u>	<u>706</u>			<u>7.30</u>		<u>trüb, hellbraun</u>
<u>10'</u>	<u>6.30</u>	<u>22</u>	<u>13.8</u>	<u>705</u>			<u>7.20</u>		<u>leicht trüb</u>
<u>16'</u>	<u>6.30</u>	<u>22</u>	<u>13.9</u>	<u>705</u>			<u>7.20</u>		<u>-</u>
									Probenahme mit → markieren!

Pumpdauer 17 Zeit
 Pumpmenge 374 Liter

Probenkonservierung

☐ Flücht. Stoffe → ☐ gekühlt
☐ Schwermetalle → ☐ filtriert
☐ _____ → ☐ stabilisiert: _____ Methode

Bemerkungen
 (Zwischenlagerung Probe, spezielle Transportbedingungen, etc.)

jäckli
 geologie

Probenahmeprotokoll Wasser

Objekt-Nr.	231482 S		
Objekt	Aurba GRA Hand Wintertzw		
Probennehmer	~		
Probenahme	19.6.2024	Datum	
evtl. OK Terrain	m ü.M.		
Abstichpunkt	☒ OK Rohr ☐ OK		
Ruhe-Wsp.	5.46	m ab Abstichpkt.	
Pumpentyp	11016 (300)	Vorpumpen	
Pumpent./Gerät	h	Probenahme	
Schlauch-Nr.	10 m schwarz	Probenahme	
Tiefe Probe	7.5	m ab Abstichpkt.	

Probenahmestelle (PSt.)

24-5

☐ Quelle ☒ Bohrung ☐ Fassung ☐ Ltg. ☐ _____

☐ Plan Ausbau vorhanden

Zustand PSt. ☒ intakt
☐ schadhaft:

Rohrmaterial ☐ Stahl ☐ PE ☐ Beton
☐ Edelstahl ☒ PVC ☐ _____

Tiefe, messbar 9.16 m ab Abstichp..

Rohr-Innen-Ø 11.2 cm / Zoll

Wasservolumen 36 Liter / m³

Witterung ☒ trocken ☐ wechselhaft
☐ Schnee ☐ Schauer ☐ Dauerregen

Lufttemperatur 24 $\pm 5^\circ\text{C}$

Umgebung versiegelt
 unbefestigt

Besonderes ☐ Baustelle ☒ anderes: **ARA**

Zeit 10 ^s	Wsp. (m ab Abst.)	Q (l/min)	Temp. (°C)	el. Leitf. (μS/cm; 25°C)	O ₂ mg/l	O ₂ (%)	pH (-)	Eh (-)	Bemerkungen (Farbe, Trübung, Geruch)
1	5.47	27	12.5	648			7.47		leicht trüb
10'	5.47	27	12.5	648			7.36		-
16'	5.47	27	12.5	648			7.30		-
P									
									Probenahme mit → markieren!

Pumpdauer 17 Zeit

Pumpmenge 459 Liter

Probenkonservierung

☐ Flücht. Stoffe → ☐ gekühlt
☐ Schwermetalle → ☐ filtriert
☐ _____ → ☐ stabilisiert:

Methode

Bemerkungen (Zwischenlagerung Probe, spezielle Transportbedingungen, etc.)	

jäckli
geologie

Ausbau ARA Hard
Winterthur / ZH

Untersuchung der PFAS-Belastung von Boden, Untergrund und Grundwasser

***Chemische Analysen Feststoffe, Bericht Niutec AG vom 8.5.2024 und Bericht
Bachema AG vom 12.9.2024***

Jäckli Geologie AG
Herr Björn Bauhofer
Hermann Götz-Strasse 21
CH-8400 Winterthur

Bericht Datum
Sachbearbeiter
Tel. direkt
E-Mail
Anzahl Seiten

08. Mai 2024
Rahel Comte
+41522622169
rahel.comte@niutec.ch
3



Jonas Jäger
Wiss. Mitarbeiter

231482 Erweiterung ARA Hard, Winterthur / ZH

Auftraggeber
Ihre Referenz
Unsere Referenz
Probeneingang

Herr Björn Bauhofer, Jäckli Geologie AG
Analysenauftrag vom 02.05.2024, Herr Björn Bauhofer
2024.0157
02. Mai 2024

Durchgeführte Untersuchungen

Probenaufbereitung Feststoffe

Trocknen bei 40°C Umluft; Zerkleinern im Backenbrecher auf ca. 2mm; Homogenisieren mit Turbula; Feinmahlen
Methode: Methode Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich, BAFU Kapitel 4
Niutec Methode Nr. 070

Extraktion für PFAS - (VVEA)

Ultraschall-Extraktion mit Methanol/Wasser.
Methode BAFU F-28, DIN 38407-42-3
Niutec Methode Nr. 298

Perfluorierte Alkyl- und Sulfonsäuren (PFAS)

Quantifizierung mit Triple Quadrupole Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry (TQ HPLC-MS/MS)
Methode BAFU F-28, DIN 38407-42-3
Niutec Methode Nr. 298

Probenarchivierung

Restmaterial original Festprobe: keines
Restmaterial aufbereitete Festprobe: 1 Jahr ab Probeneingang
Restmaterial Flüssigproben: 14 Tage ab Probeneingang

Akkreditierung

Die Resultate beziehen sich auf die im Bericht aufgeführten Proben wie erhalten. Die Vervielfältigung des ganzen Berichtes ist gestattet. Eine auszugsweise Vervielfältigung ist nur mit Genehmigung der Niutec AG erlaubt. Informationen zu Messunsicherheiten und Prüfdaten sind auf Anfrage erhältlich. Die Prüfberichte werden 10 Jahre archiviert.

Legende

BG Die angegebenen Bestimmungsgrenzen gelten für die untersuchten Proben.
-- Keine Analyse verlangt.
Leeres Feld oder < bedeutet, der Wert liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG).
* Methode fällt nicht in den akkreditierten Bereich der Niutec AG.
** Drittlabor oder Unterauftragnehmer.

Bezugswerte

VVEA-A Anforderungen an Abfälle zur Ablagerung auf Deponien des Typs A
Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA)
vom 4. Dezember 2015. (Stand am 1. Januar 2024).
Anhang 5, Ziffer 1

Probenbezeichnung	Einheit	BG	KB 24-5	KB 24-6	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Tiefe (m.u.T.)			4.8-5.0	4-5	0.0-0.2	0.0-0.2	0.0-0.2
Niutec Nr.			24.0157_004	24.0157_005	24.0157_006	24.0157_007	24.0157_008

Probenaufbereitung							
Angelieferte Probemenge	kg	1.5	4.5	3.4	2.2	2.4	<1.5

Perfluorierte Alkyl- und Sulfonsäuren VVEA (Lineare und verzweigte Isomere) - PFAS								
Perfluorbutansäure	PFBA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.2	0.7
Perfluorpentansäure	PFPeA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.2	0.9
Perfluorhexansäure	PFHxA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.5
Perfluorheptansäure	PFHpA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.3
Perfluoroktansäure	PFOA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	0.9
Perfluorononansäure	PFNA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.5
Perfluorbutansulfonsäure	PFBS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Perfluorhexansulfonsäure	PFHxS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2
Perfluoroktansulfonsäure	PFOS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1	0.3	0.4	4.3
Summe PFAS nicht gewichtet		µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1	0.6	1.3	8.3

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Schlieren, 12. September 2024
ar

Stadtwerk Winterthur
Technik Gas und Wasser
Untere Schöntalstrasse 12
Postfach
8402 Winterthur

Untersuchungsbericht

Objekt: Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur

Bachema AG Rütistrasse 22 CH-8952 Schlieren Telefon +41 44 738 39 00 Telefax +41 44 738 39 90 info@bachema.ch www.bachema.ch Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser, Boden, Abfall, Recyclingmaterial) Akkreditiert nach ISO/IEC 17025 STS-Nr. 0064	Auftrags-Nr. Bachema	202407770
	Proben-Nr. Bachema	32934-32937, 33649-33657, 35866-35871, 36549, 45800, 45802-45806, 45808, 45810-45814, 45816-45817, 45819, 45821, 45823-45825, 47199-47203, 47206-47209, 47213-47214, 48510-48511, 48665-48666, 48727-48730
	Tag der Probenahme	19. Juni 2024 - 22. August 2024
	Eingang Bachema	19. Juni 2024 - 06. September 2024
	Probenahmeort	Winterthur
	Entnommen durch	R. Meier, Jäckli Geologie AG J. Werder, Jäckli Geologie AG
	Auftraggeber	Stadtwerk Winterthur, Technik Gas und Wasser, 8402 Winterthur
	Rechnungsadresse	Stadtwerk Winterthur, Kreditorenbuchhaltung, 8403 Winterthur
	Rechnung zur Visierung	Jäckli Geologie AG, I. Baur, Albulastrasse 55, 8048 Zürich
	Bericht an	Jäckli Geologie AG, I. Baur, Albulastrasse 55, 8048 Zürich
	Bericht per e-mail an	Jäckli Geologie AG, I. Baur, baur@jaeckli.ch
	Bericht per e-mail an	Jäckli Geologie AG, R. Meier, meier@jaeckli.ch

Freundliche Grüsse
BACHEMA AG



Annette Rust
Dr. sc. nat. / Dipl. Umwelt-Natw. ETH

Objekt: Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Auftraggeber: Stadtwerk Winterthur
Auftrags-Nr. Bachema: 202407770

Probenübersicht

Bachema-Nr.	Probenbezeichnung	Probenahme / Eingang Labor
33649 F	24-15, 0.50-0.70 m (Rückstellprobe)	19.06.24 / 21.06.24
33650 F	24-15, 0.70-1.00 m (Rückstellprobe)	19.06.24 / 21.06.24
33651 F	Fläche 11 nach VVEA, 0.00-0.20 m	19.06.24 / 21.06.24
33652 F	Fläche 11, 0.20-0.40 m (Rückstellprobe)	19.06.24 / 21.06.24
33653 F	Fläche 7 nach VBBo, 0.00-0.20 m	19.06.24 / 21.06.24
33654 F	Fläche 7 nach VVEA, 0.00-0.20 m	19.06.24 / 21.06.24
33655 F	Fläche 7, 0.20-0.40 m (Rückstellprobe)	19.06.24 / 21.06.24
33656 F	Fläche 8 nach VVEA, 0.00-0.20 m	19.06.24 / 21.06.24
33657 F	Fläche 8, 0.20-0.40 m (Rückstellprobe)	19.06.24 / 21.06.24
47206 F	Fläche 8 nach VBBo, 0.00-0.20 m	19.06.24 / 21.06.24
47208 F	Fläche 11 nach VBBo, 0.00-0.20 m	19.06.24 / 21.06.24
35866 F	Fläche 1, 0.00-0.20 m	26.06.24 / 03.07.24
35867 F	Fläche 1, 0.20-0.40 m (Rückstellprobe)	26.06.24 / 03.07.24
35868 F	Fläche 2 nach VVEA, 0.00-0.20 m	26.06.24 / 03.07.24
35869 F	Fläche 2, 0.20-0.40 m (Rückstellprobe)	26.06.24 / 03.07.24
35870 F	Fläche 3 nach VVEA, 0.00-0.20 m	26.06.24 / 03.07.24
35871 F	Fläche 3, 0.20-0.40 m (Rückstellprobe)	26.06.24 / 03.07.24
36549 F	Fläche 2 nach VBBo, 0.00-0.20 m	26.06.24 / 03.07.24
48511 F	Fläche 3 nach VBBo, 0.00-0.20 m	26.06.24 / 03.07.24
45800 F	24-14, 0.50-0.80 m (Rückstellprobe)	22.08.24 / 26.08.24
45802 F	24-16, 0.70-1.00 m (Rückstellprobe)	22.08.24 / 26.08.24
45803 F	Fläche 4, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45804 F	Fläche 4, 0.20-0.30 m (Rückstellprobe)	22.08.24 / 26.08.24
45805 F	Fläche 5 nach VVEA, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45806 F	Fläche 5 nach VBBo, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45808 F	Fläche 6, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45810 F	Fläche 9 nach VVEA, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45811 F	Fläche 9 nach VBBo, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45812 F	Fläche 9, 0.20-0.30 m (Rückstellprobe)	22.08.24 / 26.08.24
45813 F	Fläche 10 nach VVEA, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45814 F	Fläche 10 nach VBBo, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45816 F	Fläche 13 nach VVEA, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45817 F	Fläche 13 nach VBBo, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45819 F	Fläche 14, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45821 F	Fläche 15, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00

Telefax
+41 44 738 39 90

info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Bachema-Nr.		Probenbezeichnung	Probenahme / Eingang Labor
45823	F	Fläche 16 nach VVEA, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45824	F	Fläche 16 nach VBBo, 0.00-0.20 m	22.08.24 / 26.08.24
45825	F	Fläche 16, 0.20-0.40 m (Rückstellprobe)	22.08.24 / 26.08.24
47199	F	Fläche 5, 0.20-0.30 m	22.08.24 / 26.08.24
47200	F	Fläche 6 nach VVEA, 0.20-0.30 m	22.08.24 / 26.08.24
47201	F	Fläche 10 nach VBBo, 0.20-0.30 m	22.08.24 / 26.08.24
47202	F	Fläche 13 nach VBBo, 0.20-0.40 m	22.08.24 / 26.08.24
47203	F	Fläche 14 nach VVEA, 0.20-0.40 m	22.08.24 / 26.08.24
47207	F	Fläche 10 nach VVEA, 0.20-0.30 m	22.08.24 / 26.08.24
47209	F	Fläche 13 nach VVEA, 0.20-0.40 m	22.08.24 / 26.08.24
47213	F	Fläche 6 nach VBBo, 0.20-0.30 m	22.08.24 / 26.08.24
47214	F	Fläche 14 nach VBBo, 0.20-0.40 m	22.08.24 / 26.08.24
48510	F	Fläche 15, 0.20-0.40 m	22.08.24 / 26.08.24
48665	F	24-14, 0.30-0.50 m	22.08.24 / 26.08.24
48666	F	24-16, 0.50-0.70 m	22.08.24 / 26.08.24
48727	F	24-11, 0.80-1.00 m (Rückstellprobe)	26.06.24 / 06.09.24
48728	F	24-11, 0.60-0.80 m (Rückstellprobe)	26.06.24 / 06.09.24
48729	F	24-12, 0.60-0.80 m	26.06.24 / 06.09.24
48730	F	24-13, 0.40-0.70 m (Rückstellprobe)	26.06.24 / 06.09.24
32934	W	TWF Hard 1 (Probenahme ab Hahn.)	19.06.24 / 19.06.24
32935	W	24-3	19.06.24 / 19.06.24
32936	W	24-4	19.06.24 / 19.06.24
32937	W	24-5	19.06.24 / 19.06.24

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Legende zu den Referenzwerten

VBBo Prüfwert	Prüfwerte für Schadstoffe im Boden nach Verordnung über Belastung des Bodens. P = Praktischer Vollzug nach der Vollzugshilfe "Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung".
VBBo Richtwert	Richtwerte für Schadstoffe im Boden nach Verordnung über Belastung des Bodens. P = Praktischer Vollzug nach der Vollzugshilfe "Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung".
VVEA Typ A (U)	Grenzwert für unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA), Artikel 19, Absatz 1 (Wiederverwertung oder auf Deponie Typ A zugelassen). *Chrom-VI im Beton für Betonrecycling gemäss "Faktenblatt BAU 6: Beurteilung von schadstoffbelasteten mineralischen Bauabfällen (Beton, Asphalt)", KVV Ost.
VVEA Typ B	Grenzwert für auf Deponien des Typs B zugelassene Abfälle gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA).

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Abkürzungen

W	Wasserprobe
F	Feststoffprobe
TS	Trockensubstanz
<	Bei den Messresultaten ist der Wert nach dem Zeichen < (kleiner als) die Bestimmungsgrenze der entsprechenden Methode.
{1}	Die Analysenmethode liegt zurzeit nicht im akkreditierten Bereich der Bachema AG.
{2}	Externe Analyse von Unterauftragnehmer / Fremdlabor.
{3}	Feldmessung von Kunde erhoben.

Akkreditierung

	Die Resultate der Untersuchungen beziehen sich auf die im Prüfbericht aufgeführten Proben und auf den Zustand der Proben bei der Entgegennahme durch die Bachema AG. Der vollständige Prüfbericht steht dem Kunden zur freien Verfügung. Die Verwendung von Auszügen (einzelne Seiten) oder Ausschnitten (Teile einzelner Seiten) des Prüfberichts sowie Hinweise auf den Prüfbericht (z.B. zu Werbezwecken oder bei Präsentationen) sind nur mit Genehmigung der Bachema AG gestattet. Detailinformationen zu Messmethode, Messunsicherheiten und Prüfdaten sind auf Anfrage erhältlich (s. auch Dienstleistungsverzeichnis oder www.bachema.ch)
---	--

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung	Fläche 2 nach VBBo	Fläche 3 nach VBBo	Fläche 5 nach VBBo	Fläche 5	Referenzwert	
					VBBo Richtwert	VBBo Prüfwert
Proben-Nr. Bachema	36549	48511	45806	47199		
Tag der Probenahme	26.06.24	26.06.24	22.08.24	22.08.24		
Entnahmetiefe [m]	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20	0.20-0.30		

Probenparameter

Angelieferte Probenmenge	kg	0.3	0.3	1.7	0.9		
--------------------------	----	-----	-----	-----	-----	--	--

Aussortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)

Anteil >2mm	Gew.-% TS	8.9	15	64	61		
-------------	-----------	-----	----	----	----	--	--

Elemente und Schwermetalle

Blei (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Pb	23		11		50	200
Cadmium (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cd	0.6		0.2		0.8	2
Kupfer (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cu	24		11		40	150
Quecksilber (gesamt n. VBBo) AAS	mg/kg TS Hg	0.15		0.08		0.5	0.5 P
Zink (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Zn	69		38		150	300 P

PAK

Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0.05	<0.05	0.21	0.35	0.2	1
Summe PAK	mg/kg TS	<0.50	<0.50	2.0	2.9	1	10

Probenbezeichnung	Fläche 6 nach VBBo	Fläche 7 nach VBBo	Fläche 8 nach VBBo	Fläche 9 nach VBBo	Referenzwert	
					VBBo Richtwert	VBBo Prüfwert
Proben-Nr. Bachema	47213	33653	47206	45811		
Tag der Probenahme	22.08.24	19.06.24	19.06.24	22.08.24		
Entnahmetiefe [m]	0.20-0.30	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20		

Probenparameter

Angelieferte Probenmenge	kg	0.3	1.7	0.3	1.6		
--------------------------	----	-----	-----	-----	-----	--	--

Aussortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)

Anteil >2mm	Gew.-% TS	31	39	41	56		
-------------	-----------	----	----	----	----	--	--

Elemente und Schwermetalle

Blei (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Pb		13		24	50	200
Cadmium (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cd		0.4		0.6	0.8	2
Kupfer (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cu		17		17	40	150
Quecksilber (gesamt n. VBBo) AAS	mg/kg TS Hg		0.05		0.18	0.5	0.5 P
Zink (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Zn		38		77	150	300 P

PAK

Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.06	<0.05	0.06	0.46	0.2	1
Summe PAK	mg/kg TS	0.57	<0.50	<0.50	4.4	1	10

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung	Fläche 10 nach VBBo	Fläche 10 nach VBBo	Fläche 11 nach VBBo	Fläche 13 nach VBBo	Referenzwert	
					VBBo Richtwert	VBBo Prüfwert
Proben-Nr. Bachema	45814	47201	47208	45817		
Tag der Probenahme	22.08.24	22.08.24	19.06.24	22.08.24		
Entnahmetiefe [m]	0.00-0.20	0.20-0.30	0.00-0.20	0.00-0.20		

Probenparameter						
Angelieferte Probenmenge	kg	1.4	0.3	0.2	1.4	

Aussortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)						
Anteil >2mm	Gew.-% TS	56	65	37	9.3	

Elemente und Schwermetalle						
Blei (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Pb	16			27	50 200
Cadmium (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cd	0.4			0.3	0.8 2
Kupfer (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cu	18			15	40 150
Quecksilber (gesamt n. VBBo) AAS	mg/kg TS Hg	0.15			0.10	0.5 0.5 P
Zink (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Zn	69			60	150 300 P

PAK						
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.25	0.15	0.07	1.0	0.2 1
Summe PAK	mg/kg TS	1.9	1.1	0.60	9.1	1 10

Probenbezeichnung	Fläche 13 nach VBBo	Fläche 14 nach VBBo	Fläche 15	Fläche 16 nach VBBo	Referenzwert	
					VBBo Richtwert	VBBo Prüfwert
Proben-Nr. Bachema	47202	47214	48510	45824		
Tag der Probenahme	22.08.24	22.08.24	22.08.24	22.08.24		
Entnahmetiefe [m]	0.20-0.40	0.20-0.40	0.20-0.40	0.00-0.20		

Probenparameter						
Angelieferte Probenmenge	kg	0.4	0.4	0.6	1.3	

Aussortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)						
Anteil >2mm	Gew.-% TS	11	10	28	6.4	

Elemente und Schwermetalle						
Blei (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Pb				23	50 200
Cadmium (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cd				0.4	0.8 2
Kupfer (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cu				17	40 150
Quecksilber (gesamt n. VBBo) AAS	mg/kg TS Hg				0.13	0.5 0.5 P
Zink (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Zn				48	150 300 P

PAK						
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.93	<0.05	0.19	<0.05	0.2 1
Summe PAK	mg/kg TS	8.3	<0.50	1.9	<0.50	1 10

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung	Fläche 1	Fläche 2 nach VVEA	Fläche 3 nach VVEA	Fläche 4	Referenzwert	
					VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	35866	35868	35870	45803		
Tag der Probenahme	26.06.24	26.06.24	26.06.24	22.08.24		
Entnahmetiefe [m]	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20		

Probenparameter						
Angelieferte Probenmenge	kg	3.5	3.5	3.2	2.2	

PFAS nach Kettenlängen (Verbindungen inkl. lineare und nicht-lineare Isomere)

PFBA (Perfluorbutansäure)	µg/kg TS	0.4	0.3	0.2	0.4		
PFPeA	µg/kg TS	0.1	0.1	<0.1	0.2		
(Perfluorpentansäure)							
PFHxA (Perfluorhexansäure)	µg/kg TS	0.1	0.1	<0.1	0.2		
PFHpA	µg/kg TS	0.1	0.1	0.1	0.2		
(Perfluorheptansäure)							
PFOA (Perfluoroktansäure)	µg/kg TS	0.3	0.3	0.2	0.3		
PFNA (Perfluornonansäure)	µg/kg TS	0.1	0.1	<0.1	0.2		
PFDA (Perfluordekansäure)	µg/kg TS			<0.1			
PFUnDA	µg/kg TS			<0.1			
(Perfluorundekansäure)							
PFDoDA	µg/kg TS			<0.1			
(Perfluordodekansäure)							
PFTTrDA	µg/kg TS			<0.1			
(Perfluortridekansäure)							
PFTeDA	µg/kg TS			<0.1			
(Perfluortetradekansäure)							
PFBS	µg/kg TS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
(Perfluorbutansulfonsäure)							
PFPeS	µg/kg TS			<0.1			
(Perfluorpentansulfonsäure)							
PFHxS	µg/kg TS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
(Perfluorhexansulfonsäure)							
PFHpS	µg/kg TS			<0.1			
(Perfluorheptansulfonsäure)							
PFOS	µg/kg TS	1.0	0.8	0.8	0.9		
(Perfluoroktansulfonsäure)							
PFNS	µg/kg TS			<0.1			
(Perfluornonansulfonsäure)							
PFDS	µg/kg TS			<0.1			
(Perfluordekansulfonsäure)							
PFUnDS (Perfluorundekan-	µg/kg TS			<0.1			
sulfonsäure)							
PFDoDS (Perfluordodekan-	µg/kg TS			<0.1			
sulfonsäure)							
PFTTrDS	µg/kg TS			<0.1			
(Perfluortridekansulfonsäure)							

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung	Fläche 1	Fläche 2 nach VVEA	Fläche 3 nach VVEA	Fläche 4	VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	35866	35868	35870	45803		
Tag der Probenahme	26.06.24	26.06.24	26.06.24	22.08.24		
Entnahmetiefe [m]	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20		

Weitere PFAS (Verbindungen inkl. lineare und nicht-lineare Isomere)

(P)FOSA (Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg TS			<0.1		
MeFOSA (N-methyl Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg TS			<0.1		
MeFOSAA (N-methyl Perfluoroktansulfonamid- essigsäure)	µg/kg TS			<0.1		
EtFOSA (N-ethyl Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg TS			<0.1		
EtFOSAA (N-ethyl Perfluoroktansulfonamid- essigsäure)	µg/kg TS			<0.1		
HFPO-DA/GenX (2,3,3,3-Tetrafluor-2-(hepta- fluorpropoxy)propansäure)	µg/kg TS			<1		
DONA (Perfluor-4,8-dioxa-3H- nonansäure)	µg/kg TS			<1		
9Cl-PF3ONS / F-53B (9-Chlorhexadecafluor-3- oxanonan-1-sulfonsäure)	µg/kg TS			<0.1		
8:2-FTUCA (2H-Perfluor-2-decensäure)	µg/kg TS			<1		
4:2-FTS (4:2-Fluortelomersulfon- säure)	µg/kg TS			<0.1		
6:2-FTS (6:2-Fluortelomersulfon- säure)	µg/kg TS			<0.1		
8:2-FTS (8:2-Fluortelomersulfon- säure)	µg/kg TS			<0.1		
Capstone A (DPOSA)	µg/kg TS			<1		
Capstone B (CDPOS)	µg/kg TS			<1		

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung	Fläche 5 nach VVEA	Fläche 6	Fläche 6 nach VVEA	Fläche 7 nach VVEA	Referenzwert	
					VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	45805	45808	47200	33654		
Tag der Probenahme	22.08.24	22.08.24	22.08.24	19.06.24		
Entnahmetiefe [m]	0.00-0.20	0.00-0.20	0.20-0.30	0.00-0.20		

Probenparameter

Angelieferte Probenmenge	kg	1.7	2.8	0.3	1.7		
--------------------------	----	-----	-----	-----	-----	--	--

PFAS nach Kettenlängen (Verbindungen inkl. lineare und nicht-lineare Isomere)

PFBA (Perfluorbutansäure)	µg/kg TS	0.2	0.5	0.5	0.2		
PFPeA	µg/kg TS	0.1	0.2	0.2	0.2		
(Perfluorpentansäure)							
PFHxA (Perfluorhexansäure)	µg/kg TS	0.1	0.2	0.3	0.2		
PFHpA	µg/kg TS	<0.1	0.2	0.2	0.1		
(Perfluorheptansäure)							
PFOA (Perfluoroktansäure)	µg/kg TS	0.2	0.4	0.4	0.2		
PFNA (Perfluornonansäure)	µg/kg TS	0.1	0.2	0.2	0.1		
PFDA (Perfluordekansäure)	µg/kg TS	<0.1					
PFUnDA	µg/kg TS	<0.1					
(Perfluorundekansäure)							
PFDoDA	µg/kg TS	<0.1					
(Perfluordodekansäure)							
PFTTrDA	µg/kg TS	<0.1					
(Perfluortridekansäure)							
PFTeDA	µg/kg TS	<0.1					
(Perfluortetradekansäure)							
PFBS	µg/kg TS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
(Perfluorbutansulfonsäure)							
PFPeS	µg/kg TS	<0.1					
(Perfluorpentansulfonsäure)							
PFHxS	µg/kg TS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
(Perfluorhexansulfonsäure)							
PFHpS	µg/kg TS	<0.1					
(Perfluorheptansulfonsäure)							
PFOS	µg/kg TS	0.5	1.0	1.1	0.4		
(Perfluoroktansulfonsäure)							
PFNS	µg/kg TS	<0.1					
(Perfluornonansulfonsäure)							
PFDS	µg/kg TS	<0.1					
(Perfluordekansulfonsäure)							
PFUnDS (Perfluorundekan-	µg/kg TS	<0.1					
sulfonsäure)							
PFDoDS (Perfluordodekan-	µg/kg TS	<0.1					
sulfonsäure)							
PFTTrDS	µg/kg TS	<0.1					
(Perfluortridekansulfonsäure)							

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung	Fläche 5 nach VVEA	Fläche 6	Fläche 6 nach VVEA	Fläche 7 nach VVEA	VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	45805	45808	47200	33654		
Tag der Probenahme	22.08.24	22.08.24	22.08.24	19.06.24		
Entnahmetiefe [m]	0.00-0.20	0.00-0.20	0.20-0.30	0.00-0.20		

Weitere PFAS (Verbindungen inkl. lineare und nicht-lineare Isomere)

(P)FOSA (Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg TS	<0.1				
MeFOSA (N-methyl Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg TS	<0.1				
MeFOSAA (N-methyl Perfluoroktansulfonamid- essigsäure)	µg/kg TS	<0.1				
EtFOSA (N-ethyl Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg TS	<0.2				
EtFOSAA (N-ethyl Perfluoroktansulfonamid- essigsäure)	µg/kg TS	<0.1				
HFPO-DA/GenX (2,3,3,3-Tetrafluor-2-(hepta- fluorpropoxy)propansäure)	µg/kg TS	<1				
DONA (Perfluor-4,8-dioxa-3H- nonansäure)	µg/kg TS	<1				
9CI-PF3ONS / F-53B (9-Chlorhexadecafluor-3- oxanonan-1-sulfonsäure)	µg/kg TS	<0.1				
8:2-FTUCA (2H-Perfluor-2-decensäure)	µg/kg TS	<1				
4:2-FTS (4:2-Fluortelomersulfon- säure)	µg/kg TS	<0.1				
6:2-FTS (6:2-Fluortelomersulfon- säure)	µg/kg TS	<0.1				
8:2-FTS (8:2-Fluortelomersulfon- säure)	µg/kg TS	<0.1				
Capstone A (DPOSA)	µg/kg TS	<1				
Capstone B (CDPOS)	µg/kg TS	<1				

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung	Fläche 8 nach VVEA	Fläche 9 nach VVEA	Fläche 10 nach VVEA	Fläche 10 nach VVEA	Referenzwert	
					VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	33656	45810	45813	47207		
Tag der Probenahme	19.06.24	22.08.24	22.08.24	22.08.24		
Entnahmetiefe [m]	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20	0.20-0.30		

Probenparameter							
Angelieferte Probenmenge	kg	3.8	1.6	1.4	0.3		

PFAS nach Kettenlängen (Verbindungen inkl. lineare und nicht-lineare Isomere)

PFBA (Perfluorbutansäure)	µg/kg TS	0.2	0.3	0.3	0.4		
PFPeA (Perfluorpentansäure)	µg/kg TS	0.2	0.1	0.3	0.3		
PFHxA (Perfluorhexansäure)	µg/kg TS	0.1	0.1	0.2	0.2		
PFHpA (Perfluorheptansäure)	µg/kg TS	0.1	0.1	0.2	0.2		
PFOA (Perfluoroktansäure)	µg/kg TS	0.2	0.3	0.3	0.3		
PFNA (Perfluornonansäure)	µg/kg TS	0.1	0.2	0.3	0.2		
PFDA (Perfluordekansäure)	µg/kg TS			0.3			
PFUnDA (Perfluorundekansäure)	µg/kg TS			0.1			
PFDODA (Perfluordodekansäure)	µg/kg TS			0.1			
PFTTrDA (Perfluortridekansäure)	µg/kg TS			<0.1			
PFTeDA (Perfluortetradekansäure)	µg/kg TS			<0.1			
PFBS (Perfluorbutansulfonsäure)	µg/kg TS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
PFPeS (Perfluorpentansulfonsäure)	µg/kg TS			<0.1			
PFHxS (Perfluorhexansulfonsäure)	µg/kg TS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
PFHpS (Perfluorheptansulfonsäure)	µg/kg TS			<0.1			
PFOS (Perfluoroktansulfonsäure)	µg/kg TS	0.4	0.7	1.3	1.1		
PFNS (Perfluornonansulfonsäure)	µg/kg TS			<0.1			
PFDS (Perfluordekansulfonsäure)	µg/kg TS			<0.1			
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsäure)	µg/kg TS			<0.1			
PFDoS (Perfluordodekansulfonsäure)	µg/kg TS			<0.1			
PFTTrDS (Perfluortridekansulfonsäure)	µg/kg TS			<0.1			

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung	Fläche 8 nach VVEA	Fläche 9 nach VVEA	Fläche 10 nach VVEA	Fläche 10 nach VVEA	VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	33656	45810	45813	47207		
Tag der Probenahme	19.06.24	22.08.24	22.08.24	22.08.24		
Entnahmetiefe [m]	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20	0.20-0.30		

Weitere PFAS (Verbindungen inkl. lineare und nicht-lineare Isomere)

(P)FOSA (Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg TS			<0.1		
MeFOSA (N-methyl Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg TS			<0.1		
MeFOSAA (N-methyl Perfluoroktansulfonamid- essigsäure)	µg/kg TS			<0.1		
EtFOSA (N-ethyl Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg TS			<0.2		
EtFOSAA (N-ethyl Perfluoroktansulfonamid- essigsäure)	µg/kg TS			<0.1		
HFPO-DA/GenX (2,3,3,3-Tetrafluor-2-(hepta- fluorpropoxy)propansäure)	µg/kg TS			<1		
DONA (Perfluor-4,8-dioxa-3H- nonansäure)	µg/kg TS			<1		
9CI-PF3ONS / F-53B (9-Chlorhexandecafluor-3- oxanonan-1-sulfonsäure)	µg/kg TS			<0.1		
8:2-FTUCA (2H-Perfluor-2-decensäure)	µg/kg TS			<1		
4:2-FTS (4:2-Fluortelomersulfon- säure)	µg/kg TS			<0.1		
6:2-FTS (6:2-Fluortelomersulfon- säure)	µg/kg TS			<0.1		
8:2-FTS (8:2-Fluortelomersulfon- säure)	µg/kg TS			<0.1		
Capstone A (DPOSA)	µg/kg TS			<1		
Capstone B (CDPOS)	µg/kg TS			<1		

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung	Fläche 11 nach VVEA	Fläche 13 nach VVEA	Fläche 13 nach VVEA	Fläche 14	Referenzwert	
					VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	33651	45816	47209	45819		
Tag der Probenahme	19.06.24	22.08.24	22.08.24	22.08.24		
Entnahmetiefe [m]	0.00-0.20	0.00-0.20	0.20-0.40	0.00-0.20		

Probenparameter

Angelieferte Probenmenge	kg	2.9	1.4	0.4	2.4		
--------------------------	----	-----	-----	-----	-----	--	--

PFAS nach Kettenlängen (Verbindungen inkl. lineare und nicht-lineare Isomere)

PFBA (Perfluorbutansäure)	µg/kg TS	0.4	0.8	0.4	0.7		
PFPeA	µg/kg TS	0.4	0.3	0.2	0.2		
(Perfluorpentansäure)							
PFHxA (Perfluorhexansäure)	µg/kg TS	0.3	0.5	0.5	0.3		
PFHpA	µg/kg TS	0.3	0.5	0.3	0.3		
(Perfluorheptansäure)							
PFOA (Perfluoroktansäure)	µg/kg TS	0.3	1.0	0.6	0.9		
PFNA (Perfluornonansäure)	µg/kg TS	0.2	0.4	0.2	0.3		
PFBS	µg/kg TS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
(Perfluorbutansulfonsäure)							
PFHxS	µg/kg TS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
(Perfluorhexansulfonsäure)							
PFOS	µg/kg TS	1.0	2.8	1.5	2.1		
(Perfluoroktansulfonsäure)							

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung	Fläche 14 nach VVEA	Fläche 15	Fläche 16 nach VVEA	24-12	Referenzwert	
					VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	47203	45821	45823	48729		
Tag der Probenahme	22.08.24	22.08.24	22.08.24	26.06.24		
Entnahmetiefe [m]	0.20-0.40	0.00-0.20	0.00-0.20	0.60-0.80		

Probenparameter

Angelieferte Probenmenge	kg	0.4	2.2	1.3	0.6		
--------------------------	----	-----	-----	-----	-----	--	--

PFAS nach Kettenlängen (Verbindungen inkl. lineare und nicht-lineare Isomere)

PFBA (Perfluorbutansäure)	µg/kg TS	0.5	0.5	0.7	<0.1		
PFPeA	µg/kg TS	0.2	0.2	0.2	<0.1		
(Perfluorpentansäure)							
PFHxA (Perfluorhexansäure)	µg/kg TS	0.3	0.2	0.4	<0.1		
PFHpA	µg/kg TS	0.2	0.2	0.4	<0.1		
(Perfluorheptansäure)							
PFOA (Perfluoroktansäure)	µg/kg TS	0.6	0.6	1.0	<0.1		
PFNA (Perfluornonansäure)	µg/kg TS	0.2	0.2	0.3	<0.1		
PFDA (Perfluordekansäure)	µg/kg TS		0.2				
PFUnDA	µg/kg TS		0.1				
(Perfluorundekansäure)							
PFDoDA	µg/kg TS		<0.1				
(Perfluordodekansäure)							
PFTTrDA	µg/kg TS		<0.1				
(Perfluortridekansäure)							
PFTeDA	µg/kg TS		<0.1				
(Perfluortetradekansäure)							
PFBS	µg/kg TS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
(Perfluorbutansulfonsäure)							
PFPeS	µg/kg TS		<0.1				
(Perfluorpentansulfonsäure)							
PFHxS	µg/kg TS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
(Perfluorhexansulfonsäure)							
PFHpS	µg/kg TS		<0.1				
(Perfluorheptansulfonsäure)							
PFOS	µg/kg TS	1.2	1.2	1.6	<0.1		
(Perfluoroktansulfonsäure)							
PFNS	µg/kg TS		<0.1				
(Perfluornonansulfonsäure)							
PFDS	µg/kg TS		<0.1				
(Perfluordekansulfonsäure)							
PFUnDS	µg/kg TS		<0.1				
(Perfluorundekansulfonsäure)							
PFDoDS	µg/kg TS		<0.1				
(Perfluordodekansulfonsäure)							
PFTTrDS	µg/kg TS		<0.1				
(Perfluortridekansulfonsäure)							

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung	Fläche 14 nach VVEA	Fläche 15	Fläche 16 nach VVEA	24-12	VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	47203	45821	45823	48729		
Tag der Probenahme	22.08.24	22.08.24	22.08.24	26.06.24		
Entnahmetiefe [m]	0.20-0.40	0.00-0.20	0.00-0.20	0.60-0.80		

Weitere PFAS (Verbindungen inkl. lineare und nicht-lineare Isomere)

(P)FOSA (Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg TS	<0.1				
MeFOSA (N-methyl Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg TS	<0.1				
MeFOSAA (N-methyl Perfluoroktansulfonamid- essigsäure)	µg/kg TS	<0.1				
EtFOSA (N-ethyl Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg TS	<0.2				
EtFOSAA (N-ethyl Perfluoroktansulfonamid- essigsäure)	µg/kg TS	<0.1				
HFPO-DA/GenX (2,3,3,3-Tetrafluor-2-(hepta- fluorpropoxy)propansäure)	µg/kg TS	<1				
DONA (Perfluor-4,8-dioxa-3H- nonansäure)	µg/kg TS	<1				
9CI-PF3ONS / F-53B (9-Chlorhexandecafluor-3- oxanonan-1-sulfonsäure)	µg/kg TS	<0.1				
8:2-FTUCA (2H-Perfluor-2-decensäure)	µg/kg TS	<1				
4:2-FTS (4:2-Fluortelomersulfon- säure)	µg/kg TS	<0.1				
6:2-FTS (6:2-Fluortelomersulfon- säure)	µg/kg TS	<0.1				
8:2-FTS (8:2-Fluortelomersulfon- säure)	µg/kg TS	<0.1				
Capstone A (DPOSA)	µg/kg TS	<1				
Capstone B (CDPOS)	µg/kg TS	<1				

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung					Referenzwert	
	24-14	24-16			VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	48665	48666				
Tag der Probenahme	22.08.24	22.08.24				
Entnahmetiefe [m]	0.30-0.50	0.50-0.70				

Probenparameter

Angelieferte Probenmenge	kg	0.5	0.2			
--------------------------	----	-----	-----	--	--	--

PFAS nach Kettenlängen (Verbindungen inkl. lineare und nicht-lineare Isomere)

PFBA (Perfluorbutansäure)	µg/kg TS	<0.1	<0.1			
PFPeA (Perfluorpentansäure)	µg/kg TS	<0.1	<0.1			
PFHxA (Perfluorhexansäure)	µg/kg TS	<0.1	<0.1			
PFHpA (Perfluorheptansäure)	µg/kg TS	<0.1	<0.1			
PFOA (Perfluoroktansäure)	µg/kg TS	<0.1	<0.1			
PFNA (Perfluornonansäure)	µg/kg TS	<0.1	<0.1			
PFBS (Perfluorbutansulfonsäure)	µg/kg TS	<0.1	<0.1			
PFHxS (Perfluorhexansulfonsäure)	µg/kg TS	<0.1	<0.1			
PFOS (Perfluoroktansulfonsäure)	µg/kg TS	0.1	0.1			

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO/IEC 17025
STS-Nr. 0064

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

						Referenzwert	
Probenbezeichnung		24-3	24-4	24-5	TWF Hard 1		
Proben-Nr. Bachema		32935	32936	32937	32934		
Tag der Probenahme		19.06.24	19.06.24	19.06.24	19.06.24		
Feldparameter							
Grundwasserspiegel	m ü. M.				395.02		
Abstich Oberkante Rohr	m OKR	6.30	5.50	5.46			
Entnahmetiefe	m	8.3	7.5	7.5			
Vorpumpmenge / Vorlauf	L	374	560	459	180'000		
Vor-Ort-Messungen							
Temperatur (Feld) {3}	°C	13.9	18.2	12.5	13.6		
Leitfähigkeit (Feld 25°C) {3}	µS/cm	705	1104	640	662		
pH-Wert {3}	pH	7.20	7.10	7.30	7.23		
PFAS nach Kettenlängen (Verbindungen inkl. lineare und nicht-lineare Isomere)							
PFBA (Perfluorbutansäure)	µg/L	0.006	0.006	0.009	0.011		
PFPeA (Perfluorpentansäure)	µg/L	0.004	0.008	0.008	0.010		
PFHxA (Perfluorhexansäure)	µg/L	0.009	0.010	0.014	0.018		
PFHpA (Perfluorheptansäure)	µg/L	0.003	0.003	0.004	0.005		
PFOA (Perfluoroktansäure)	µg/L	0.006	0.007	0.008	0.010		
PFNA (Perfluornonansäure)	µg/L	<0.001	0.001	<0.001	<0.001		
PFDA (Perfluordekansäure)	µg/L	<0.001	0.002	<0.001	<0.001		
PFUnDA (Perfluorundekansäure)	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
PFDoDA (Perfluordodekansäure)	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
PFTrDA (Perfluortridekansäure)	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
PFTeDA (Perfluortetradekansäure)	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
PFBS (Perfluorbutansulfonsäure)	µg/L	0.003	0.005	0.002	0.002		
PFPeS (Perfluorpentansulfonsäure)	µg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
PFHxS (Perfluorhexansulfonsäure)	µg/L	0.004	0.005	0.003	0.003		
PFHpS (Perfluorheptansulfonsäure)	µg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
PFOS (Perfluoroktansulfonsäure)	µg/L	0.006	0.007	0.006	0.008		
PFNS (Perfluornonansulfonsäure)	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
PFDS (Perfluordekansulfonsäure)	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsäure)	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
PFDoDS (Perfluordodekansulfonsäure)	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
PFTrDS (Perfluortridekansulfonsäure)	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Nr. 231482 A, Ausbau ARA Hard, Winterthur
Stadtwerk Winterthur
202407770

Probenbezeichnung		24-3	24-4	24-5	TWF Hard 1		
Proben-Nr. Bachema		32935	32936	32937	32934		
Tag der Probenahme		19.06.24	19.06.24	19.06.24	19.06.24		
Weitere PFAS (Verbindungen inkl. lineare und nicht-lineare Isomere)							
(P)FOSA	µg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
(Perfluoroktansulfonamid)							
MeFOSA (N-methyl	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
Perfluoroktansulfonamid)							
MeFOSAA (N-methyl	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
Perfluoroktansulfonamid-							
essigsäure)							
EtFOSA (N-ethyl	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
Perfluoroktansulfonamid)							
EtFOSAA (N-ethyl	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
Perfluoroktansulfonamid-							
essigsäure)							
HFPO-DA/GenX	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
(2,3,3,3-Tetrafluor-2-(hepta-							
fluorpropoxy)propansäure)							
DONA	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
(Perfluor-4,8-dioxa-3H-							
nonansäure)							
9Cl-PF3ONS / F-53B	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
(9-Chlorhexandecafluor-3-							
oxanonan-1-sulfonsäure)							
8:2-FTUCA	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
(2H-Perfluor-2-decensäure)							
4:2-FTS	µg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
(4:2-Fluortelomersulfon-							
säure)							
6:2-FTS	µg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
(6:2-Fluortelomersulfon-							
säure)							
8:2-FTS	µg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		
(8:2-Fluortelomersulfon-							
säure)							
Capstone A (DPOSA)	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Capstone B (CDPOS)	µg/L	<0.02	0.02	<0.02	<0.02		
Summe PFAS (basierend auf dem «PFAS-Merkblatt für Altlastenvollzug Kt. Zürich»)							
Summe PFAS (gewichtet,	µg/L TEQ	0.02	0.04	0.03	0.03		
TEQ, 9 Verbindungen)							

METHODIK PROBENAHMEN UND ANALYSEN

Materialien mit Verdacht auf Verschmutzungen mit Schadstoffen sind gemäss [1] zu untersuchen. Je nach Umweltbereich werden dazu spezifische Sondier- und Probenahmegeräte eingesetzt (*Tabelle 1*). Relevante Gesetze, Normen, Merkblätter und Vollzugshilfen sind in *Tabelle 2* aufgeführt.

Boden

Die Probenahme erfolgt gemäss [2]. Aus 0.0–0.2 und 0.2–0.4 m Tiefe werden pro Teilfläche resp. Linie 16 Einzelproben entnommen und je Tiefenlage repräsentative Mischproben hergestellt. Tiefere Bodenschichten werden aus Rammkernbohrungen oder aus Bagger-Sondierschächten beprobt (1–2 Stück pro Teilfläche resp. Linie).

Feinerde-Körnung sowie Gehalte an Skelett (prozentualer Anteil >2 mm), org. Substanz und Fremdstoffen werden visuell und mittels Fühlprobe abgeschätzt. Der pH-Wert wird mit dem pH-Indikator von Helige bestimmt.

Proben werden in Kunststoffeimern oder -beuteln gelagert (1.0–5.0 l). Sie werden in einem qualifizierten Labor nach [3] aufbereitet und chemisch auf relevante Schadstoffe analysiert (von oben beginnend, möglichst bis Untergrenze der Belastung feststeht). Die Beurteilung der Analysenresultate erfolgt nach [3]. Bei starken Belastungen erfolgt eine Abschätzung der Gefährdung nach [4]. Die Verwertbarkeit von Boden wird anhand der physikalischen Zusammensetzung, des Fremdstoff-Gehalts und der Belastung mit Schadstoffen sowie invasiven Neophyten gemäss [5] beurteilt.

Untergrund (inkl. Bausubstanz bei nutzungsbedingten Belastungen)

Aus Sondierungen werden je Material stichprobenartig sowie schicht- und zonenweise Proben entnommen [6]. Die Beprobung von Haufen erfolgt gemäss [7], wobei unvermeidbare Restrisiken bezüglich der Materialklassierung verbleiben. Die Probenahme von Materialien mit Verdacht auf flüchtige Schadstoffe erfolgt gemäss [8]. Angetroffene Materialien und Schichten werden geologisch-geotechnisch nach [9] sowie altlastenfachkundig beschrieben. Die Probenahme wird dokumentiert.

Chemische Analysen erfolgen in einem qualifizierten Labor nach [10]. Die Verwendung eines mobilen XRF-Geräts zur Bestimmung von Blei-Gehalten an Proben aus Schiessanlagen erfolgt gemäss [11]. Die Materialien werden abfallrechtlich gemäss [12] klassiert.

Wasser

Die Einrichtung von Grundwasser-Messstellen richtet sich nach [13] und [14]. Die Entnahme von Grundwasserproben erfolgt gemäss [13]. Verwendete Pumpen, Vorpumpmenge und die Probenahme sind in Probenahmeprotokollen dokumentiert.

Wasserproben werden in gemäss Analysenprogramm vorgesehene Gefässe abgefüllt, gegebenenfalls gekühlt und innert 24 h zur Analyse ins Labor gebracht.

Porenluft

Die Entnahme von Porenluftproben erfolgt nach [15]. Verwendete Geräte und die Probenahme sind in Probenahmeprotokollen dokumentiert. Chemische Analysen an Proben erfolgen in einem qualifizierten Labor nach [15].

Tabelle 1: Probenahmegeräte

Eigene Geräte	(Innen-)Durchmesser	Beprobungs-Tiefe	Boden	Untergrund	Grundw.	Porenluft	Bausubst.
Hohlmeissel	44 mm	0.0–0.2 m	x				
Hohlmeissel	22 mm	0.2–0.4 m	x				
Hohlmeissel	30 mm	0.0–0.5 m	x				
Hohlmeissel	30 mm oder 20 mm	0.0–1.0 m	x				
Flügelbohrer	70 mm	0.0–1.0 m	x				
Rammkernbohrung (RKB)	75/60/55 mm (teleskopiert)	bis 6.0 m	x	x			
Piezometerrohr PVC (in RKB)	2" resp. 3"	bis 6.0 resp. 3.0 m			x		
Förderpumpe (bis 2.5 l/min)	3 cm	bis 7 m			x		
Förderpumpe (bis 30 l/min)	4.5 cm	bis 65 m			x		
Förderpumpe (bis 8 l/min)	5 cm	bis 10 m			x		
Förderpumpe (bis 100 l/min)	9.5 cm	bis 55 m			x		
Saugpumpe (bis 250 l/min)	11 cm	bis 8 m			x		
Hohlsonde	10 mm	bis 3 m				x	
RKB mit Packer	60–80 mm	bis 3 m				x	
Spitzen mit Handbohrer	ca. 100–200 mm	bis ca. 0.1 m					x
Bohrung mit Glockenbohrer	60 mm	bis ca. 0.1 m					x
Betonkernbohrung	50–100 mm	bis ca. 0.5 m					x
Geräte von Drittfirmen							
Kernbohrung	100–300 mm (variabel)	bis 100 m	x	x	x		
Baggersondierung	0.5–5.0 m (variabel)	bis ca. 6 m	x	x	x		
Piezometerrohr PVC oder PE	3" oder 4.5" (in KB)	bis 100 m			x		

Tabelle 2: Referenzen

Nr.	Titel	Art	Verfasser, Jahr
[1]	Bauabfälle (Modul der Vollzugshilfe VVEA)	Vollzugshilfe	BAFU 2020
[2]	Handbuch Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden	Vollzugshilfe	BAFU 2003
[3]	Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo)	Verordnung	Bundesrat 1998
[4]	Handbuch Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden	Vollzugshilfe	BAFU 2005
[5]	Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung. Verwertungseignung von Boden (Modul der Vollzugshilfe Bodenschutz beim Bauen)	Vollzugshilfe	BAFU 2021
[6]	Probenahme fester Abfälle (Modul der Vollzugshilfe VVEA)	Vollzugshilfe	BAFU 2019
[7]	Beprobung Haufen von Aushub- und Rückbau-Material	Merkblatt	arv 2021
[8]	Probenahme von CKW-belasteten Feststoffen. Best Practice Anleitung	Merkblatt	arv / ChloroNet 2020
[9]	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden (ISO 14688-1/2:2017)	SN	VSS 2019
[10]	Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich	Vollzugshilfe	BAFU 2022
[11]	Anleitung zum Einsatz mobiler XRF-Geräte bei der Untersuchung und Sanierung von Schiessanlagen	Merkblatt	AWEL 2011
[12]	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA)	Verordnung	Bundesrat 2015
[13]	Grundwasserprobenahme	Praxishilfe	BAFU 2003
[14]	Probenahme von Grundwasser bei belasteten Standorten	Vollzugshilfe	BAFU 2003
[15]	Probenahme und Analyse von Porenluft (Modul der Vollzugshilfe Untersuchung von belasteten Standorten)	Vollzugshilfe	BAFU 2015

Gesetzliche und fachliche Grundlagen

(Auswahl; verbindlich sind jeweils die aktuellen Ausgaben)

Gesetze

CH	814.01	USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz) vom 7.10.1983.
ZH	711.1	EG GSchG	Einführungsgesetz zum Gewässerschutzgesetz vom 8.12.1974.
ZH	712.1	AbfG	Abfallgesetz vom 25.9.1994.

Verordnungen

CH BAFU			Klassierung von Aushub- und Ausbruchmaterial sowie Gleisaushub. 2017.
CH	814.12	VBBö	Verordnung über Belastungen des Bodens vom 1.7.1998.
CH	814.680	AltIV	Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung) vom 26.8.1998.
CH	814.600	VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung) vom 4.12.2015.

Richtlinien, Vollzugshilfen

CH BAFU	UV-1715-D		Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich. Vollzugshilfe. Stand 2022.
CH BAFU	UV-1826-D		Probenahme fester Abfälle. Ein Modul der Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA). 2019.
CH BAFU	VU-2506-D		Grundwasserprobenahme. Praxishilfe. 2003.
CH BAFU	VU-4814-D		Handbuch Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden. Vollzugshilfe. 2003.
CH BAFU	VU-4809-D		Erläuterungen zur Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBö). Vollzugshilfe. 2001.

Empfehlungen, Merkblätter etc.

CH BAFU		Grenzwerte im Einzelfall nach Anhang 3 und 5 WEA für PFAS: Umstellung auf Feststoffwerte. 31.1.2023.
ZH AWEL		PFAS-Merkblatt für Altlastenvollzug Kt. Zürich. 2023.

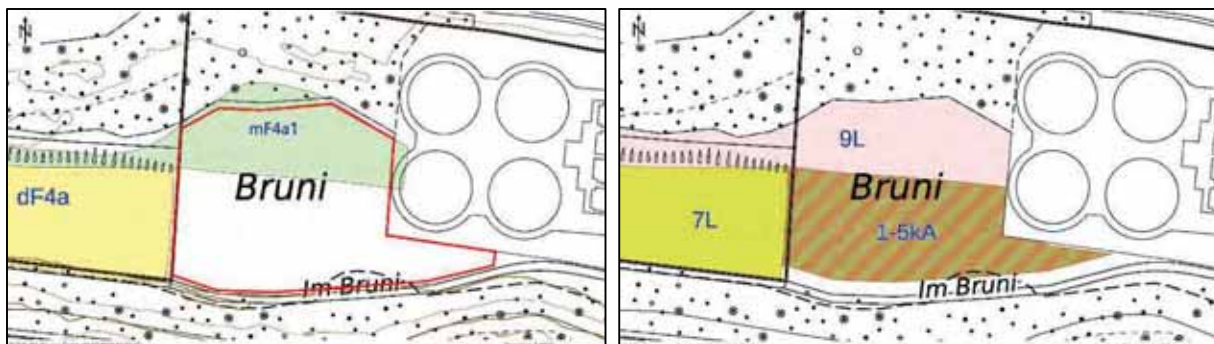
Winterthur: Erweiterung ARA Hard

Kurzbericht

13. Juli 2022

Thema: **Beurteilung Boden und Fruchtfolgeflächen**Auftraggeber: Stadtwerk Winterthur, Herr Günther Rauchegger,
Kläranlage Hard, 8403 Winterthur**1 Einleitung**

Für die Erweiterung der ARA Hard soll das Gebiet «Bruni» (westlichster Teil der Parzelle Nr. WU6317) von der Landwirtschaftszone in die Zone für öffentliche Bauten umgezont werden. Für den rund 8'200 m² grossen Beurteilungssperimeter liegen nur teilweise Bodendaten vor, ein Teil der Fläche (rund 4'700 m²) gilt heute gemäss kantonalem Inventar als Fruchtfolgefläche (FFF) (Figur 1).



Figur 1: Auszüge aus kantonaler Bodenkarte der Landwirtschaftsböden (links) resp. Nutzungseignungsklassen (rechts).
Als FFF gilt bisher die Fläche mit NEK 1 bis 5 (schraffierte Fläche rechts). Bildquelle: <https://maps.zh.ch/>

Als Grundlage für die Einzonung des Projektbereichs war eine bodenkundliche Zustandserhebung mit folgenden Zielsetzungen durchzuführen:

- Fachgerechte **Dokumentation des bodenkundlichen Ausgangszustandes** (Bodenkarte inkl. Ausscheidung von Bodeneinheiten nach Nutzungseignungsklassen (NEK).

Die Bodenansprache und -kartierung erfolgten gemäss üblicher Kartiermethodik «FAL24 + ».

- Beurteilung, ob auf der Fläche die **Qualitätskriterien an FFF erfüllt** sind (Flächenbilanz).

Die Beurteilung erfolgte auf Grundlage der geltenden kantonalen Kriterien, welche im entsprechenden kantonalen Merkblatt «Kriterien für Fruchtfolgeflächen im Kanton Zürich» (ALN ZH, Oktober 2014) aufgeführt sind. Demnach müssen im Wesentlichen die nachfolgend aufgeführten Kriterien erfüllt sein, damit eine Fläche als FFF gilt:

- Nutzungseignungsklasse (NEK) 1 bis 5 (NEK 6: bedingt geeignet).
- Belastungen: Einhaltung des Prüfwertes gemäss Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo).
- Wald: Mindestens 10 m Abstand von Waldareal (Wald im Sinne der FFF: bestockte Flächen > 800 m²).
- Gebäude: Mindestens 2.5 m Abstand von Gebäuden.
- Grösse und Form: Fläche mindestens 2'500 m² und Breite mindestens 5 m.

Weiter gelten diverse planerische Festlegungen (u.a. müssen FFF ausserhalb Siedlungsgebietes liegen; siehe Merkblatt).

- Beurteilung der **Bodenqualität hinsichtlich einer späteren Materialverwertung** (Materialbilanz).

Die Verwertbarkeit wurde gemäss dem entsprechenden VVEA-Modul («Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung», Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2021) beurteilt.

Auf Basis unserer Offerte vom 16. März 2022 wurden wir mit den entsprechenden Untersuchungen durch Herrn G. Rauchegger per E-Mail vom 28. März 2022 beauftragt.

Aufgrund der wider Erwarten geringen angetroffenen Bodenmächtigkeiten konnten anstelle der geplanten 2 bei gleichem Zeitaufwand total 5 Bodenprofile ausgehoben und dokumentiert werden.

2 Untersuchungsergebnisse

2.1 Beurteilung Boden und FFF-Qualität

Eine bodenkundliche Beschreibung erfolgte lediglich für die nicht bestockten Flächen. Der entsprechend ausgeschiedene Beurteilungssperimeter (Lage in Beilage 1, Fotos in Anhang 1) umfasst eine Fläche von total ca. 8'200 m².

Aufgrund der durchgeführten Sondierungen wurden im Beurteilungssperimeter total 3 Flächen («Bodeneinheiten» Nrn. 1 bis 3; siehe Beilage 1) abgegrenzt. Die Abgrenzung der Flächen erfolgte primär aufgrund der Nutzungseignungsklassen und Erfüllung der FFF-Kriterien. Wesentliche bodenkundliche Parameter der einzelnen Flächen sind in Tabelle 1 zusammengestellt und werden nachfolgend kurz beschrieben.

Fläche		Mittlere Schichtmächtigkeiten, gerundet		PnG	Skelettgehalt	NEK	Limitierung	Erfüllung kantonaler FFF-Kriterien, gerundet	
Vgl. Beilage 1		OB, ø	UB, ø	ø	(OB/UB)				Grund, Bemerkung
Nr.	[m ²]	[cm]	[cm]	[cm]	[%]			[m ²]	
1	4'900	18	14	21	6 / 20	9	G	0	PnG, Geländeform
2	1'500	25	17	31	7 / 9	4	G	1'370*	Anteil ausserhalb Waldabstand (10 m)
3	1'800	15	80	85	9 / 5	1	-	1'260*	Anteil ausserhalb Waldabstand (10 m)

Tabelle 1: Eigenschaften der Bodeneinheiten und Flächenbilanz (Lage in Beilage 2).

Abkürzungen: PnG = Pflanzennutzbare Gründigkeit, NEK = Nutzungseignungsklasse, FFF = Fruchtfolgeflächen, OB = Oberboden, UB = Unterboden, G = Gründigkeit.

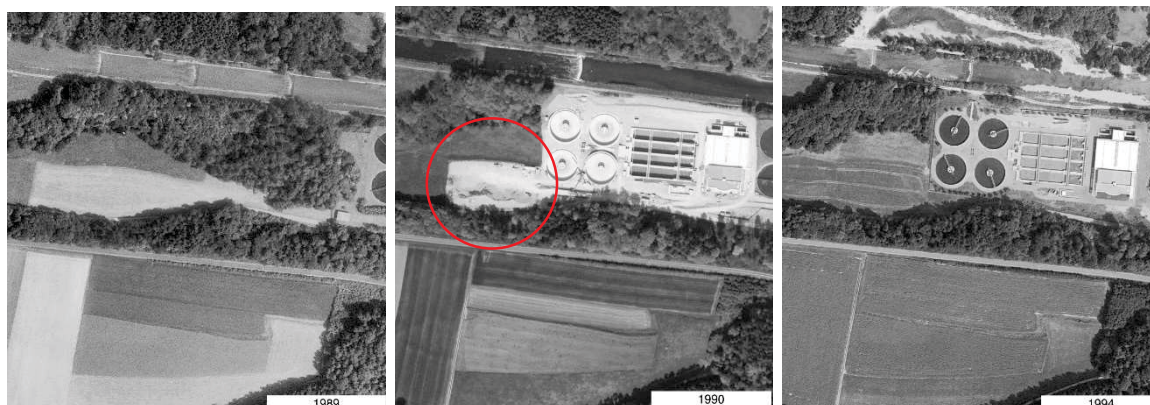
* Zusammen mit angrenzender Teilfläche 3 resp. 2 ist die Summe > 2'500 m².

Detaillierte Angaben zu den einzelnen Sondierungen finden sich in Beilage 2, eine Fotodokumentation in Anhang 1.

2.1.1 Fläche Nr. 1

Fläche Nr. 1 (4'900 m²) umfasst alle flachgründigen Böden (pflanzennutzbare Gründigkeit 10 bis 30 cm). Die Fläche wird durch eine rund 25 bis über 40 % steile, nordexponierte Böschung unterteilt. Nördlich dieser Böschung liegt natürlich gewachsener, flachgründiger Boden des Typs Regosol über Schotter vor. In diesem Bereich mäandrierte die Töss bis zur Gewässerkorrektur im 19. Jahrhundert. Entsprechend uneben ist hier die Geländeoberfläche und Unterboden fehlt weitestgehend (vgl. Profile 1 und 2 in Beilage 2). Südlich der Böschung liegt anthropogen geprägter, ebenfalls flachgründiger Boden vor. Der hier vorhandene Unterbodenhorizont ist relativ stark verdichtet und in der Folge staunass (vgl. Profil 3 in Beilage 2). Die ganze Fläche 1 weist eine NEK 9 mit Limitierung Gründigkeit auf, wobei im Bereich der Böschung zusätzlich die Hangneigung limitierend ist.

Der ganze Bereich südlich der Böschung (einschliesslich der Bodeneinheiten 2 und 3; vgl. Kapitel 2.1.2 und 2.1.3) wurde Anfang der 1990-er Jahre als Installationsplatz für die damalige Erweiterung der ARA genutzt (Figur 2). Aufgrund der verbreitet festgestellten Verdichtungen im Unterboden ist davon auszugehen, dass zur Erstellung des Platzes der Oberboden abgetragen und der Kieskoffer auf dem Unterboden angelegt worden ist.



Figur 2: Auszug Luftbilder 1984, 1990 und 1994 mit der temporär als Installationsplatz genutzten Fläche (roter Kreis). Bildquelle: <https://map.geo.admin.ch/>.

Auf der Fläche Nr. 1 werden die kantonalen Kriterien an FFF aus folgenden Gründen nicht erfüllt:

- Ungenügende NEK.
- Waldabstand teilweise < 10 m.
- Hangneigung teilweise > 25 %.

2.1.2 Fläche Nr. 2

Fläche Nr. 2 (1'500 m²) liegt im Südteil des Beurteilungsperimeters. In dieser Fläche liegt ein generell natürlich gewachsener Boden des Typs Fluvisol vor, welcher einen geringmächtigen, ebenfalls relativ stark verdichteten, aber homogenen Unterbodenhorizont aufweist. Mit einer pflanzennutzbaren Gründigkeit von über 30 cm liegt eine NEK 4 mit Limitierung Gründigkeit vor.

Auf der Fläche Nr. 2 werden die kantonalen Kriterien an FFF auf einer Teilfläche von 1'370 m² (ausserhalb Waldabstand) erfüllt, da sich zusammen mit der angrenzenden Fläche Nr. 3 eine Gesamtfläche von > 2'500 m² ergibt.

2.1.3 Fläche Nr. 3

Fläche Nr. 3 (1'800 m²) liegt im Südostteil des Beurteilungsperimeters und ist umgeben vom umzäunten Bereich der ARA (Osten) und einer asphaltierten Flurstrasse (Süden).

In dieser Fläche liegt ein tiefgründiger, anthropogen geprägter Boden der NEK 1 (ohne Limitierung) vor. Der anthropogene Einfluss zeigt sich in wahrscheinlich zugeführten, vergleichsweise skelettreichen, aber nur wenig verdichteten Bodenhorizonten (Ober- und Unterboden), welche den natürlich gewachsenen Unterboden überlagern.

Auf der Fläche Nr. 3 werden die kantonalen Kriterien an FFF auf einer Teilfläche von 1'260 m² (ausserhalb Waldabstand) erfüllt, da sich zusammen mit der angrenzenden Fläche Nr. 2 eine Gesamtfläche von > 2'500 m² ergibt.

2.2 Massenbilanz und Verwertbarkeit von Bodenmaterial

Die massgebenden Materialeigenschaften zur Beurteilung, ob ein Boden der Verwertungspflicht gemäss entsprechendem VVEA-Modul untersteht, sind in nachfolgender Figur 3 dargestellt.

Verwertungs- klasse	Beurteilungskriterien			
	Physikalische Eigenschaften ^{a)}	Chemische Belastung	Fremdstoffe	Biologische Belastung
verwertungs- pflichtiger Boden (vp)	Oberboden: * Skelettgehalt ≤ 20 Volumenprozent ^{b)} * Tongehalt der mineralischen Feinerde ≤ 40 Gewichtsprozent ^{c)} Unterboden: * Skelettgehalt ≤ 40 Volumenprozent * Tongehalt der mineralischen Feinerde ≤ 40 Gewichtsprozent ^{c)} * keine Gefügeformen wie Einzelkom- flüge, Kohärentgefüge oder verdichtete Gefügeformen	* $\leq$ Richtwerte für anorganische und organische Schadstoffe ge- mäss Tabelle 4 in Anhang A2-1 dieser Vollzugshilfe * $\leq$ Grenzwerte für gewässer- gefährdende organische Stoffe ge- mäss Tabelle 5 in Anhang A2-1 dieser Vollzugshilfe	* ≥ 99 Gewichtsprozent aus natürlichen Kompo- nenten und im Übrigen aus mineralischen Bau- abfällen bestehend ^{d)} * Enthält höchstens un- problematische Einzel- stücke von Fremdstoffen	Keine invasiven gebietsfremden Organismen vorkommend (rele- vante Pflanzenarten siehe Tabelle 2 in Kapitel 3.4.1)

Figur 3: Kriterien für verwertungspflichtiges Bodenmaterial (Auszug VVEA-Modul «Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung», Bundesamt für Umwelt, 2021; Anhang A1-2, Tabelle 3).

Der im Beurteilungssperimeter angetroffene Boden erfüllt diese Kriterien grossmehrheitlich und untersteht somit generell der Verwertungspflicht gemäss VVEA. Möglicherweise nur eingeschränkt oder nicht wiederverwertbar sind die teilweise vorliegenden, verdichteten Unterbodenhorizonte (siehe Bemerkungen unten). Die abschliessende Beurteilung über die Verwertbarkeit dieser Schichten sollte anlässlich des Bodenabtrags durch eine bodenkundliche Fachperson erfolgen (Materialtriage).

Aus den erhobenen Schichtmächtigkeiten ergeben sich die in Tabelle 2 aufgeführten Ausmasse an Boden. Zur Berechnung der Unterbodenmengen in Fläche 1 wurde für den Nordteil (Böschung und Bereich nördlich der Böschung; Fläche 2'700 m²) eine mittlere Unterbodenmächtigkeit von 5 cm und für den Rest dieser Fläche (2'200 m²) von 40 cm angenommen.

Fläche		Mittlere Schichtmächtigkeiten, gerundet		Materialkubaturen, Summen, gerundet		Bemerkungen
Vgl. Beilage 1		OB, ø	UB, ø	OB	UB	
Nr.	[m ²]	[cm]	[cm]	[m ³ fest]	[m ³ fest]	
1	4'900	18	5 resp. 40*	870	1'020*	Verwertbarkeit Unterboden bei Abtrag zu prüfen (Verdichtung, Vernässung; teilweise heterogen).
2	1'500	25	17	380	260	Verwertbarkeit Unterboden bei Abtrag zu prüfen (Verdichtung, Vernässung).
3	1'800	15	80	270	1'450	Verwertbarkeit Unterboden bei Abtrag zu prüfen (Tongehalt).
Total	8'200			1'520	2'730	

Tabelle 2: Materialbilanz.

Abkürzungen: OB = Oberboden, UB = Unterboden.

* Berechnung: 2'700 m² * 0.05 m + 2'200 m² * 0.4 m; siehe Erläuterungen im Text.

Sofern im ganzen Beurteilungssperimeter Boden abgetragen wird, fallen somit voraussichtlich rund 1'500 m³ (fest) Ober- und 2'700 m³ (fest) Unterboden an, welche unter Berücksichtigung oben erwähnter Einschränkungen als Boden zu verwerten sind.

3 Zusammenfassung und weiteres Vorgehen

3.1 Zusammenfassung

Im Beurteilungssperimeter liegen vergleichsweise heterogene Bodenverhältnisse vor. Im Nordteil unterhalb der Böschung befinden sich flachgründige, natürlich gewachsene Rohböden des Typs Regosol. Im Südteil, welcher vor rund 30 Jahren als Installationsplatz genutzt wurde, liegen anthropogen geprägte Böden mit variabler Gründigkeit vor.

Die geltenden kantonalen Kriterien an FFF werden in einem Grossteil des Beurteilungssperimeters primär aufgrund der NEK und Geländeform nicht erfüllt. Teile der Flächen Nrn. 2 und 3, welche ausserhalb eines Waldabstandes von 10 m liegen, erfüllen zusammen jedoch diese Kriterien. Das Ausmass an kompensationspflichtigen FFF im Beurteilungssperimeter beträgt somit total 2'630 m².

Die Böden vor Ort unterstehen generell der Verwertungspflicht gemäss VVEA. Es ist mit total rund 1'500 m³ (fest) Ober- und 2'700 m³ (fest) Unterboden zu rechnen. Aufgrund der teilweise vorhandenen Verdichtungen und Vernässungen sollte beim Bodenabtrag eine Materialtriage durch eine bodenkundliche Fachperson erfolgen.

3.2 Weiteres Vorgehen

Der vorliegende Bericht dient als Grundlage für die geplante Einzonung des Beurteilungssperimeters, zur Planung der FFF-Kompensation und (im Verlauf der weiteren Projektierung) der Bodenarbeiten.

Erfahrungsgemäss stellen sich dabei u.a. folgende Aufgaben: Klärung des Vorgehens der FFF-Kompensation (eigenes Projekt, Drittprojekt, Gesamtlösung für mehrere Projekte?), evtl. Interessenabklärung betreffend Verbrauch von FFF, Klärung der Bodenverwertung, Konzept für Bodenarbeiten (Bodenschutzkonzept), Bodenkundliche Baubegleitung, etc.

Gerne stehen wir Ihnen bei Bedarf für weiter gehende Beratung im Bereich Boden und FFF zur Verfügung.

Frauenfeld, 13. Juli 2022

Dr. Roland Wyss GmbH

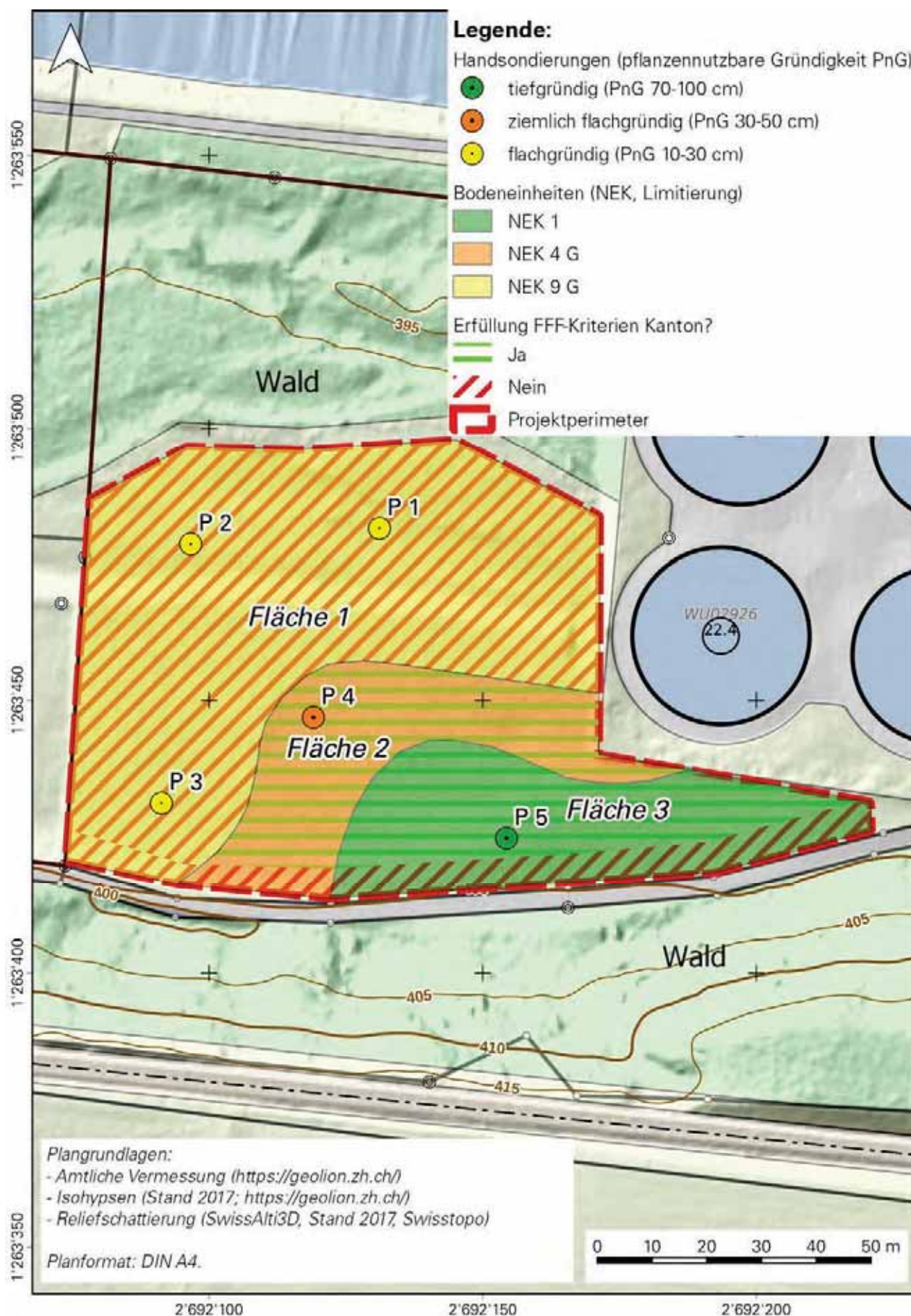
Bearbeitung: Benjamin Stricker, MSc UZH Physische Geographie SIA, Bodenkartierer
zhaw, BGS-anerkannter Bodenbaubegleiter

Beilagen und Anhänge:

- Beilage 1: Situation, Standorte Sondierungen und Bodeneinheiten. Situation 1:1'000
- Beilage 2: Dokumentation der bodenkundlichen Sondierungen (Sondierliste).
- Anhang 1: Fotodokumentation.

Situation, Standorte Sondierungen und Bodeneinheiten

Situation 1:1'000



Dokumentation der bodenkundlichen Sondierungen

Projekt: Winterthur, Erweiterung ARA Hard			Ziel der Zustandserhebung: Ausgangszustand			Standort: Gemeinde Winterthur Parz. Nr. WU 6317			Datum der Erhebung: 06.07.2022			Pedologe: bst / Dr. Roland Wyss GmbH			Auftraggeber: Stadt Winterthur, G. Rauchegger			Projekt-Nr. 1197															
Angaben zu Standort und Profil			Schichtung Material			Ver-nässung	Verdi-chung	Feinder-kömmung	Skelett-gehalt	Org.	Fremdstoffe	Ca CO ₃	pH	Gefüge	Schichtmächtigkeiten und pflanzennutzbare Grundigkeit (PnG)				Landw.		WHG	Boden-typ	Unter-typen	Bemerkungen									
Bohrung Nr. 1	Ausgangsmaterial [62]	Geländeform [26]	Horizont-bezeichnung [29], [30]	Von ... [cm u.T.]	bis [cm u.T.]	[cm, g, gg, f] [30]	Unter-typ [18]	Klasse [21]	% Ton [35/36] % Schluff [37/38]	Klasse [19]	Org. Substanz [%] [33/34]	Beschreibung	Karbonatgehaltsklasse [44]	pH Hellige	Typ, Grösse [31], [32]	Mächtigkeit [cm] pro Schicht	Mächtigkeit Oberboden	Mächtigkeit Unterboden	Korrekturfaktor für Skelett	Korrekturfaktor für Vernässung, Verdichtung, Gefüge	Pflanzennutzbare Grundigkeit pro Schicht [cm]	PnG Total [cm] [24]	Klimatisches Nutzungsgebiet [FA124, Tab. 9.2a]	Limitierendes Merkmal [67]	Nutzungseignung	Nutzungseignungsklasse (NEK) [76]	[23]	[16]	[18]	Farbe, Geruch, Durchwurzelung, Regenwürmer, Lage Bohrung, etc. [56]			
																															Schicht-Nr.		
																																Profilart [3]	
																																	SC
1.	16 Ah	-	(x), x] [30]	5	17/25	1	7	4	-	1	Kr2-3	16	16	0	0.93	1	14.9	18	1	G	fg	9	e	O	PA VS KE	Wurzeln, Würmer; dunkelbraun, sandig							
2.	44 C	-	-	1	8	90	0.2	-	5	Ek	28	28	28	0.1	1	2.8													Kies, ocker, Wurzeln bis -44 cm				
3.	44>60 C	-	-	-	9	-	-	-	5	Ek																			Kies, hellgrau; Geröll				
4.																																	
Y: 1263487																																	
Bohrung Nr. 2	Ausgangsmaterial [62]	Geländeform [26]	Horizont-bezeichnung [29], [30]	Von ... [cm u.T.]	bis [cm u.T.]	[cm, g, gg, f] [30]	Unter-typ [18]	Klasse [21]	% Ton [35/36] % Schluff [37/38]	Klasse [19]	Org. Substanz [%] [33/34]	Beschreibung	Karbonatgehaltsklasse [44]	pH Hellige	Typ, Grösse [31], [32]	Mächtigkeit [cm] pro Schicht	Mächtigkeit Oberboden	Mächtigkeit Unterboden	Korrekturfaktor für Skelett	Korrekturfaktor für Vernässung, Verdichtung, Gefüge	Pflanzennutzbare Grundigkeit pro Schicht [cm]	PnG Total [cm] [24]	Klimatisches Nutzungsgebiet [FA124, Tab. 9.2a]	Limitierendes Merkmal [67]	Nutzungseignung	Nutzungseignungsklasse (NEK) [76]	[23]	[16]	[18]	Farbe, Geruch, Durchwurzelung, Regenwürmer, Lage Bohrung, etc. [56]			
																															Schicht-Nr.		
																																Profilart [3]	
																																	SC
1.	17 Ah	-	(x), x] [30]	5	16/25	1	6	3.8	-	0	Kr1-3	17	17	0	0.94	1	16.0	17	1	G	fg	9	e	O	PA VS KE	Wurzeln, dunkelbraun, sandig							
2.	32 C	-	-	1	8	90	0.2	-	5	Ek	15	15	15	0.1	1	1.5													Kies, ocker-braun, Wurzeln				
3.	32>50 C	-	-	-	9	-	-	-	5	Ek																				hellgraues Geröll			
4.																																	
X: 2692100																																	
Y: 1263479																																	
Bohrung Nr. 3	Ausgangsmaterial [62]	Geländeform [26]	Horizont-bezeichnung [29], [30]	Von ... [cm u.T.]	bis [cm u.T.]	[cm, g, gg, f] [30]	Unter-typ [18]	Klasse [21]	% Ton [35/36] % Schluff [37/38]	Klasse [19]	Org. Substanz [%] [33/34]	Beschreibung	Karbonatgehaltsklasse [44]	pH Hellige	Typ, Grösse [31], [32]	Mächtigkeit [cm] pro Schicht	Mächtigkeit Oberboden	Mächtigkeit Unterboden	Korrekturfaktor für Skelett	Korrekturfaktor für Vernässung, Verdichtung, Gefüge	Pflanzennutzbare Grundigkeit pro Schicht [cm]	PnG Total [cm] [24]	Klimatisches Nutzungsgebiet [FA124, Tab. 9.2a]	Limitierendes Merkmal [67]	Nutzungseignung	Nutzungseignungsklasse (NEK) [76]	[23]	[16]	[18]	Farbe, Geruch, Durchwurzelung, Regenwürmer, Lage Bohrung, etc. [56]			
																															Schicht-Nr.		
																																Profilart [3]	
																																	SC
1.	20 Ah	cn	(x)	6	21/30	1	6	2.3	<1	3	Kr3-4	20	20	41	0.94	0.9	16.9												Wurzeln, Würmer, braun				
2.	61 B(A)(C)	g	x	12	27/55	2	19	0.7	<1	5	Krk6-7	41	41		0.81	0.35	11.6												PM KH L2-3	s. wenig Wurzeln, grosse Rostflecken an Gefügestellen, sehr schlechtes Gefüge; hart, ocker und grau			
3.	61>70 C	-	-	1	9	-	-	-	-	5	Ek																			beige; Sand u. Kies/Geröll			
4.																																	
X: 2692092																																	
Y: 1263431																																	
Bohrung Nr. 4	Ausgangsmaterial [62]	Geländeform [26]	Horizont-bezeichnung [29], [30]	Von ... [cm u.T.]	bis [cm u.T.]	[cm, g, gg, f] [30]	Unter-typ [18]	Klasse [21]	% Ton [35/36] % Schluff [37/38]	Klasse [19]	Org. Substanz [%] [33/34]	Beschreibung	Karbonatgehaltsklasse [44]	pH Hellige	Typ, Grösse [31], [32]	Mächtigkeit [cm] pro Schicht	Mächtigkeit Oberboden	Mächtigkeit Unterboden	Korrekturfaktor für Skelett	Korrekturfaktor für Vernässung, Verdichtung, Gefüge	Pflanzennutzbare Grundigkeit pro Schicht [cm]	PnG Total [cm] [24]	Klimatisches Nutzungsgebiet [FA124, Tab. 9.2a]	Limitierendes Merkmal [67]	Nutzungseignung	Nutzungseignungsklasse (NEK) [76]	[23]	[16]	[18]	Farbe, Geruch, Durchwurzelung, Regenwürmer, Lage Bohrung, etc. [56]			
																															Schicht-Nr.		
																																Profilart [3]	
																																	SC
1.	25 Ah	(g)	(x)	6	21/25	1	7	3.2	-	3	Krk4, Br3	25	25	17	0.93	0.85	19.8												Wurzeln u. Würmer, dunkelbraun				
2.	42 B	g	x	6	22/45	1	9	-	-	5	Krk5-6	17	17		0.91	0.55	8.5												PM KH L2	wenig Wurzeln, hart, Würmer; bereichsweise Rostflecken			
3.	72 C	(g)	-	8	90	-	-	-	-	5	Ek	30	30		0.1	1	3.0												F	Kies, Wurzeln; beige			
4.	72>90 C	-	-	9	-	-	-	-	-	5	Ek																			hellgraues, teils rostrot Geröll			
X: 2692120																																	
Y: 1263447																																	
Bohrung Nr. 5	Ausgangsmaterial [62]	Geländeform [26]	Horizont-bezeichnung [29], [30]	Von ... [cm u.T.]	bis [cm u.T.]	[cm, g, gg, f] [30]	Unter-typ [18]	Klasse [21]	% Ton [35/36] % Schluff [37/38]	Klasse [19]	Org. Substanz [%] [33/34]	Beschreibung	Karbonatgehaltsklasse [44]	pH Hellige	Typ, Grösse [31], [32]	Mächtigkeit [cm] pro Schicht	Mächtigkeit Oberboden	Mächtigkeit Unterboden	Korrekturfaktor für Skelett	Korrekturfaktor für Vernässung, Verdichtung, Gefüge	Pflanzennutzbare Grundigkeit pro Schicht [cm]	PnG Total [cm] [24]	Klimatisches Nutzungsgebiet [FA124, Tab. 9.2a]	Limitierendes Merkmal [67]	Nutzungseignung	Nutzungseignungsklasse (NEK) [76]	[23]	[16]	[18]	Farbe, Geruch, Durchwurzelung, Regenwürmer, Lage Bohrung, etc. [56]			
																															Schicht-Nr.		
																																Profilart [3]	
																																	SC
1.	13 yAh	-	(x)	6	24/30	1	9																						Wurzeln, Würmer; braun				
2.	41 yBC	-	(x)-x	6	29/40	2	18																						PM	Wurzeln u. Würmer; ocker; Gefüge mässig			
3.	102 bB	cn	(x)	6	27/45	0	4																						X	KE L1-2	wenig Wurzeln; steif; homogen		
4.	126 BC	g(g)	-	6	25/30	0	3																							G1	graue Matrix, leicht; weich, keine Wurzeln		
X: 2692153																																	
Y: 1263424																																	

Fotodokumentation



Foto 1: Profil Nr. 1 mit Profilwand (links), Gefüge pro Horizont (rechts oben) und Situation (rechts unten; Blick Richtung E); Aufnahme vom 6. Juli 2022.



Foto 2: Profil Nr. 2 mit Profilwand (links) und Situation (rechts unten; Blick Richtung W); Aufnahme vom 6. Juli 2022.



Foto 3: Profil Nr. 3 mit Profilwand (links), Gefüge pro Horizont (rechts oben) und Situation (rechts unten; Blick Richtung W); Aufnahme vom 6. Juli 2022.



Foto 4: Profil Nr. 4 mit Profilwand (links), Gefüge pro Horizont (rechts oben) und Situation (rechts unten; Blick Richtung E); Aufnahme vom 6. Juli 2022.



Foto 5: Profil Nr. 5 mit Profilwand (links), Gefüge pro Horizont (rechts oben) und Situation (rechts unten; Blick Richtung W); Aufnahme vom 6. Juli 2022.



Foto 6: Untersuchungsperimeter mit offenen Profilgruben (Bildmitte) und bestehender ARA (obere Bildhälfte; Blick Richtung E; Luftaufnahme vom 6. Juli 2022).

ENTWURF

Datum	13. August 2024
Erstellt von:	Celina Steffani, Basler & Hofmann AG

Basler & Hofmann AG

—
Bachweg 1

Postfach

CH-8133 Esslingen

T +41 44 387 15 22

—
www.baslerhofmann.ch

Erweiterung ARA Hard Winterthur

Bodenuntersuchungen im Perimeter Ersatzaufforstung

1. Ausgangslage

Das Erweiterungsprojekt der ARA Hard in Winterthur basiert auf der Neuerschliessung von zwei Flächen, eine westlich und eine südöstlich des bestehenden ARA-Geländes sowie südöstlich des Waldes Hardholz. Durch Rodung (rund 28'840 m²) und Ersatzaufforstung (rund 28'790 m²) gehen Wald sowie Ackerflächen verloren und zudem entsteht ein Verlust von Fruchtfolgeflächen.

2. Ausgangszustand

2.1 Standorteigenschaften

Der Ersatzaufforstungsperimeter liegt in der Landwirtschaftszone und ist im Richtplan grösstenteils als Fruchtfolgefläche (FFF, rund 23'060 m²) eingetragen. Er befindet sich im klimatischen Nutzungsgebiet 1 "Ackerbaugebiet". Die Parzellen werden ackerbaulich genutzt. Zum Zeitpunkt der Feldaufnahmen befand sich auf den Parzellen Mais (Süden) und geernteter Weizen (Norden).

2.2 Kartengrundlagen

Gemäss der Bodenkarte des Kanton ZH sind im Ersatzaufforstungsperimeter drei Einheiten kartiert. Dabei machen die Einheiten cT7a und cB22a den Grossteil der Böden im Ersatzaufforstungsperimeters aus. Der Boden in diesem Bereich ist mässig tiefgründig (50 - 70 cm) und normal durchlässig. Der Oberboden wird als steinhaltig bis stark kieshaltig (10 - 30 %) beschrieben und weist die Körnungsklasse sandiger Lehm, Lehm bis lehmiger Schluff auf.

Die im nordwestlichen Teil des Ersatzaufforstungsperimeters gelegene Bodeneinheit eO6g macht einen geringeren Anteil des Ersatzaufforstungsperimeters aus und wird als sehr flachgründig bis flachgründig (< 30 cm) und normal durchlässig beurteilt. Der Oberboden ist als stark steinhaltig (20 - 30 %) beschrieben und weist die Körnungsklasse sandiger Lehm auf.

Gemäss der Nutzungseignungskarte des Kantons Zürich sind die Flächen des Ersatzaufforstungsperimeters hauptsächlich der landwirtschaftlichen Nutzungseignungsklasse (NEK) 3G sowie in einem Teilbereich im Nordwesten der NEK 9G zugeordnet.

Gemäss Hinweisflächen für anthropogene Böden des Kanton ZH handelt es sich im Ersatzaufforstungsperimeter nicht um anthropogene Böden.

Im Bereich des Rodungsperimeters (Arealerweiterung) im Wald existieren keine der oben genannten Kartengrundlagen.

2.3 Eigene Erhebungen

Zur Erhebung des Ausgangszustands wurden am 30. Juli 2024 13 Handbohrungen (11 auf dem Acker / zwei im Wald) durchgeführt. Sämtliche Bohrungen wurden gemäss Klassifikation der Böden der Schweiz¹, der Kartieranleitung² und dem Datenschlüssel 6.2 (vgl. Anhang 1b) beschrieben. Die Lage der Bohrungen ist im Plan in Anhang 1a dargestellt, die Profilbeschreibungen finden sich in Anhang 1b, Fotos in Anhang 1c.

Die ausgeführten Bohrungen bestätigten das Vorkommen von gewachsenen Böden. Basierend auf den gemachten Felderhebungen wurden zwei Teilflächen im Ersatzaufforstungsperimeter mit jeweils ähnlichen Bodeneigenschaften bzw. Nutzungseignungsklassen ausgeschieden (vgl. Anhang 1a). Die Bohrung B10 wird als Ausreisser klassiert und aufgrund des Bodenaufbaus in die Teilfläche 1 integriert. Die Bodeneigenschaften der einzelnen Teilflächen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Parameter	Teilfläche 1	Teilfläche 2
Klimatisches Nutzungsgebiet		1
Bohrungen	B01 – B07, B10 - B11	B08 – B09
Fläche [m²]	23'245	5'545
Untertypen	mehrheitlich - / I1	-
Wasserhaushaltsgruppe	mehrheitlich c	d
Mächtigkeit Oberboden	20 – 38 cm (Ø 31 cm)	36 cm (ohne CA-Horizont)
Mächtigkeit Unterboden	30 – 52 cm (Ø 43 cm)	0 cm
Bodenart Oberboden	Lehm	Lehm
Bodenart Unterboden	Lehm – toniger Lehm	-
Skelettgehalt Oberboden	10 – 20 %	10 – 20 %
Neigung	meist eben (0 – 5 %)	
Pflanzennutzbare Gründigkeit (pnG)	51 – 66 cm (Ø 57 cm)	39 – 40 cm (Ø 39.5 cm)
Nutzungseignungsklasse (NEK) / Limitierung	2/ Gründigkeit	4/ Gründigkeit
FFF-Kriterien nach Sachplan	Erfüllt	Nicht erfüllt

¹ Klassifikation der Böden Schweiz. Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, 2010.

² Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden. FAL, Agroscope, 1997.

FFF-Kriterien nach Kanton ZH

Erfüllt

Erfüllt

Tabelle 1

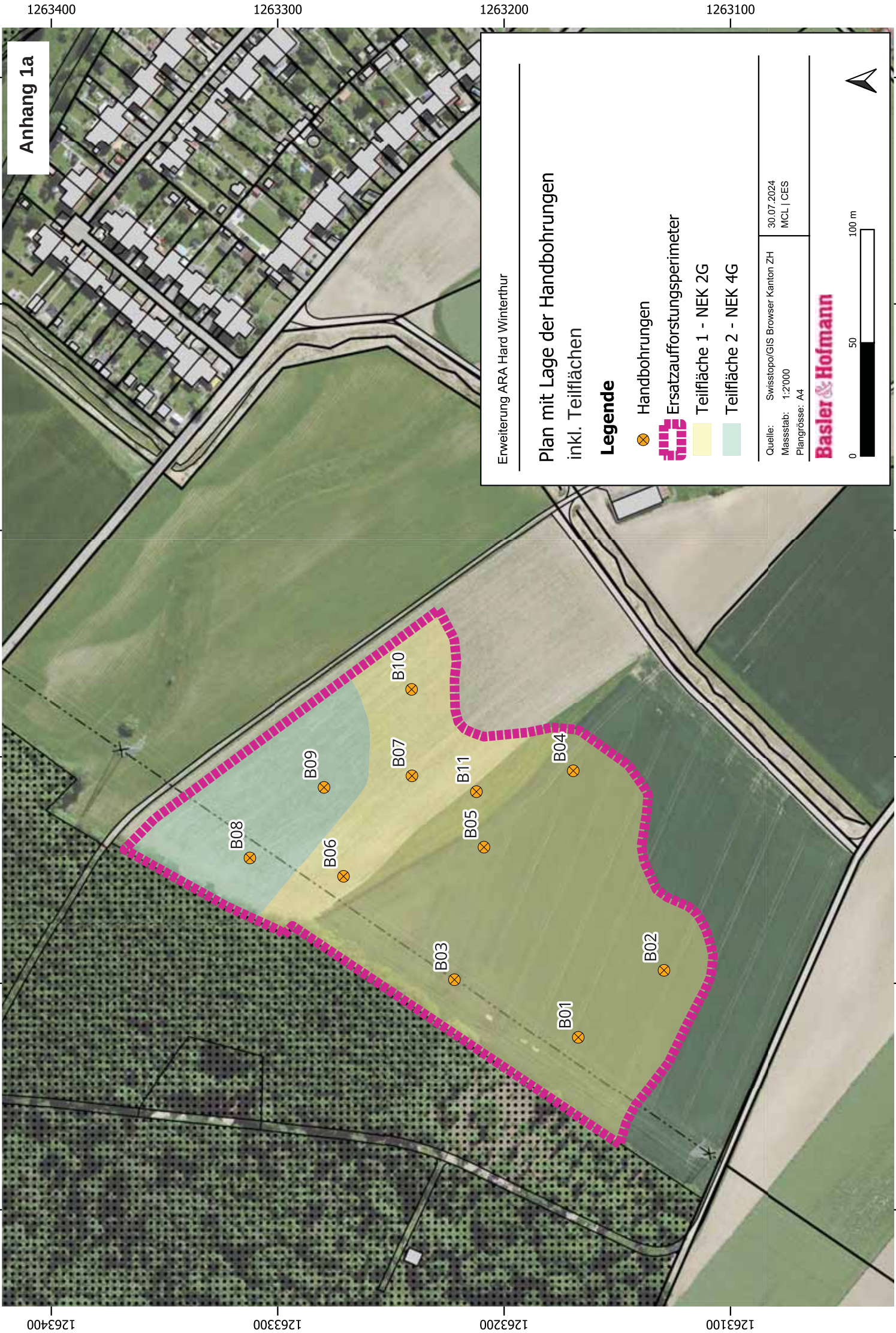
Bodeneigenschaften im Ersatzaufforstungsperimeter

Zwei Bohrungen wurden im Bereich des Rodungsperimeters durchgeführt (vgl. Anhang 1a). Der Boden der Bohrung B01 weist einen rund 15 - 20 cm mächtigen Ober- und rund 50 cm mächtigen Unterboden auf. Der Boden in diesem Bereich ist mässig tiefgründig (50 - 70 cm) und normal durchlässig. Der Oberboden wird als skelettarm (< 5 %) beschrieben und weist die Körnungsklasse Lehm auf. Der Boden der Bohrung B02 konnte nur bis 40 cm erbohrt werden, danach fiel das gesamte Material mehrmals aus dem Beprobungswerkzeug. Bis 40 cm handelt es sich um Oberboden mit der Körnungsklasse sandiger Lehm und wird als schwach skeletthaltig beschrieben (5 – 10 %).

2.4 Schlussfolgerung

Die Gründigkeit erweist sich als hauptsächlich limitierend für die landwirtschaftliche Nutzung. Entsprechend liegen im Ersatzaufforstungsperimeter nebst Böden der NEK 4G (5'545 m²) grösstenteils Böden der NEK 2G (23'245 m²) vor.

Somit weist der gesamte Ersatzaufforstungsperimeter gemäss Praxis Kanton Zürich eine FFF-Qualität auf. Somit gehen durch die Ersatzaufforstung abzüglich eines 10 m Waldabstandes rund 26'240 m² vollwertige FFF verlustig (vgl. Anhang 1d).



Anhang 1a

Erweiterung ARA Hard Winterthur

Plan mit Lage der Handbohrungen inkl. Teilflächen

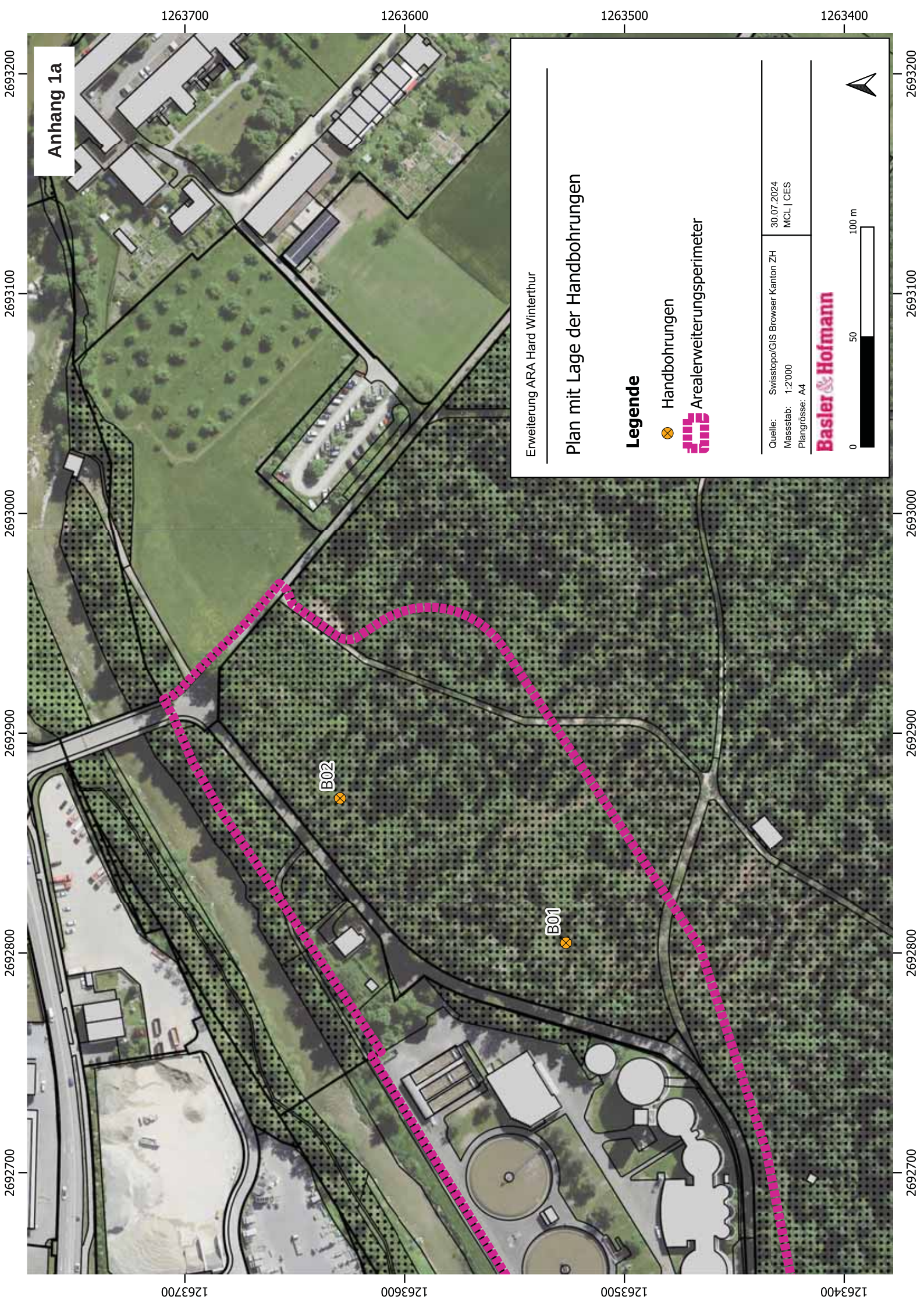
Legende

- Handbohrungen
- Ersatzaufforstungsperimeter
- Teilfläche 1 - NEK 2G
- Teilfläche 2 - NEK 4G

Quelle: Swisstopo/GIS Browser Kanton ZH
Massstab: 1:2'000
Plangrösse: A4

Basler & Hofmann





Anhang 1a

Erweiterung ARA Hard Winterthur

Plan mit Lage der Handbohrungen

Legende

- Handbohrungen
- Arealerweiterungsperimeter

Quelle: Swissstop/GIS Browser Kanton ZH
Massstab: 1:2'000
Plangrösse: A4

30.07.2024
MCL | CES

Basler & Hofmann



Projekt: Erweiterung ARA Hard Winterthur - Aufforstungsperimeter

Basler Hofmann

Standort Informationen		Horizont	von Tiefe	bis Tiefe	Gelüge	organische Substanz %	Ton %	Schluff %	Kies %	Steine %	Karbonat/pH	Bodenschicht OB/UB/-	Verwertungs- klasse vp/ev/hv	Faktoren	Planzennutzbar	Grundigkeit	Bemerkungen (z.B. Farbe, Geruch, Fremdstoffe)	Interpretation		
Sonderung Nr.	B03																		PNG	56
Art der Sondierung	H+U	Ah	0	31	Sp2	4	23	30	7	5	2	0B	vp	0.88	1	27			WHG	C
Bohrtiefe	~85 GW-Stand	B	31	49	P0.3/4	1.2	32	30	9	5	0	UB	vp	0.86	1	15		gutes Gelüge		
Geländeform	a Nutzungsgebiet	CB (x)	49	75	P0.5/K0	1.2	37	35	15	7	0	UB	vp	0.78	0.6	12		komplexer aufgrund Kompaktion	Bodentyp	B
Wurzeln bis	85 cm	BC	75	85	K0	1.1	35	35	25	12	5	UG	-	0.63	0.25	2			NEK	2G
Vegetation	Flais																	FFF nach Sachplan erreicht	X	
Belastungshinweise	-																	Bodenpunktzahl		
Problemplanzen	-																			
Untertypen	-																			
nach ~60cm mit Fußgelbohrer aufgestanden																				
Sonderung Nr.	B02																		PNG	53
Art der Sondierung	H+U	Ah	0	30	Sp2	4	23	35	5	5	3	0B	vp	0.9	1	27		gutes Gefüge leicht kompakt Feils	WHG	g
Bohrtiefe	100 GW-Stand	B(g)	30	56	P0.2/3/1.2	1.2	33	35	10	7	0	UB	vp	0.83	0.3	19		komplexer aufgrund Kompaktion	Bodentyp	B
Geländeform	a Nutzungsgebiet	CB g	56	69	P0.5/K0	1.2	38	35	15	7	0	UB	vp	0.78	0.5	4		sandig	NEK	2I
Wurzeln bis	~85cm	BC g	69	80	K0/P0.5	1.1	27	20	40	12	0	UG	-	0.48	0.25	1		vergräutelter Komplex	FFF nach Sachplan erreicht	X
Vegetation	Flais	(PK) g x	80	100	K0	1.1	45	35	15	7	0	UG	-	0.78	0.1	7			Bodenpunktzahl	
Belastungshinweise	-																			
Problemplanzen	-																			
Untertypen	12																			
Bis ~68cm mit Fußgelbohrer, danach mit Pflücker																				
Sonderung Nr.	B01																		PNG	60
Art der Sondierung	H+U	Ah	0	20	K0	3.5	21	30	9	7	2	0B	vp	0.89	1	17			WHG	C
Bohrtiefe	89 GW-Stand	BAh	20	38	Sp2/B3.5/2.1	2.8	28	28	9	7	2	0B	vp	0.85	1	15			Bodentyp	B
Geländeform	a Nutzungsgebiet	B(g)	38	70	P0.2/3/1.2	1.2	33	35	20	8	2	UB	vp	0.72	0.9	21			NEK	2G
Wurzeln bis	88 cm	CB (g)	70	85	P0.4/1.5	1.1	31	35	30	12	4	UB	vp	0.68	0.6	6		zu wenig Material	FFF nach Sachplan erreicht	X
Vegetation	Flais	BC(g)	85	88	K0	1.1	-	-	30	12	5	UG	-	0.68	0.25	1			Bodenpunktzahl	
Belastungshinweise	-																			
Problemplanzen	-	-bis ins C			durchwurft															
Untertypen	11																			
nach ~35cm mit Fußgelbohrer aufgestanden																				

Aufnahmedatum 30.07.2024

Kurzel: CES

Projekt: Erweiterung ARA Hard Winterthur - Aufforstungssperimeter

Basler Hofmann

Standard Informationen		Horizont	von Tiefe	bis Tiefe	Gefüge	organische Substanz %	Ton %	Schluff %	Kies %	Steine %	Karbonat/pH	Bodenschicht OB/UB/-	Verwertungsklasse vp/ev/nv	Faktoren	Pflanzennutzbare Grundigkeit	Bemerkungen (z.B. Farbe, Geruch, Fremdstoffe)	Interpretation		
Sondierung Nr.	Art der Sondierung:																	PNG	WHG
	Bohrtiefe: GW-Stand																		
	Geländeform: Nutzungsgebiet																	Bodentyp	
	Wurzeln bis:																	NEK	
	Vegetation:																	FFF nach Sachplan erreicht	□
	Belastungshinweise:																	Bodenpunktzahl	
	Problempflanzen:																		
	Untertypen:																		
Sondierung Nr. B05	Art der Sondierung: H+U	Ab	0	20	Sp2	3.5	23	30	7	7	7	0	UB	vp	0.84	1	17	PNG	56
	Bohrtiefe: ~95 GW-Stand: -	AB	20	35	P02	1.8	28	35	17	7	0	UB	vp	0.76	1	11	oder evtl. BA	WHG	C
	Geländeform: a Nutzungsgebiet: 1	B(2)	35	70	P04/5	1.1	37	30	9	7	0	UB	vp	0.84	0.85	25	kompakter Boden aufgrund Tongehalt	Bodentyp	B
	Wurzeln bis: ~80	BCg	70	85	Ko	1.1	25	30	12	7	5	UG	-	0.88	0.25	3		NEK	2G
	Vegetation: Mais/AK																	FFF nach Sachplan erreicht	X
	Belastungshinweise: -																	Bodenpunktzahl	
	Problempflanzen: -																		
	Untertypen: 1/1																		
Boden ist sehr hart & schwer zu etbohren																			
Sondierung Nr. B04	Art der Sondierung: H+U	Ab	0	29	Sp2	3.5	23	35	7	7	2	0B	vp	0.86	1	25		PNG	51
	Bohrtiefe: 100 GW-Stand: -	B(2)	29	40	P02/B	1.5	33	30	15	7	2	UB	vp	0.78	0.8	8		WHG	c
	Geländeform: a Nutzungsgebiet: 1	B(2)	40	51	P05/Ko	1.5	42	35	15	7	2	UB	vp	0.78	0.85	7	kompakt aufgrund Tongehalt	Bodentyp	B
	Wurzeln bis: ~65cm	CB(2)	51	69	P07/Ko	1.1	29	35	25	12	5	UB	vp	0.63	0.6	7		NEK	2G
	Vegetation: Mais	BC	69	100	Ko	1.1	14	20	38	15	5	UG	-	0.47	0.25	4		FFF nach Sachplan erreicht	X
	Belastungshinweise: -																	Bodenpunktzahl	
	Problempflanzen: -																		
	Untertypen: 1/1																		

bis ~56cm mit Flügelbohrer, danach aufgestanden

Aufnahmedatum: 30.07.2024

Kürzel: CES

TF1

TF1

Projekt: Erweiterung ARA Hard Winterthur - Aufforstungsperimeter

Basler Hofmann

Standard Informationen			Horizont	von Tiefe	bis Tiefe	Gefüge	organische Substanz %	Ton %	Schluff %	Kies %	Steine %	Karbonat/pH	Bodenschicht OB/UB/-	Verwertungsklasse v/ev./nv	Faktoren	Pflanzennutzbare Grundigkeit	Bemerkungen (z.B. Farbe, Geruch, Fremdstoffe)	Interpretation			
Sondierung Nr.	Bot		Ah	0	36	Sp2	4	23	35	7	5	2	OB	Vp	0.88	1	32	oberste ca. 20cm haben Kalk	PNG	66	
Art der Sondierung	H+U		Bh	36	64	P0.3/4	1.8	20	30	10	7	0	UB	Vp	0.83	0.9	21		WHG	C	
Bohrtiefe	100 GW-Stand		CB	64	88	P0.4/5	1.2	33	35	10	7	4	UB	Vp	0.83	0.6	12		Bodentyp	B	
Geländeform	a Nutzungsgebiet		BC	88	100	P0.5/100	1.3	35	35	20	12	5	UG	-	0.15	0.25	1		NEK	2G	
Wurzeln bis	~ 82cm																	FFF nach Sachplan erreicht	X		
Vegetation	AK (geerntetes Getreide)																	Bodenpunktzahl			
Belastungshinweise	-																				
Problemplanzen	-																				
Untertypen	1A																				
bis ~ 50cm mit Füllgelbohrer																					
Sondierung Nr.	B08		Ah	0	36	Sp2	4	23	35	7	5	3/4	OB	Vp	0.88	1	32		PNG	40	
Art der Sondierung	H+U		CA	36	55	Sp2/10	2.5	23	30	35	12	5	OB	-	0.53	0.75	8		WHG	d	
Bohrtiefe	55 GW-Stand		vermutlich C																Bodentyp	O	
Geländeform	b Nutzungsgebiet																		NEK	4G	
Wurzeln bis	~ 51																	FFF nach Sachplan erreicht			
Vegetation	AK (geerntetes Getreide)																	Bodenpunktzahl			
Belastungshinweise	-		- mit Füllgelbohrer																		
Problemplanzen	-		- mit Füllbohrer																		
Untertypen	-																				
wie B08 - sehr oft aufgestanden																					
Sondierung Nr.	B09		Ah	0	36	Sp2	4	23	35	7	5	2	OB	Vp	0.88	1	32	Ziegelstücken	PNG	39	
Art der Sondierung	H+U		CA	36	50	P0.2	3	23	30	22	7	5	OB	-	0.71	0.75	7		WHG	d	
Bohrtiefe	50 GW-Stand		vermutl. C																Bodentyp	O	
Geländeform	a Nutzungsgebiet																		NEK	4G	
Wurzeln bis	~ 45cm																	FFF nach Sachplan erreicht			
Vegetation	AK (geerntetes Getreide)																	Bodenpunktzahl			
Belastungshinweise	-		- 5x mit Füllgelbohrer																		
Problemplanzen	-		- 5x mit Füllbohrer																		
Untertypen	-		herausgefallen																		

Aufnahmedatum: 30.07.2024

Kürzel: CES

Projekt: Erweiterung ARA Hard Winterthur - Aufforstungsperimeter

Standard
Informationen

Bemerkungen
(z.B. Farbe, Geruch
Fremdstoffe)

Verwertungsklasse
Vp/ev./inv

Grundigkeit

Interpretation

Sondierung Nr.:	B06
Art der Sondierung:	H+U
Bohrtiefe:	82 GW-Stand
Geländeform:	a Nutzungsgebiet
Wurzeln bis:	mind. 58cm
Vegetation:	AK
Belastungshinweise:	-
Problemplanzen:	-
Untertypen:	1A

Horizont

von Tiefe

bis Tiefe

Gelüge

organische
Substanz %

Ton %

Schluff %

Kies %

Steine %

Karbonatph

Bodenschicht
08/UB/-

Faktoren

Pflanzennutzbare

PNG

WHG

Bodentyp

NEK

FFF nach Sachplan erreicht

Bodenpunktzahl

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

weisses Pulver
kein Material

am aufgestanden

möglich

TF1

Anhang 1b

Projekt:	Erweiterung	ARA Hard Winterthur - Rodungsperimeter (Wald)	Arealerweiterung!	Basis

Basler & Hofmann

[illegible]

Aufnahmedatum: 30.07.2024

Kurzel: CFS

Datenschlüssel 6.2 für Profilblatt (mit Ergänzungen Bodenkartierung Kanton Solothurn, März 2015 ■)

3 Profilart P Profil B Böschung, Kiesgrube C Bohrung Bohrfahrzeug H Bohrung Holländer U Pürckhauer X andere 16 Bodentypen (Auswahl) 17 O Regosol 1322 F Fluvisol 1322 R Rendzina 1333 K Kalkbraunerde 1353 B Braunerde 1352 T Parabraunerde 1355 E Saure Braunerde 1351 Q Braunpodsol 1361 P Eisenpodsol 1368 Z Phänozem 2342 Y Schwarzem-Pseudogley 4356 I Pseudogley 4376 V Braunerde-Gley 6352 W Buntgley 6376 G Fahlgley 6386 N Halbmoor 6582 M Moor 6592 A Aueboden 8322 X Auffüllung ■ -

18

Untertypen

P

Profilschichtung-/umlagerung

PE

erodiert

PK

kolluvial

PM

anthropogen

PA

alluvial

PU

überschüttet

PS

auf Seekreide

PP

polygenetisch

PL

aeolisch

PT

mit Tortzwischen-schicht(en)

PD

stark durchlässiger Untergrund

PB

terrassiert ■

V

Vermittlungsstuf./extr. Körnung

VL

lithosolisch (< 10 cm u.T.)

VF

auf Fels (10 – 60 cm u.T.)

VU

klüftig

VA

karstig

VK

blockig

VB

psephitisch (extr. kiesig)

VVS

psammilisch (extr. sandig)

VT

pelitisch (extr. feinkörnig)

E

Säuregrad (pH CaCl₂)

E0

alkalisch

> 6,7

E1

neutral

6,2 – 6,7

E2

schwach sauer

5,1 – 6,1

E3

sauer

4,3 – 5,0

E4

stark sauer

3,3 – 4,2

E5

sehr stark sauer

< 3,3

KE

Karbonatgehalt

KE

teilw. entkarbonatet

KH

karbonathaltig

KR

karbonatreich

Kf

kalkflaumig

KT

kalktuffig

Kf

natriumhaltig

FA

Verteilung des Fe-Oxids

FB

verbraunt

FP

podsolig

FE

eisenhüllig

FQ

quarkörnig

FM

marmoriert

FK

konkretionär

FG

graufleckig

FG

graufleckig marmoriert ■

FR

nassgebleicht ■

FR

rubefiziert

Z

Gefüge, Zustand

ZS

krümelig, bröcklig (stabil)

ZK

klumpig

ZT

tonhüllig

ZV

vertisolisch

ZL

lablagregiert

ZP

pelosolisch

L

Lagerungsdichte

L1

locker

L2

verdichtet

L3

kompakt

L4

verhärtet

LM

mechanisch verdichtet ■

I

Stau-nässe

I1

schwach pseudogleyig

I2

pseudogleyig

I3

stark pseudogleyig

I4

sehr stark pseudogleyig

G

Fremdnässe wechselnd

G1

grundeucht

G2

schwach gleyig

G3

gleyig

G4

stark gleyig

G5

sehr stark gleyig

G6

extrem gleyig

R

Fremdnässe dauernd

R1

schwach grundnass

R2

grundnass

R3

stark grundnass

R4

sehr stark grundnass

R5

sumpfig

D

Drainage

DD

drainiert

M

org. Substanz aerob

ML

rohhumos

MF

modrighumos

MA

humusarm

MM

humuslos

MH

huminstoffreich

O

org. Substanz hydromorph

OM

anmoorig

OS

sapro-organisch

OA

antorfig

OF

flachtorfig

OT

tieftorfig

T

Typenausprägung

T1

schwach ausgeprägt

T2

ausgeprägt

T3

degradiert

H

Horizontierung

HD

diffus

HA

abrupt horizontalisiert

HU

unregelmässig horizontalisiert

HB

biologisch durchmischt

HT

tiefeigflügl, rigolt

Fotos der Handbohrungen im Ersatzaufforstungsperimeter



Übersichtsfoto Blickrichtung Nordosten



Bohrung B01



Bohrung B02



Bohrung B03



Bohrung B04



Bohrung B05



Bohrung B06



Bohrung B07



Bohrung B08



Bohrung B09



Bohrung B10



Bohrung B11

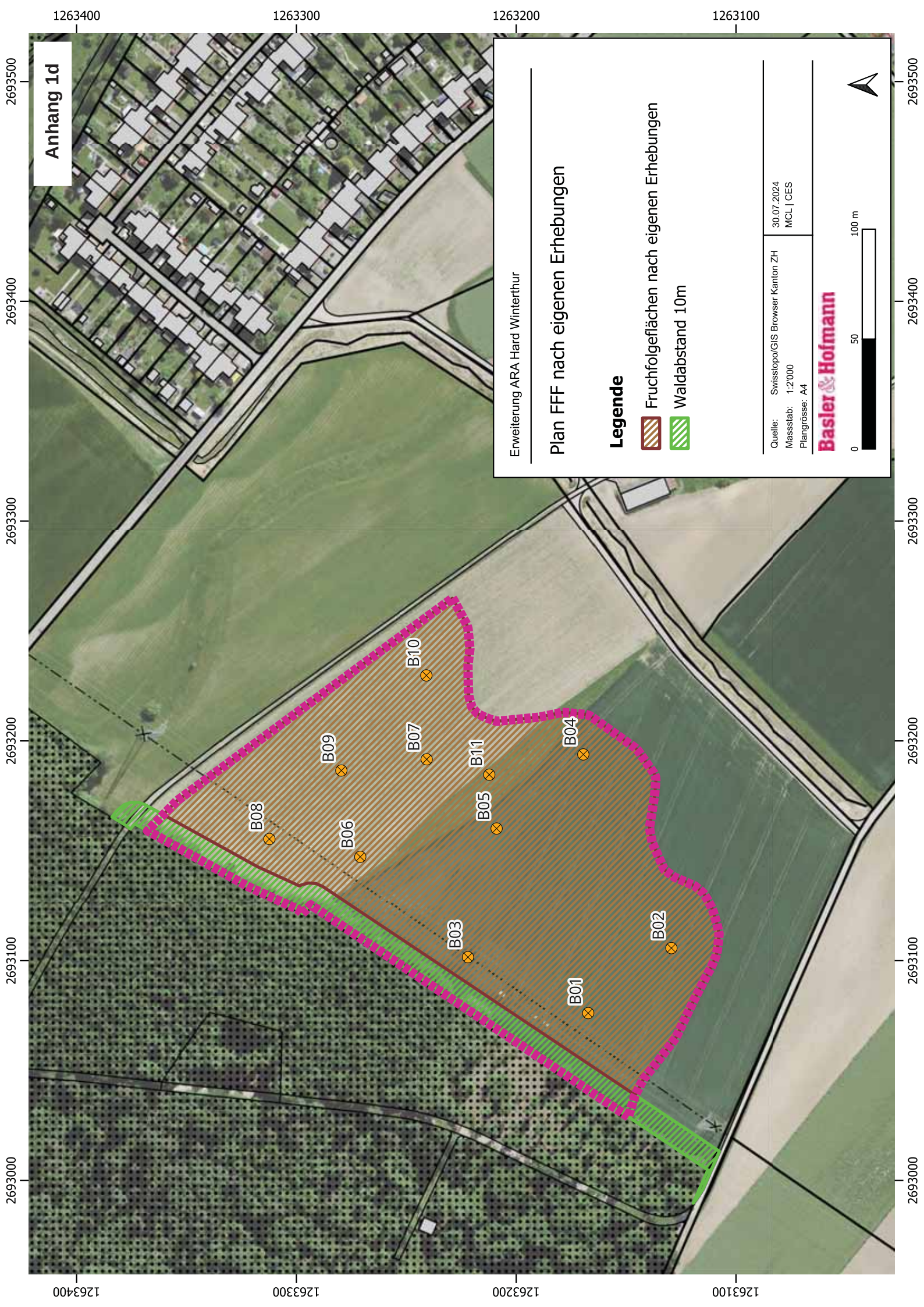
Fotos der Handbohrungen im Arealerweiterungs- / Rodungsperimeter (Wald)



Bohrung B01



Bohrung B02



Anhang 1d

Erweiterung ARA Hard Winterthur

Plan FFF nach eigenen Erhebungen

Legende

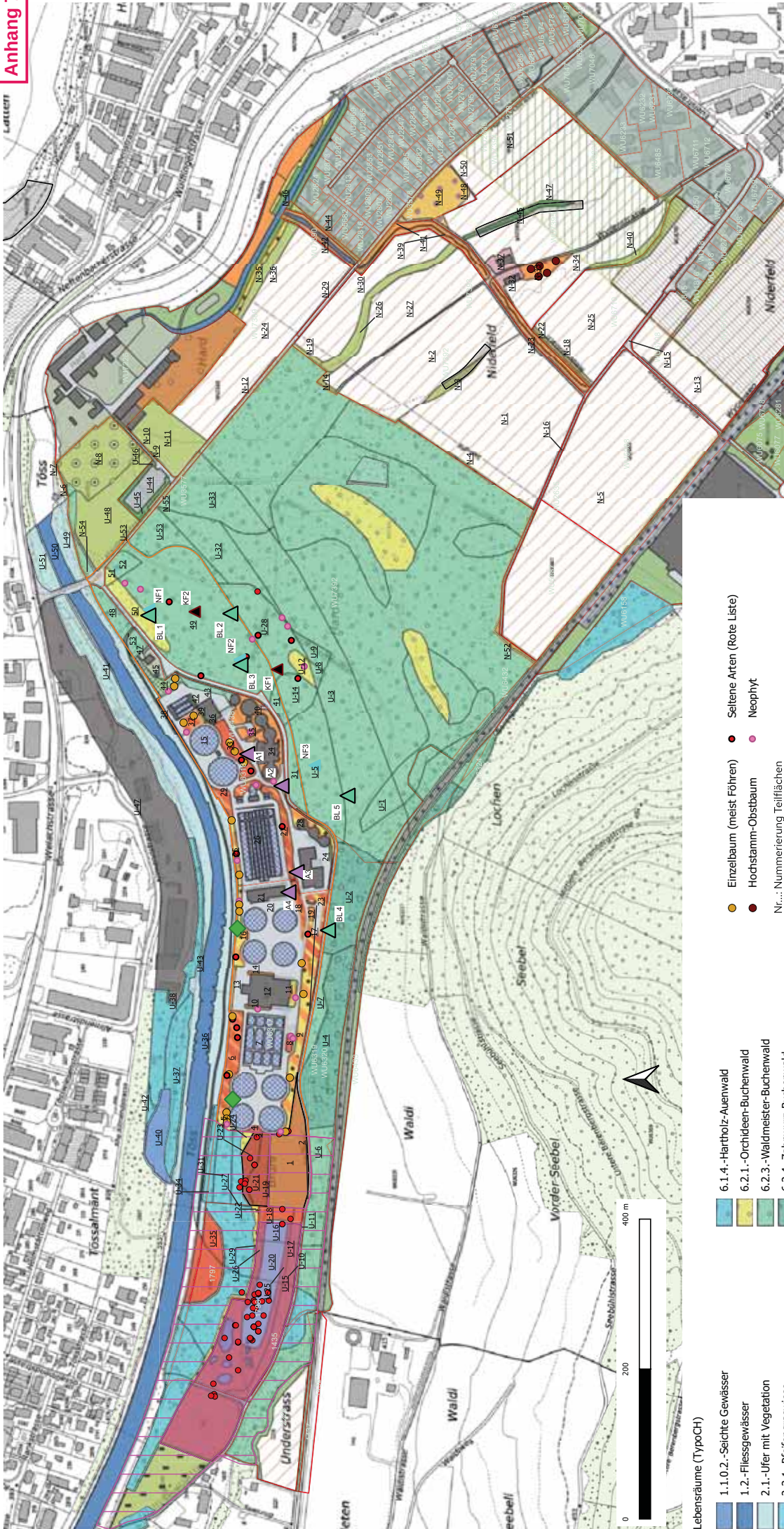
-  Fruchfolgeflächen nach eigenen Erhebungen
-  Waldabstand 10m

Quelle: SwissTopo/GIS Browser Kanton ZH
Massstab: 1:2'000
Plangrösse: A4

30.07.2024
MCL | CES

Basler & Hofmann





Lebensräume (TypoCh)

- 1.1.0.2.-Seichte Gewässer
- 1.2.-Fließgewässer
- 2.1.-Ufer mit Vegetation
- 2.3.1.-Pfeifengraswiese
- 4.0.2.-Rasenflächen u. Umgebungsrün
- 4.2.4.-Mitteleuropäischer Halbrockenrasen
- 4.2.4./4.5.1.2.-Mitteleuropäischer Halbrockenrasen Mosaik Typ. Fromentalwiese
- 4.2.4./5.1.2.-Mitteleuropäischer Halbrockenrasen Mosaik Mesophiler Krautsaum
- 4.5.-Grünland (nicht kartiert)
- 4.5.1.1.-Kraulgraswiese
- 4.5.1.2.-Typische Fromentalwiese
- 4.5.1.2./5.1.2.-Fromentalwiese Mosaik trockener Saum
- 4.5.1.2./8.1.4.-Fromentalwiese mit Einzelbäumen
- 4.5.3.-Fettwäde
- 5.1.2.-Mesophiler Krautsaum
- 5.3.3.-Mesophiles Gebüsch / Hecke
- 5.3.5.-Gebüschreiche Vorwaldgesellschaft (Waldrand)

- 6.1.4.-Hartholz-Auenwald
- 6.2.1.-Orchideen-Buchenwald
- 6.2.3.-Waldmeister-Buchenwald
- 6.2.4.-Zahnwurz-Buchenwald
- 7.1.-Trittrassen u. Ruderalfluren (Kiesfläche)
- 8.1.4./4.5.1.1.-Hochstamm-Obstgarten mit Fettwiese
- 8.2.-Feldkulturen
- 8.2.1.2.-Ackerelemente (BFF)
- 8.2.3.-Hackfruchtacker, Garten
- 9.2.-Gebäude
- 9.2./4.0.2.-Gebäude und Umschwung
- 9.2.3.-ARA-Becken
- 9.3.2.-Strasse (versiegelt)
- 9.3.3.-Naturstrasse
- 9.3.3./7.1.2.-Naturstrasse mit Vegetation
- 9.3.4.-Bahngleis
- 9.4.-versiegelte Plätze

- Einzelbaum (meist Föhren)
- Hochstamm-Obstbaum
- Nr... Nummerierung Teilflächen
- N = Niederfeld
- U = Umgebung Ausbau ARA (Puffer von 100m)

- Seltene Arten (Rote Liste)
- Neophyt

- Nr... Nummerierung Teilflächen
- N = Niederfeld
- U = Umgebung Ausbau ARA (Puffer von 100m)

Beobachtungspunkte (Fauna)

- Fledermäuse
- Ausflug Gebäude
- Datenlogger (im Wald)
- Nachtfalter u. xylobionte Käfer
- Käfer-Fallen
- Nachtfalter-Fallen

Schutzobjekte

- Anphibien (IANB ZH1286)
- Kernzone (A)
- Umgebungsbereich (B)
- Kommunale Schutzgebiete
- Gestaltungsplan
- Freihaltezone
- Bauzone
- Aufwertungsgebiet Niederfeld

Erweiterung ARA Hard, Stadt Winterthur

Ausgangszustand ARA

Situationsplan

Plannummer:	0001	Gezeichnet:	us
Massstab:	1:5000	Plangrösse:	A3
Datum:	04.10.2024	Revision:	04.10.2024 - v1

Auftraggeber & Bauherrschaft:
Stadt Winterthur
Departement Technische Betriebe
Stadtgrün Winterthur
Ökologie und Freiraumplanung
Turbinenstrasse 16
8403 Winterthur

QUADRA

Lebensräume für Mensch und Natur

Quadra GmbH
Rötelstrasse 84, 8057 Zürich
043 366 83 90
www.quadragmbh.ch

***Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung IANB ZH 1286 Bruni
(Neftenbach, Pfungen, Winterthur)***

Erweiterung Kläranlage Hard – Beurteilung möglicher Ausgleichsmassnahmen

zuhanden der quadra gmbh

Entwurf

Mario Lippuner
Biologe M.Sc. UZH und Dipl. Ingenieur

Büro für angewandte Ökologie
Regionalvertretung KARCH Kanton Zürich

***Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung IANB ZH 1286 Bruni
(Neftenbach, Pfungen, Winterthur)***

Erweiterung Kläranlage Hard – Beurteilung möglicher Ausgleichsmassnahmen

zuhanden der quadra gmbh

Entwurf

Zürich, 13. März 2024

Auftraggeberin:

*quadra gmbh
Rötelstrasse 84
8057 Zürich*

Auftragnehmer und Autor:

*Mario Lippuner
Biologe M.Sc. UZH und Dipl. Ingenieur
Büro für angewandte Ökologie
Regionalvertretung KARCH Kanton Zürich
Aegertenstrasse 6
8003 Zürich*

Ausgangslage

Vorliegend werden im Rahmen einer Kurzbeurteilung die von der quadra gmbh angedachten Ausgleichsmassnahmen für eine mögliche Erweiterung der Kläranlage Hard in den Schutzbereich B des nationalen Amphibienlaichgebiets IANB ZH 1283 Bruni beurteilt.

Es ist eine Reihe von Kleingewässern am von West nach Ost verlaufenden Hangfuss vorgesehen (Abb. 1, Standort 2). Stellenweise sind dort zwischen der Strasse und dem Hangfuss ebene Flächen vorhanden, die für den Bau von Gewässern genutzt werden könnten (Abb. 2, blaue Flecken). Die Ideen für die Standorte 1 und 3 mussten aufgrund der Eigentumsverhältnisse verworfen werden.



Abbildung 1: Lokalisierung der geprüften Standorte für Ausgleichsmassnahmen 1-3.

Im Amphibienlaichgebiet IANB ZH 1286 Bruni kommen aktuell der Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*), der Fadenmolch (*Lissotriton helveticus*), die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), die Erdkröte (*Bufo bufo*), der Teichfrosch/Kleine Wasserfrosch (*Pelophylax esculentus*/*P. lessonae* bzw. *P. bergeri*) und der Grasfrosch (*Rana temporaria*) vor (Tab. 1). Potenziell wären zusätzliche Vorkommen von Kammolch (*Triturus cristatus*), Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) und Laubfrosch (*Hyla arborea*) möglich. Diese Arten kommen in umliegenden Laichgebieten vor (IANB ZH 1015 Weiertal, IANB ZH 1004 Totentäli und allenfalls in dem Gebiet Berenbergsschlössli).

Tabelle 1: Die in IANB ZH 1286 Bruni vorkommenden Amphibienarten (grau hinterlegt) sowie die weiteren in umliegenden Laichgebieten vorkommenden Amphibienarten.

Systematik			Status	
Ordnung	Schwanzlurche	<i>Caudata</i> oder <i>Urodela</i>	Rote Liste CH ¹	EU FFH-Richtlinie ²
Familie	Salamanderartige	<i>Salamandridae</i>		
Gattung	Molche	<i>Triturus</i> RAFINESQUE		
	Kammolch	<i>Triturus cristatus</i> (LAURENTI) 1768	EN stark gefährdet	IV
	Fadenmolch	<i>Lissotriton h. helveticus</i> (RAZOUKOWSKY) 1789	VU verletzlich	-
	Bergmolch	<i>Ichthyosaura a. alpestris</i> (LAURENTI) 1768	LC nicht gefährdet	-
Ordnung	Froschlurche	<i>Salientia</i> oder <i>Anura</i>		
Familie	Scheibenzüngler	<i>Discoglossidae</i>		
Gattung	Unken	<i>Bombina</i> OKEN		
	Gelbbauchunke	<i>Bombina v. variegata</i> (LINNAEUS) 1758	EN stark gefährdet	IV
Gattung	Geburtshelferkröten	<i>Alytes</i> WAGLER		
	Geburtshelferkröte	<i>Alytes o. obstetricans</i> (LAURENTI) 1768	EN stark gefährdet	IV
Familie	Kröten	<i>Bufo</i> LAURENTI		
Gattung	Echte Kröten	<i>Bufo</i> LAURENTI		
	Erdkröte	<i>Bufo b. bufo</i> (LINNAEUS) 1758	VU verletzlich	-
Familie	Laubfrösche	<i>Hylidae</i>		
Gattung	Laubfrösche	<i>Hyla</i> LAURENTI		
	Europäischer Laubfrosch	<i>Hyla a. arborea</i> (LINNAEUS) 1758	EN stark gefährdet	IV
Familie	Frösche	<i>Ranidae</i>		
Gattung	Wasserfrösche	<i>Pelophylax</i> FITZINGER		
	Kleiner Wasserfrosch	<i>Pelophylax lessonae</i> CAMERANO 1882	NT potenziell gefährdet	IV
	Teichfrosch	<i>Pelophylax esculentus</i> LINNAEUS 1758	NT potenziell gefährdet	V
Gattung	Echte Frösche	<i>Rana</i> LINNAEUS		
	Grasfrosch	<i>Rana t. temporaria</i> LINNAEUS 1758	LC nicht gefährdet	V

Beurteilung

Am Standort 2 ist der Bau von Gewässern grundsätzlich möglich. Aufgrund der Platzverhältnisse eignet sich der Standort aber nur für kleine Lösungen. Entsprechende Kleinstgewässer leisten erfahrungsgemäss langfristig keinen grossen Beitrag an den Erhalt von grösseren und stabilen Populationsreserven. Der Erhalt und die Förderung von entsprechenden Populationsreserven sind eines der Ziele der Verordnung über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebiete-Verordnung AlgV).

Neue Modellierungsstudien stützen diese Erfahrungen. MOOR et al. (2022), SIFFERT et al. (2022) und MOOR et al. (im Druck) zeigen, dass die zunehmende Grösse bzw. Menge der Wasserflächen für Amphibien generell positiv wirkt. Die erforderlichen Wasserflächen übersteigen dabei die in den meisten Amphibienlaichgebieten vorhandenen Flächen sehr deutlich. Die quadratischen Effekte (Nachweis eines Optimums) sind hingegen weniger wichtig – es gilt also: je mehr Wasserfläche, desto besser.

¹ SCHMIDT & ZUMBACH (2005)

² Die Richtlinie hat zum Ziel, wildlebende Arten, deren Lebensräume sowie die europaweite Vernetzung dieser Lebensräume zu sichern und zu schützen und gibt Schutzkategorien wieder.

Flächen, die einen fundamentalen Beitrag zur Stützung der Amphibienbestände im Amphibienlaichgebiet Bruni beitragen und Source-Populationen ermöglichen könnten, wären im Osten des Standortes 2 vorhanden (Abb. 2, rote Flächen). Hier sind bereits Senken vorhanden, und Wasserflächen mit einer vergleichsweise grossen Gesamtfläche von rund 1'800 m² wären hier möglich. Zusammen mit den kleineren Gewässern entlang des gesamten Hangfusses (Abb. 2, blaue Flecken), die vor allem eine wichtige Grundlage für eine funktionelle Vernetzung (ökologische Vernetzung im Sinne des Metapopulationskonzepts mit Optimalhabitaten, Nebenhabitaten und Trittsteinen nach HANKI 1989, 1991, HANSKI & GILPIN 1991, HANSKI & GYLLENBERG 1993, KADMON & PULLIAM 1993 und mit Source- und Sink-Populationen nach PULLIAM 1988) bieten können, könnte dies eine erhebliche Aufwertung des Amphibienlaichgebietes Bruni bedeuten. Zudem würde damit die ökologische Anbindung an die umliegenden Amphibienlaichgebiete IANB ZH 1015 Weihertal, IANB ZH 1004 Totentäli und Berenbergschlössli verbessert werden (Abb. 3).

Wichtig ist, dass die Gewässer möglichst vielfältig ausgestaltet werden, was die Permanenz, die Grösse und die Beschattung bzw. Besonnung anbelangt. Der grosse Wert von ephemeren Gewässern bzw. die Bedeutung des Faktors Austrocknung wird zum Beispiel von SKELLY (1996), WELLBORN et al. (1996), SKELLY et al. (1999), VAN BUSKIRK (2003, 2005), STEVENS & BAGUETTE (2008), LIPPUNER (2013) und SCHMIDT et al. (2015) aufgezeigt. Einige Arten setzen sich nur in jenen Gewässern durch, die nicht von anderen konkurrenzstärkeren Amphibienarten besetzt sind und in denen die Abundanz an Prädatoren gering ist. In gelegentlich austrocknenden Gewässern sind die konkurrenzstarken Arten in der Regel weniger erfolgreich und die relevanten Prädatoren können sich weniger durchsetzen. Die Vermeidung von Konkurrenz kann auch aufgrund einer grossen Menge an Gewässern auf engem Raum oder aufgrund der Beschattung erfolgen (RICHTER-BOIX et al. 2007).

Da der Schutz von Amphibienlaichgebieten von nationaler Bedeutung sowohl in Bereich A als auch in Bereich B streng ausgelegt wird, dürfte eine Erweiterung der Kläranlage nur dann eine Chance haben, wenn eine Lösung vorgeschlagen wird, welche das Amphibienlaichgebiet fundamental aufzuwerten vermag. Die hier besprochene und der Abbildung 2 entsprechende Lösung dürfte eine fundamentale Aufwertung des Gebietes mit einer deutlichen Stützung der Amphibienbestände bedeuten.



Abbildung 2: Lokalisierung der Massnahmen (blau = Trittsteine für die Vernetzung; rot Optimalhabitats, die Source-Populationen ermöglichen).

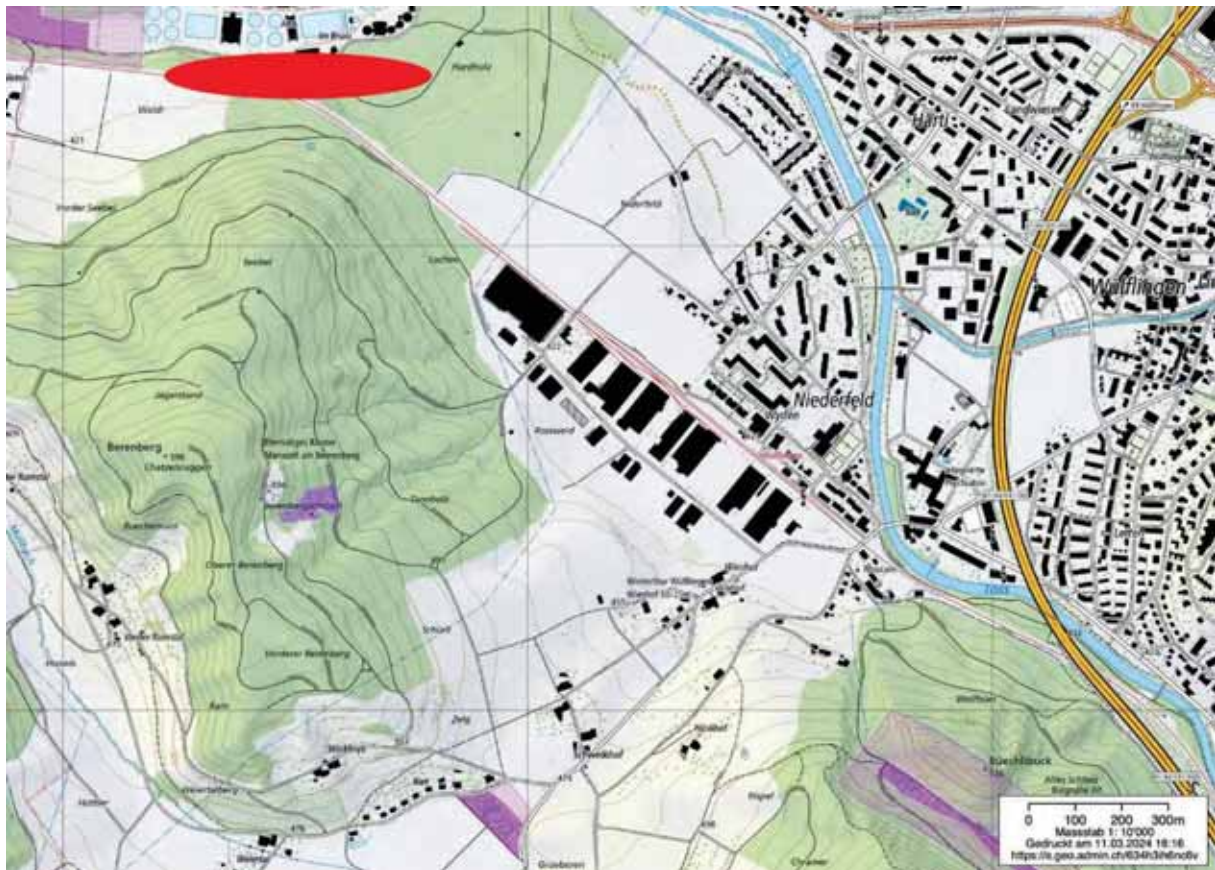


Abbildung 3: Übersicht über die Laichgebiete von nationaler Bedeutung IANB ZH 1286 Bruni (links oben), IANB ZH 1015 Weiertal (links unten), IANB ZH 1004 Totentäli (rechts unten) und Laichgebiet Berenbergschlössli (Mitte links). Mit der Erweiterung des Gebietes Bruni würde die ökologische Vernetzung in Richtung der anderen Gebiete verbessert.

Zitierte Literatur

- HANSKI, I. (1989): Metapopulation dynamics: does it help to have more of the same? – Trends in Ecology and Evolution 4: 113-114.
- HANSKI, I. (1991): Single-species metapopulation dynamics: concepts, models and observations. In: Gilpin, M. E., and I. Hanski (Hrsg). Metapopulation Dynamics. – Academic Press, London, 17-38.
- HANSKI, I. (1991): Single-species metapopulation dynamics: concepts, models and observations. In: GILPIN, M. E., and I. HANSKI (Hrsg). Metapopulation Dynamics. London (Academic Press), pp. 17-38.
- HANSKI, I. & M. GILPIN (1991): Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. – Biological Journal of the Linnean Society 42: 3-16.
- HANSKI, I., & M. GYLLENBERG (1993): Two general metapopulation models and the core-satellite hypothesis. – American Naturalist 142: 17-41.
- LIPPUNER, M. (2013): Lebensraumanalyse für die Kreuzkröte (*Bufo calamita*). – Zeitschrift für Feldherpetologie 20: 145–154.

- MOOR, H., A. BERGAMINI, C. VORBURGER, R. HOLDEREGGER, C. BÜHLER, S. EGGER & B. SCHMIDT (2022): Bending the curve: Simple but massive conservation action leads to landscape-scale recovery of amphibians. – PNAS 119, 42: 1-8.
- MOOR, H. (in press): Building pondscapes for amphibian metapopulations. – Conservation Biology.
- PULLIAM, H. R. (1988): Sources, sinks and population regulation. – American Naturalist 132: 652-661.
- RICHTER-BOIX, A., G. A. LLORENTE & A. MONTORI (2007): Hierarchical competition in pond breeding anuran larvae in a Mediterranean area. – Amphibia-Reptilia 28: 247-261.
- SCHMIDT, B. R. & S. ZUMBACH (2005): Rote Liste der gefährdeten Amphibien in der Schweiz. – Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz, Bern. BUWAL-Reihe: Vollzug Umwelt.
- SCHMIDT, B., S. ZUMBACH, U. TOBLER & M. LIPPUNER (2015): Amphibien brauchen temporäre Gewässer. – Zeitschrift für Feldherpetologie 22: 137-150.
- SIFFERT, O., J. PELLET, P. RAMSEIER, U. TOBLER, A. BERGAMINI & B. SCHMIDT (2022): Where Land and Water Meet: Making Amphibian Breeding Sites Attractive for Amphibians. – Diversity 14(10): 834.
- SKELLY, D. K. (1996): Pond drying, predators, and the distribution of *Pseudacris* tadpoles. – Copeia 3: 599-605.
- SKELLY, D. K., E. E. WERNER & S. A. CORTWRIGHT (1999): Long term distributional dynamics of a Michigan amphibian assemblage. – Ecology 80(7): 2326-2337.
- STEVENS, M. & M. BAGUETTE (2008): Importance of Habitat Quality and Landscape Connectivity for the Persistence of Endangered Natterjack Toads. – Conservation Biology 22(5): 1194-1204.
- VAN BUSKIRK, J. (2003): Habitat partitioning of European and North American pond-breeding frogs and toads. – Diversity and Distributions 9: 399-410.
- VAN BUSKIRK, J. (2005): Local and landscape influence on amphibian occurrence and abundance. – Ecology 86(7): 1936-1947.
- WELLBORN, G. A., D. K. SKELLY & E. E. WERNER (1996): Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. – Annual Review of Ecology and Systematics 27: 337-363.

Tabelle Vegetation: Ausbau ARA Hard

taxon.no JSFS		Zuordnung TypoCH	RL CH	RL MP	Artwert ZH	Aufnahme in Teilfläche (TF)	TF1	TF17	TF18	TF27	TF29	TF30	TF33	TF35	TF37	TF6	TF8	U21	U23	U35				
						Aufnahmefläche	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
						Vegetationstyp (TWW)=	F	MB/F	MB/AE	MBAE/F	MBAE/F	EMB	MB/AE	AEMB/MBAE/F	MBAEO R/AEOR	MB/AE	MB	MB/F	MB	MBAE				
						Datum	14.6.23	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	14.6.23	14.6.23	24.5.24			
						Anzahl Arten	25	22	22	21	26	14	31	23	18	33	34	46	17	32				
						Anzahl RL MP		1		2	2		2			2		1	1					
						Anzahl pot. Gefährdet (NT) MP	1	2	5	4	3	1	5	2	2	4	3	4	4	2				
						Artwert >0	3	5	8	8	5	2	7	1	4	8	8	7	6	3				
						Artwert >3		1	1	1			1			2		1						
433400	2.-1.2.2	LC	LC	0	Urtica dioica L.	x							x											
87500	2.-3.1	LC	LC	0	Carex flacca Schreb.								x				+							
203500	3.-2.1.1	LC	LC	2	Hieracium piloselloides Vill.		+										+							
77100	3.-3	LC	LC	0	Campanula rotundifolia L.													x						
342900	3.-3.1.5	LC	LC	0	Reseda lutea L.													x						
44300	4.-1.1	LC	LC	0	Arenaria serpyllifolia L.													x	x					
425000	4.-1.1	LC	LC	0	Trifolium campestre Schreb.													x	x	+				
88800	4.-2.3	LC	NT	1	Carex humilis Leyss.								x											
415000	4.-2.3	LC	NT	3	Teucrium chamaedrys L.														x					
29600	4.-2.4	NT	VU	6	Anacamptis pyramidalis (L.) Rich.								+					x						
36790	4.-2.4	LC	LC	0	Anthyllis vulneraria L.		+							1		+	+							
40600	4.-2.4	LC	NT	0	Arabis hirsuta (L.) Scop.					+								x						
64000	4.-2.4	LC	LC	0	Brachypodium pinnatum aggr.																			
65200	4.-2.4	LC	LC	0	Briza media L.		+				1	2a	2a	+	2a	2a	+			2				
65695	4.-2.4	LC	LC	0	Bromus erectus Huds.		1	1	4	+	2a	1	2a			2a	+	x	x	4				
84900	4.-2.4	LC	LC	0	Carex caryophyllea Latourr.							x												
99995	4.-2.4	LC	NT	0	Centaurea scabiosa L.		1	1	x	2b	2a	1	1	2a	1	1	1	x	x	1				
133900	4.-2.4	LC	LC	0	Daucus carota L.						+			+						+				
159800	4.-2.4	LC	LC	0	Euphorbia cyparissias L.						1		1			+	+	x						
168590	4.-2.4	LC	NT	0	Festuca ovina aggr.																			
168500	4.-2.4	LC	DD	2	Festuca ovina L.														x					
180900	4.-2.4	LC	LC	0	Galium verum L.		1	2b	1	2a	2a	1			1	2a	1	x	x					
194895	4.-2.4	LC	LC	3	Helianthemum nummularium (L.) Mill.											x			x					
196800	4.-2.4	LC	LC	0	Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.													x		1				
206300	4.-2.4	LC	NT	2	Hippocrepis comosa L.		x	x	x	1		x				2a	1		x					
223900	4.-2.4	LC	VU	1	Koeleria pyramidata (Lam.) P. Beauv.					1	+								x					
275600	4.-2.4	Neo	Neo	-	Onobrychis viciifolia Scop.											x								
276300	4.-2.4	LC	LC	2	Ononis repens L.																			
277950	4.-2.4	VU	VU	7	Ophrys apifera Huds.											x								
304000	4.-2.4	LC	NT	0	Pimpinella saxifraga L.					+						x	1	x	x	+				
325100	4.-2.4	LC	LC	3	Potentilla verna L.											x	x	x	x					
337700	4.-2.4	LC	LC	2	Ranunculus bulbosus L.													x		+				
344100	4.-2.4	LC	LC	2	Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich	x	1	+	+	2b	2b	2a		2a	2b	1	x			+				
367600	4.-2.4	LC	LC	2	Salvia pratensis L.		2a	1		2b	1	2b			+	2a	x	x		+				
368650	4.-2.4	LC	LC	0	Sanguisorba minor Scop.		1	1	1	+	1	1	1	+	1	1	1	x	x	+				
376500	4.-2.4	LC	NT	2	Scabiosa columbaria L.			1	+			x	+					x						
396050	4.-2.4	LC	LC	0	Silene nutans L.		1	2a	x							1	1							
421200	4.-2.4	LC	LC	0	Thymus serpyllum aggr.		2b		x	2b	2a	2a		2a	1	3	x	x						
91200	4.-3.1	LC	LC	2	Carex ornithopoda Willd.												+							
1700	4.-5	LC	LC	0	Achillea millefolium L.	x	+	+			+					1	x	x		+				
26000	4.-5.1	LC	LC	0	Alopecurus pratensis L.															+				
35400	4.-5	LC	LC	0	Anthoxanthum odoratum L.													x		1				
45900	4.-5.1	LC	LC	-	Arrhenatherum elatius (L.) J. Presl & C. Presl	x	x	2a	1		2a	1	2b	1		+	+	x		1				
98750	4.-5.1	LC	LC	0	Centaurea jacea L.	x	1	x		x		1	1	+						1				
103595	4.-5.1	LC	LC	0	Cerastium fontanum Baumg.	x											+	x						
123100	4.-5.1	LC	LC	2	Crepis biennis L.	x										x								
129400	4.-5.3	LC	LC	0	Cynosurus cristatus L.									+										
131800	4.-5	LC	LC	0	Dactylis glomerata L.	x								+						1				
170100	4.-5.2	LC	LC	0	Festuca rubra L.					1	+		x			1	+	x	x	1				
198595	4.-5.1	LC	LC	0	Heracleum sphondylium L.	x												x						
206800	4.-5.1	LC	LC	0	Holcus lanatus L.	x					+			1				x		1				
212100	4.-5.3	LC	LC	0	Hypochaeris radicata L.															+				
221400	4.-5.1	LC	LC	0	Knautia arvensis (L.) Coult.	x	+									x		x		2				
230400	4.-5	LC	LC	0	Lathyrus pratensis L.											x								
236800	4.-5	LC	LC	0	Leucanthemum vulgare Lam.	x		+			1		x	+		x	+	x						
242800	4.-5.3	LC	LC	0	Lolium perenne L.	x																		

taxon.no JSFS	Zuordnung TypoCH	RL CH	RL MP	Artwert ZH	Aufnahme in Teilfläche (TF)	TF1	TF17	TF18	TF27	TF29	TF30	TF33	TF35	TF37	TF6	TF8	U21	U23	U35
					Aufnahmefläche	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
					Vegetationstyp (TWW)=	F	MB/F	MB/ MBE	MBAE/F	MBAE/F	MBAE/A EMB	MB/ MBE	AEMB/ MBE/F	MBAE/R/AEOR	MB/ MBE	MB	MB/F	MB	MBAE
					Datum	14.6.23	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	12.6.24	14.6.23	14.6.23	24.5.24
taxon.no JSFS	Zuordnung TypoCH	RL CH	RL MP	Artwert ZH	Anzahl Arten	25	22	22	21	26	14	31	23	18	33	34	46	17	32
					Anzahl RL MP		1		2	2		2			2		1	1	
					Anzahl pot. Gefährdet (NT) MP	1	2	5	4	3	1	5	2	2	4	3	4	4	2
					Artwert >0	3	5	8	8	5	2	7	1	4	8	8	7	6	3
taxon.no JSFS	Zuordnung TypoCH	RL CH	RL MP	Artwert ZH	Artwert >3		1	1	1			1			2		1		
244400	4-5	LC	LC	0	Lotus corniculatus L.			x		1	1	1	1		x			x	1
255300	4-5	LC	LC	0	Medicago lupulina L.	x		+		+	+	x	+			+	x		
307800	4-5.1	LC	LC	0	Plantago lanceolata L.	x	+			+		+			1		x		+
310800	4-5	LC	LC	0	Poa pratensis L.												x		+
311295	4-5.1	LC	LC	0	Poa trivialis L.	x													+
336595	4-5	LC	LC	0	Ranunculus acris L.	x							+				x		+
358900	4-5	LC	LC	0	Rumex acetosa L.	x											x		
397295	4-5.1	LC	LC	0	Silene vulgaris (Moench) Garcke				1	1	+	+		+	+	1			
422950	4-5.1	LC	NT	0	Tragopogon pratensis L.	x					x			x					
426895	4-5.1	LC	LC	0	Trifolium pratense L.	x	1						1				x		+
429400	4-5	LC	LC	0	Trisetum flavescens (L.) P. Beauv.	x	x	x		1			1	+	1		x		1
441400	4-5	LC	LC	0	Veronica chamaedrys L.												x		
444995	4-5.1	LC	LC	0	Vicia cracca L.												x		
146560	4-6	LC	LC	0	Elymus repens (L.) Gould	x													
76500	5-1.1	LC	NT	2	Campanula persicifolia L.			x											
90500	5-1	LC	LC	0	Carex muricata aggr.								+						
116400	5-3	LC	LC	0	Clematis vitalba L.						x				x	+			
116600	5-1	LC	LC	0	Clinopodium vulgare L.									+		+			
119700	5-3	LC	LC	2	Cornus sanguinea L.				1							+			
137300	5-2.1	LC	NT	4	Digitalis lutea L.			x											
173800	5-2.1	LC	LC	0	Fragaria vesca L.														
179000	5-1.2	LC	LC	0	Galium mollugo aggr.	x		+			1	1	2a	1		+	x		+
188600	5-1.5	LC	LC	0	Geranium pyrenaicum Burm. f.	x													
189100	5-1.1	LC	NT	3	Geranium sanguineum L.									2b					
190500	5-1.5	LC	LC	0	Glechoma hederacea L.												x		
211050	5-1.2	LC	LC	0	Hypericum perforatum L.		x		+	x		x		+			x		
255100	5-1.1	NT	VU	2	Medicago falcata L.							2a							
282600	5-1	LC	LC	0	Origanum vulgare L.						x		x			+			
352200	5-1.3	LC	LC	0	Rubus caesius L.				x			+			x	+	x		
383000	5-1	LC	LC	0	Securigera varia (L.) Lassen		x	2a	1	x	2a	+	+	1	+	+	x	x	+
443900	5-1.1	LC	VU	1	Veronica teucrium L.					x									
447400	5-1	LC	LC	0	Vicia sepium L.										x		x		
317250	6-1.2	LC	LC	2	Populus nigra L.									+					
174200	6-1.3	LC	LC	3	Fraxinus excelsior L.			+	+										
96900	6-2.3	LC	LC	2	Carpinus betulus L.											1			
194000	6-2.3	LC	LC	0	Hedera helix L.														
800	6-2.4	LC	LC	2	Acer pseudoplatanus L.				+										
153800	7-1	Neo	Neo	-	Erigeron annuus (L.) Desf.								+			x	x		+
324500	7-1	LC	LC	0	Potentilla reptans L.	x							+						
439500	7-1.5	EN	EN	9	Verbascum pulverulentum Vill.		x		x										
303100	7-1.6	LC	LC	0	Picris hieracioides L.														+
388400	7-1.6	LC	LC	2	Senecio erucifolius L.			x											
77900	8-2	LC	LC	0	Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.												x		
291800	8-2.1.2	LC	LC	0	Papaver rhoeas L.												x		
-	-	-	-	-	Allium spec.														
-	-	-	-	-	Crataegus spec.										+				

Fledermausaufnahmen ARA Hard Winterthur



1.1 Aufnahmestandorte

Im angrenzenden Waldstück, das von Rodungen betroffen ist, wurden zur Reproduktionsperiode am 17. Juli sowie zur Migrationsperiode am 19. September 2024 während je 7 Nächten an jeweils denselben 5 Standorten (Abb. 1) bioakustische Fledermausaufnahmen durchgeführt.

In der Reproduktionsperiode konnten erfolgreich 35 vollständige Nächte erfasst werden, in der Migrationsperiode waren es aufgrund technischer Ausfälle nur 16.5 Nächte. Standardmässig wurden die Fledermaussequenzen die besten 5 Nächte (wenn vorhanden) ausgewertet. Die restlichen Nächte wurden zudem auf seltene Arten geprüft.

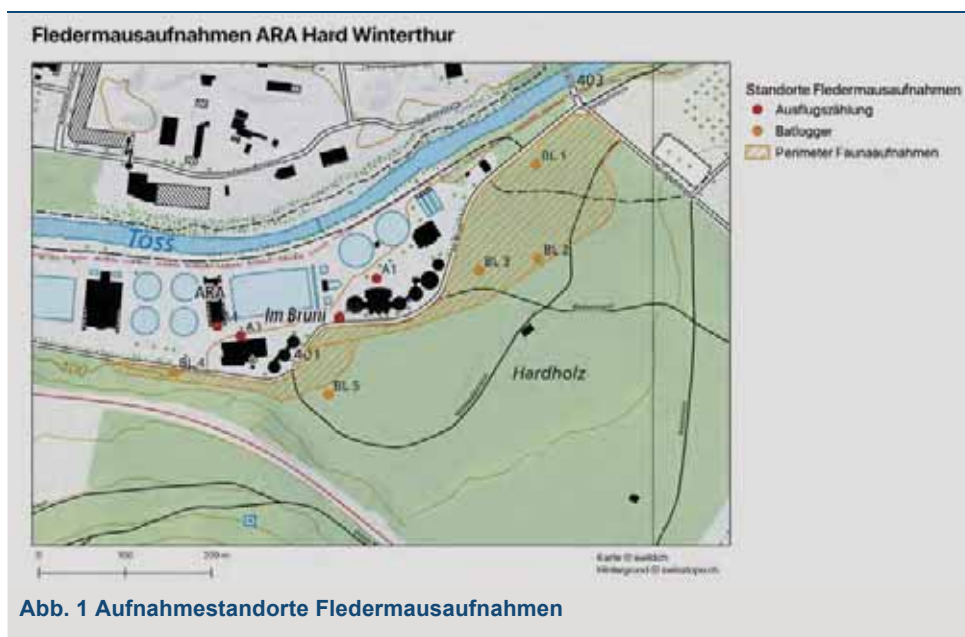
Zudem wurden die Gebäude, die möglicherweise vom Umbau/Abriss betroffenen sind, sorgfältig nach Spuren von Fledermäusen abgesucht und es wurden in den zwei Saisons je eine Ausflugskontrolle durchgeführt. Um die Art der ausfliegenden Fledermäuse zu bestimmen, wurden vor den Gebäuden bioakustische Aufnahmen gemacht. Stand November 2024 wird nur die Schlammentwässerung abgerissen (Mail G. Rauchegger vom 12.11.2024).

SWILD

Stadtökologie,
Wildtierforschung,
Kommunikation

Sandstrasse 2
8003 Zürich

+41 44 450 68 10
www.swild.ch



2 Resultate

Reproduktionsperiode

2.1 Artvorkommen Waldfläche Hardholz

An den 5 Aufnahmestandorten in der Waldfläche Hardholz (Abb. 1) wurden bei den Aufnahmen in Reproduktionsperiode insgesamt 6133 Fledermausrufsequenzen aufgezeichnet, die mindestens 5 Fledermausarten (Tab. 1) zugeordnet werden konnten. Dies entspricht einer eher tiefen Artenvielfalt und einer mittleren Fledermausaktivität im Untersuchungsperimeter.

Davon stammt der grösste Anteil der Sequenzen (95.7%) von nicht gefährdeten (LC) Fledermausarten wie der Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* (91.4%) und der Rauhautfledermaus *P. nathusii* (4.3%).

Rund 4.2 % der Sequenzen stammen von Arten oder Artengruppen, die als gefährdet (LC-CR) eingestuft werden (Tab. 2). Dazu zählen Sequenzen von der Wasserfledermaus *Myotis daubentonii*, von Fledermäusen aus dem Artkomplex Brandt-, Kleine Bart-, Bechstein- & Wasserfledermaus *Myotis mystacinus*, *M. brandtii*, *M. bechsteinii*, *M. daubentonii*, aus der Gattung Mausohrfledermäuse *Myotis sp.* und aus dem Artkomplex Grosser & Kleiner Abendsegler, Breitflügel-, Nord- und Zweifarbenfledermaus *Nyctalus noctula*, *N. leisleri*, *Eptesicus serotinus*, *E. nilssonii* & *Vespertilio murinus*.

Eine einzelne Sequenz von Standort 3 konnte dem Grossen Mausohr *Myotis myotis* zugeordnet werden. Diese Art wird auf der Roten Liste der gefährdeten Fledermausarten als verletzlich (VU) eingestuft und gehört zu den National Prioritären Arten mit einer sehr hohen Priorität (1). Da aber nur eine einzelne Sequenz dieser Art registriert wurde, ist eher nicht davon auszugehen, dass das Waldstück regelmässig als Jagdgebiet genutzt wird.

Tab. 1 Artvorkommen Reproduktionsperiode in der Waldfläche Hardholz

Artvorkommen an den 5 Aufnahmestandorten in der zu rodenden Waldfläche bei der ARA Hard in Winterthur. Die Artengruppen umfassen mindestens 5 verschiedene Fledermausarten (mit x markiert).

	Fledermausart			Reproduktionsperiode					%		
				Anzahl Sequenzen							
x	Wasserfledermaus (<i>Myotis daubentonii</i>)	NT		1					1	2	0.0%
x	Gruppe Mmyo-bly: Mausohren (<i>Myotis myotis</i> & <i>M. blythii</i>)	VU - EN		1						1	0.0%
	Gruppe Mkm: Brandt-, Kleine Bart-, Bechstein- & Wasserfledermaus (<i>Myotis mystacinus</i> , <i>M. brandtii</i> , <i>M. bechsteinii</i> , <i>M. daubentonii</i>)	LC - VU		23	25	13	74	1	136	2.2%	
	Gruppe Myotis: Mausohrfledermaus-Arten (<i>Myotis spec.</i>)	LC - EN		26	11	26	65	3	131	2.1%	
x	Gruppe Nyctaloid: Grosser & Kleiner Abendsegler, Breitflügel-, Nord- und Zweifarbenfledermaus (<i>Nyctalus noctula</i> , <i>N. leisleri</i> , <i>Eptesicus serotinus</i> , <i>E. nilssonii</i> & <i>Vespertilio murinus</i>)	NT - VU		1						2	0.0%
x	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	LC		1919	1009	1230	1370	73	5601	91.3%	
x	Rauhautfledermaus (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	LC		1					1	2	0.0%
	Gruppe Pmid: Rauhaut- & Weissrandfledermaus (<i>Pipistrellus nathusii</i> & <i>P. kuhlii</i>)	LC		92	28	58	78	2	258	4.2%	
5	Total			2061	1074	1329	1589	80	6133	100%	

Rote Liste CH

CR vom Aussterben bedroht

EN stark gefährdet

VU verletzlich

NT potenziell gefährdet

LC nicht gefährdet

DD ungenügende Datengrundlage

Tab. 2 Anteil Rote Liste Arten (Aufnahmen Reproduktionsperiode)

Anteil der gefährdeten Rote Liste Arten über alle Aufnahmestandorte im betroffenen Waldstück.

Rote Liste CH	Anz. Sequenzen	%
VU-CR	1	0.02%
LC-CR	271	4.42%
LC	5861	95.56%

SWILD – November 2024

2.2 Kontrolle Gebäudequartiere

2.2.1 Kontrolle Reproduktionsperiode

Bei der ersten Ausflugskontrolle am 17.7.2024 wurden an **zwei Gebäudekomplexen** Wochenstubenquartiere sowie Verstecke, die von einzelnen Fledermäusen genutzt wurden, gefunden.

2.2.1.1 Faulanlage

Am Gebäude der Faulanlage wurden in der Reproduktionsperiode mindestens 24 ausfliegende Fledermäuse gezählt, was in der Reproduktionsperiode das Vorkommen einer Wochenstube bedeutet. Der Grossteil (mind. 16 Individuen) befand sich in den Lüftungsspalten unterhalb des Daches im mittleren Gebäudeteil (mittlere Markierung in Abb. 2). Mindestens drei Fledermäuse wurden gesichtet, wie sie aus den Lüftungsspalten am westlichen Faulturm ausflogen und mindestens 5 Fledermäuse nutzten den Dachvorsprung aus Metall beim Eingangsbereich auf ganzer Länge als Quartier. Die bioakustischen Auswertungen ergaben, dass es sich hier um Zwergfledermäuse *Pipistrellus pipistrellus* handelt. Diese Art ist wie alle Fledermausarten geschützt, wird jedoch als nicht gefährdet eingestuft. Aus den Fledermauskästen am Faulturm konnten keine Ausflüge beobachtet werden. Einzelne Sequenzen, die erst nach 22 Uhr aufgenommen wurden, konnten zudem dem Artkomplex Kleiner, Grosser Abendsegler & Zweifarbfledermaus zugeordnet werden. Dabei handelt es sich wahrscheinlich um Grosse oder Kleine Abendsegler, die auf dem Gelände gejagt haben.

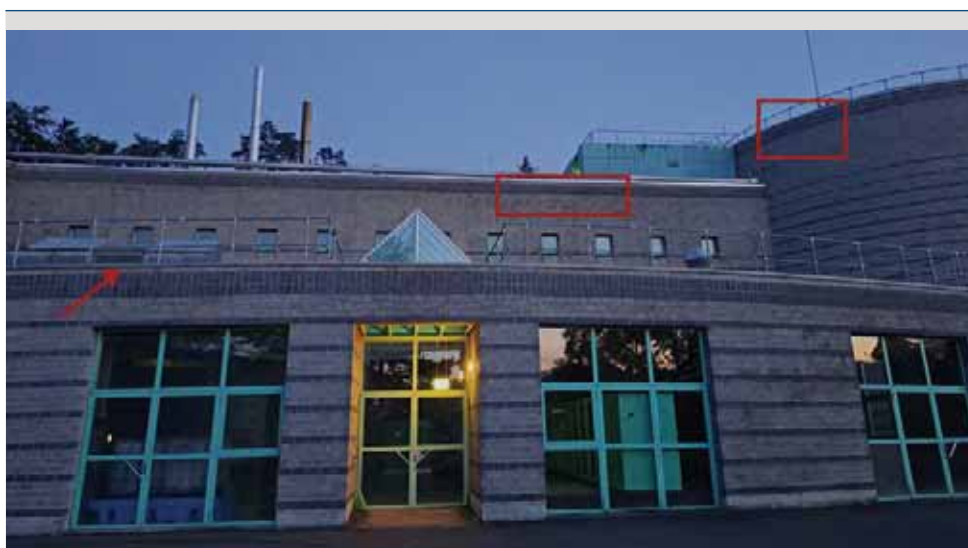


Abb. 2 Quartiere bei der Faulanlage (rote Markierungen)

2.2.1.2 Schlammmentwässerung

Bei der Schlammmentwässerung und des dazugehörigen Kamins wurden keine Hinweise auf eine aktuelle Nutzung durch Fledermäuse gefunden. Ebenso konnten bei der Kontrolle im Juli keine ausfliegenden Fledermäuse gesichtet werden.

2.2.1.3 Betriebsgebäude (Zusatz)

Beim Betriebsgebäude wurden mindestens 60 Fledermäuse beim Ausflug gezählt. Damit handelt es um eine Wochenstube, wo zu dieser Jahreszeit auch die Jungtiere schon fliegen. Das Wochenstubenquartier befindet sich unter dem Dachvorsprung aus Metall (Abb. 3, roter Pfeil). Hier handelt es sich ebenfalls um Zwergfledermäuse *Pipistrellus pipistrellus* (Nachweis durch Bioakustik).

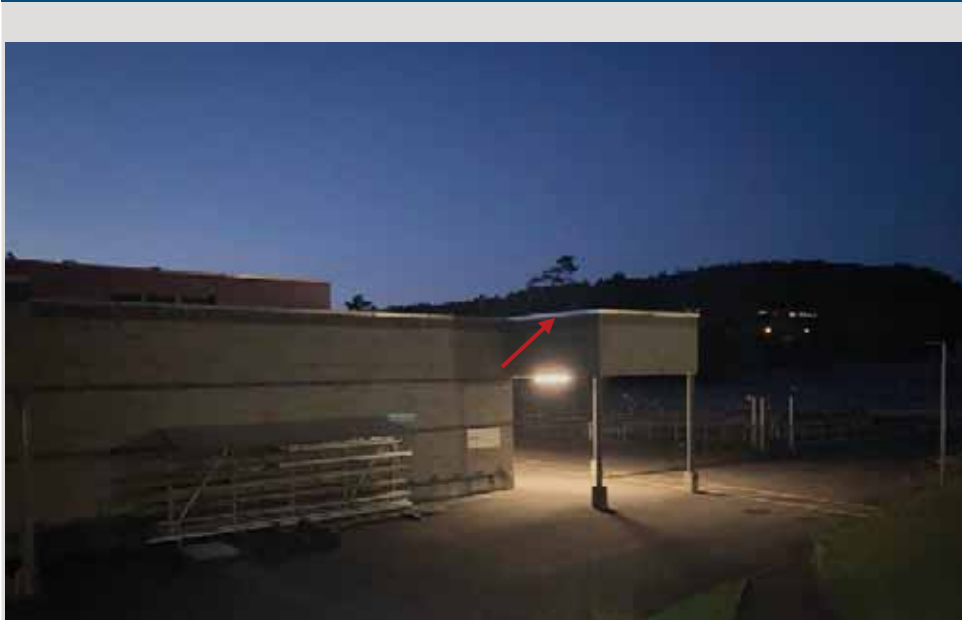


Abb. 3 Wochenstubenquartier beim Betriebsgebäude (roter Pfeil)

3.1 Artvorkommen Waldfläche Hardholz

An 4 Aufnahmestandorten in der Waldfläche Hardholz (Abb. 1) wurden bei den Aufnahmen in Migrationsperiode insgesamt 1899 Fledermausrufsequenzen aufgezeichnet, die mindestens 5 Fledermausarten (Tab. 3) zugeordnet werden konnten. Dies entspricht einer eher tiefen Artenvielfalt und einer eher tiefen Fledermausaktivität im Untersuchungsperimeter.

Auch in der Migrationsperiode im Herbst stammt der grösste Anteil der Sequenzen (92.2%) von nicht gefährdeten (LC) Fledermausarten wie der Zwergfledermaus *P. pipistrellus* (65.1%) und dem Artenkomplex Rauhaut- und Weissrandfledermaus *P. nathusii/kuhlii* (27%), im Herbst hier ebenfalls mit einem Anteil der migrierenden Rauhautfledermaus.

Rund 7.9 % der Sequenzen stammen von Arten oder Artengruppen, die als gefährdet (LC-CR) eingestuft werden (Tab. 4). Dazu zählen Sequenzen von der Wasserfledermaus *Myotis daubentonii*, vom Grossen Abendsegler *Nyctalus noctula* und der Mückenfledermaus *P. pygmaeus*. Weitere Rufe von Arten aus dieser Gefährdungsstufe konnten zudem Fledermäusen aus dem Artkomplex Brandt-, Kleine Bart-, Bechstein- & Wasserfledermaus *Myotis mystacinus*, *M. brandtii*, *M. bechsteinii*, *M. daubentonii*, aus der Gattung Mausohrfledermäuse *Myotis sp.* und aus den zwei Komplexen bestehend aus den Arten Grosser & Kleiner Abendsegler, Breitflügel-, Nord- und Zweifarbenfledermaus *N. noctula*, *N. leisleri*, *Eptesicus serotinus*, *E. nilssonii* & *Vespertilio murinus* zugeordnet werden. Gegenüber der Reproduktionsperiode fällt auf, dass nun in der Migrationsperiode auch die migrierenden Arten anwesend sind, allerdings in moderater Dichte (maximal 540 Aufnahmen, das sind 28% der Nachweise).

Am Standort 4 wurden rund um die Ausflugszeit (zwischen 19:30h-19:50h) an mehreren Abenden Grosse Abendsegler registriert. Dies weist darauf hin, dass sich in der Nähe ein oder mehrere Quartiere dieser potentiell gefährdeten Art befinden. Es konnte nicht abschliessend geklärt werden, ob sich dieses Quartier im Rodungsbereich befindet.

Tab. 3 Artvorkommen Migrationsperiode in der Waldfläche Hardholz

Artvorkommen an den 5 Aufnahmestandorten in der zu rodenden Waldfläche bei der ARA Hard in Winterthur. Die Artengruppen umfassen mindestens 5 verschiedene Fledermausarten (mit x markiert).

# Arten	Fledermausart	Status Rote Liste	Nationale Priorität	Migration	Migrationsperiode					Total
					Standort 1	Standort 2 (techn. Ausfall)	Standort 3	Standort 4	Standort 5	
Artkomplex										
Anzahl Sequenzen										%
x	Wasserfledermaus (<i>Myotis daubentonii</i>)	NT			1					1 0.1%
	Gruppe Mkm: Brandl-, Kleine Bart-, Bechstein- & Wasserfledermaus (<i>Myotis mystacinus</i> , <i>M. brandti</i> , <i>M. bechsteini</i> , <i>M. daubentonii</i>)	LC - VU			15			12	1	28 1.5%
	Gruppe Myotis: Mausohrfledermaus-Arten (<i>Myotis spec.</i>)	LC - EN			4		1	55	32	92 4.8%
x	Grosser Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	NT	4					13		13 0.7%
	Gruppe NycVes: Kleiner, Grosser Abendsegler & Zweifarbfledermaus (<i>Nyctalus leisleri</i> , <i>N. noctula</i> , <i>Vesperugo murinus</i>)	NT - VU			1		2	7		10 0.5%
	Gruppe Nyctaloid: Grosser & Kleiner Abendsegler, Breitflüger-, Nords- und Zweifarbfledermaus (<i>Nyctalus noctula</i> , <i>N. leisleri</i> , <i>Eptesicus serotinus</i> , <i>E. nissoni</i> & <i>Vesperugo murinus</i>)	NT - VU					1	3		4 0.2%
x	Zweifelfledermaus (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	LC			158		70	999	10	1237 65.1%
x	Mückenfledermaus (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	NT						1		1 0.1%
x	Rauhhaufledermaus (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	LC						10		10 0.5%
	Gruppe Prind: Rauhaut- & Weissrandfledermaus (<i>Pipistrellus nathusii</i> & <i>P. kuhli</i>)	LC			71		39	392	1	503 26.5%
5	Total				250	0	113	1492	44	1399 100%

Rote Liste CH	
CR	vom Aussterben bedroht
EN	stark gefährdet
VU	verletzlich
NT	potenziell gefährdet
LC	nicht gefährdet
DD	ungenügende Datengrundlage

Tab. 4 Anteil Rote Liste Arten (Aufnahmen Migrationsperiode)

Anteil der gefährdeten Rote Liste Arten über alle Aufnahmestandorte im betroffenen Waldstück.

Rote Liste CH	Anz. Sequenzen	%
VU-CR	0	0 %
LC-CR	149	7.9%
LC	1750	92.1%
Davon migrierend	540	28.5%

3.2 Gebäudequartiere

3.2.1 Kontrolle Migrationsperiode

Bei der zweiten Ausflugskontrolle am 19.9.2024 wurden neu an **drei Gebäudekomplexen** Quartiere sowie Verstecke, die von einzelnen Fledermäusen genutzt wurden, gefunden.

3.2.1.1 Faulanlage

An der Faulanlage wurden mindestens 7 Fledermäuse gezählt, die unter dem Dachvorsprung aus Metall beim Eingangsbereich auf ganzer Länge versteckt waren. Mindestens weitere drei Tiere sind aus den Lüftungsspalten unterhalb des Daches im mittleren Gebäudeteil (mittlere Markierung in Abb. 2) ausgeflogen. Aus den Fledermauskästen am Faulturm wurden keine ausfliegenden Fledermäuse gesehen, allerdings weisen Kotspuren am Boden bei zwei Kästen auf eine zumindest teilweise Nutzung als Quartier hin. Basierend auf den bioakustischen Aufnahmen, die während dem Ausflug gemacht wurden, handelt es sich dabei wieder um Zwergfledermäuse *Pipistrellus pipistrellus*. Weitere Sequenzen, die nach der Ausflugszeit aufgenommen wurden, konnten der Gattung Mausohrfledermäuse *Myotis* sp. sowie dem Artkomplex Großer & Kleiner Abendsegler, Breitflügel-, Nord- und Zweifarbfledermaus *Nyctalus noctula*, *N. leisleri*, *Eptesicus serotinus*, *E. nilssonii* & *Vespertilio murinus* zugeordnet werden.

3.2.1.2 Schlammmentwässerung

Auf der Südseite des Gebäudes der Schlammmentwässerung wurden mindestens 12 Fledermäuse beim Ausflug aus dem Dachvorsprung aus Metall gesichtet. Weitere 13 Fledermäuse wurden um die Ausflugszeit rund um das Gebäude der Schlammmentwässerung beobachtet, bei denen es nicht ersichtlich war, von wo sie ausgeflogen sind. Zudem wurden an verschiedenen Stellen im Eingangsbereich auf der Südseite des Gebäudes Kotspuren gefunden, die auf die Anwesenheit von Fledermäusen an diesem Gebäudeteil schliessen lassen. Die Art konnte hier nicht bestimmt werden.



Abb. 4 Quartier am Gebäude der Schlammmentwässerung

3.2.1.3 Betriebsgebäude (Zusatz)

Beim Betriebsgebäude wurden mindestens 32 Fledermäuse beim Ausflug aus dem Dachvorsprung aus Metall gezählt (Abb. 3, roter Pfeil). Aufgrund der bioakustischen Aufnahmen wurde ersichtlich, dass dieses Quartier hauptsächlich von Zwergfledermäusen *P. pipistrellus* genutzt wurde. Weiter konnten einige Rufe der ausfliegenden Fledermäuse dem Artkomplex Rauhaut- und Weissrandfledermaus *P. nathusii/kuhlii* zugewiesen werden.

4.1 Bewertung Waldrodung

Das **Rodungsgebiet im Waldstück Hardholz** weist mit insgesamt mindestens 6 Fledermausarten eine eher tiefe Artenvielfalt auf. Durch die bioakustischen Aufnahmen wurde mit 4.2% in der Reproduktions- und 7.9 % in der Migrationsperiode ein relevanter Anteil an selteneren und gefährdeten Arten und Artengruppen (Mausohrfledermäuse) nachgewiesen. Diese Arten nutzen das Waldstück wahrscheinlich als Teil-Jagdgebiet, Flugkorridor und in der Migrationsperiode möglicherweise auch Baumquartiere als Paarungs- und später als Winterquartiere.

Der grösste Anteil der aufgenommenen Rufsequenzen stammt von der bislang häufigen und nicht gefährdeten Fledermausart Zwergfledermaus. Diese nutzten das untersuchte Waldstück ebenfalls als Jagdgebiet, was durch die unmittelbare Nähe der Aufnahmestandorte zu den auf dem Gelände der ARA identifizierten Wochenstuben- und Gebäudequartieren erklärt werden kann.

Die betroffenen Populationen der selteneren und gefährdeten Arten sind aufgrund der geringen Nutzung durch den Eingriff nicht bedroht, solange der Wald weiterhin als Flugkorridor funktionell nutzbar ist. Eine Schmälerung des Jagdlebensraums der nachgewiesenen Fledermausarten ist aufgrund der Rodung zu erwarten, was durch einen Ersatz von Waldfläche in guter Qualität, ohne Beleuchtung und mit guter struktureller Anbindung ausgeglichen werden muss. Die durch die Aufnahmen belegten Hinweise auf Paarungs- und allenfalls Winterquartiere von migrierenden Arten in der näheren Umgebung der Rodungsfläche müssen durch Ersatzquartiere im Wald ausgeglichen werden.

4.2 Bewertung Quartiere

Am Gebäudekomplex der Faulanlage und beim Betriebsgebäude wurden Quartiere gefunden, die im Juli 2024 durch Zwergfledermäuse als Wochenstubenquartiere sowie als Tagesschlafverstecke durch Einzeltiere genutzt wurden. Bleiben diese beiden Gebäude mit den Quartiermöglichkeiten in Lüftungsspalten und Dachabschlüsse aus Metall unverändert erhalten, so sind keine Ersatzquartiere für die Wochenstubenquartiere der Zwergfledermäuse notwendig. Falls zu einem späteren Zeitpunkt die Gebäude renoviert oder ersetzt werden, sind Ersatzquartiere in ausreichender Zahl und Grösse auf dem Gelände zu schaffen.

Bei der Kontrolle Mitte September 2024 in der Migrationsperiode wurden zudem auch Fledermäuse beim Ausflug aus dem Gebäude der Schlammmentwässerung beobachtet. **Der geplante Abriss der Schlammmentwässerung zerstört geschützte Fledermausquartiere** und wird zu einem Quartierverlust führen. Beim Neubau und in der nahen Umgebung ist eine ausreichende Zahl an geeigneten Ersatzquartieren an unterschiedlichen Standorten zu schaffen. Dachabschlüsse aus Metall (an besonnten Orten) sind ebenfalls so zu gestalten, dass sie als Quartiere für spaltenbewohnende Fledermäuse genutzt werden können. Während der Bauzeit sind an Gebäuden und Bäumen eine ausreichende Anzahl an temporären Ersatzquartieren zu schaffen, die die Funktion als Zwischenquartiere für die Zwergfledermäuse sowie als Paarungs- und Winterquartiere für die Grossen Abendsegler und die Rohrfledermäuse wahrnehmen können.

- FM-01: Walddrodungen nur im Winterhalbjahr (November bis März)
 - FM-02: Abriss und/oder Sanierung der Gebäude nur im Winterhalbjahr während der Abwesenheit der Fledermäuse und bei den Quartierstandorten mit Begleitung durch den kantonalen Fledermausschutz
 - FM-03: Schaffung von geeigneten Ersatzquartiere für Grosse Abendsegler und Rauhauffledermäuse im Wald, die auch als Paarungs- und Winterquartiere geeignet sind.
 - FM-04: Schaffung von temporären Ersatzquartieren während der Bauzeit in ausreichender Anzahl (Zwischenquartiere für Zwergfledermäuse, Paarungs- und Winterquartiere für Grosse Abendsegler und Rauhauffledermäuse)
-

Zusatz: Da bisherige Ersatzquartiere an den Faultürmen nicht als Wochenstuben genutzt wurden, könnten teilweise thermisch günstigeren Ersatzquartiere geschaffen werden: zugängliche Metall-Abdeckungen von Dachabschlüssen, Schaffung von Ersatzquartieren, die sich im Sommer durch Sonnenbestrahlung aufwärmen.

SWILD – November 2024

- FM-05: Angrenzende Waldränder strukturell vielfältig und unbeleuchtet gestalten
 - FM-06: Angebote von unversiegelten, vielfältigen und naturnahen Flächen als Jagdgebiete für Fledermäuse, z.B. Feuchtgebiete mit naturnaher Umgebung, Ruderalflächen, Strauch- und Baumhecken, Solitärbäume.
 - FM-07: Reduzierte Aussenbeleuchtung der Gebäude und auf dem Betriebsgelände während der Nachtstunden (Bewegungssensoren, Blenden, Zeitschalter, o.Ä.) gemäss der Vollzugshilfe Licht vom BAFU 2021.
-



Grasglucke (*Euthrix potatoria*), Kleiner Schneckenspinner (*Heterogenea asella*), Brauner Bär (*Arctia caja*)

Untersuchung zur Nachtfalterfauna UVP Hardholz, Winterthur Kurzbericht 2024

Auftraggeber:
Stadt Winterthur
Quadra GmbH

Ausgeführt von:
Thomas Kissling, Schmetterlingsspezialist
Schleufenbergstrasse 22, 8180 Bülach,
Telefon 044 860 12 60, mail@thomaskissling.ch

Erfassungszeitraum:
April bis September 2024

Kurzbericht:
30. September 2024

Erhebungs- und Auswertungsmethode

Die Erfassung der Nachtfalterfauna erfolgte an drei Untersuchungsstandorten.

Beim Lichtfang wurde auf möglichst günstige Witterungsverhältnisse geachtet, wie warme Nachttemperatur und Neumond, möglichst kein Regen. Der Lichtfang dauerte nach dem Eindunkeln etwa 4 Stunden.

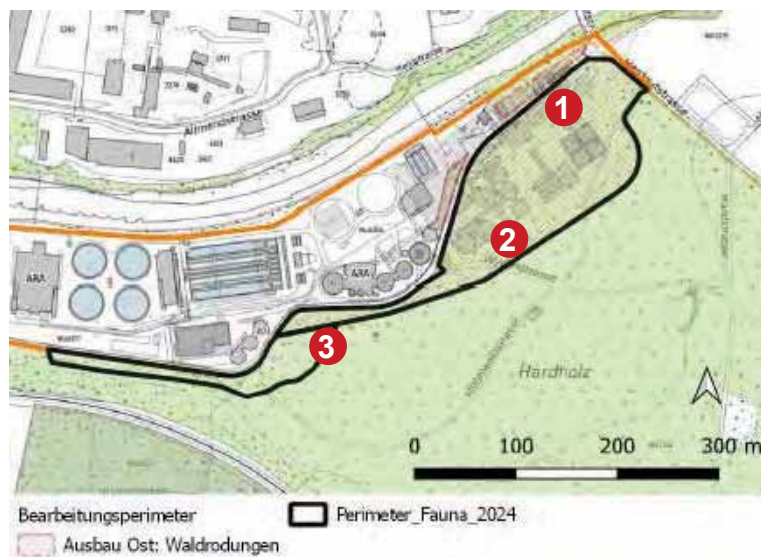
An jedem Standort stellte ich einen Leuchtturm auf. Der Leuchtturm ist ein Netzzylinder mit 70 cm Durchmesser, 180 cm hoch. Darin brennt eine superaktinische 15 Watt-Lichtröhre, die mit einer Batterie betrieben wird. Der Leuchtturm ist eine rundum begehbare Leuchtwand. Die Leuchtwirkung auf Nachtfalter beschränkt sich auf meist auf etwa 25 Meter.

Die angelockten Arten wurden aufgeschrieben oder mitgenommen, präpariert und nötigenfalls anhand der Fühler oder der Genitalstruktur mit dem Mikroskop bestimmt. Zusätzlich schrieb ich auch die mit dem Taschenlampe gefundenen Raupen auf. Prioritär zählte ich am Leuchtturm die Arten. Sekundär wurde die Anzahl der Falter erfasst und ich führte für jeden Leuchtstandort eine separate Artenliste.

Ich erfasste die Arten der Nachtgrossfalter (Makrohectera) der Familien: Hepialidae, Cossidae, Limacodidae, Thyrididae, Drepanidae, Lasiocampidae, Saturniidae, Sphingidae, Geometridae, Notodontidae, Erebidae, Nolidae, Noctuidae.

Leuchtstandorte:

- 1 Im nördlichen Teil des Perimeters: 692873 / 263626
- 2 Im Bereich der Wydenstrasse: 2692806 / 263505
- 3 Südwestlich: 692665 / 263405



Leuchtdaten:

- 08. April 2024
- 12. Mai 2024
- 10. Juni 2024
- 7. Juli 2024
- 30. Juli 2024
- 2. September 2024

Resultate

Lichtbeeinträchtigung

Die Lichtbeeinträchtigung der Nachtfalter ist im Hardholz wegen der Nähe von Siedlungen, Gewerbegebieten und Strassen gross.

Da die Strassenbeleuchtung entlang der Strasse «Im Bruni» während der ganzen Nacht eingeschaltet war, platzierte ich die Leuchttürme etwas abgeschirmt vom direkten Licht.

Nachtfalter (Anhang 1)

Nach der Auswertung aller Belege konnte ich 169 Nachtgrossfalterarten (Macroheterocera) zählen. Diese Summe der Nachtfalterarten entspricht etwa den Erwartungen welche man an solchen Orten im Mittelland haben kann. Die Menge der gezählten 680 Nachtfalter ist eher wenig.

Zum Vergleich: Während den Nachtfalteraufnahmen im Zentrum des Hardholzes in den Jahren 2010 und 2011 konnten an 19 Leuchtnächten 234 Arten gezählt werden. Schätzungsweise könnten mit zusätzlichen Lichtfängen in einem weiteren Jahr noch etwa 50% zusätzliche Arten nachgewiesen werden. Es fehlen in der Untersuchung auch Arten, die nur von September bis April fliegen.

Da vor allem im Frühling und Frühsommer 2024 sehr nasses und wenig sonniges Wetter war, flogen 2024 eher weniger Nachtfalter.

Bemerkenswerte Arten:

Heterogenea asella – Kleiner Schneckenspinner

Eine Raupe konnte ich am 2. September 2024 an einer Rotbuche finden. Diese Art wird selten gemeldet und wurde im Kanton Zürich zuletzt im Jahr 1992 gemeldet. Der kleine Schneckenspinner ist eher in Feuchtwälder in Flusstälern zu finden.

Kein Rote Liste Status

Euthrix potatoria – Grasglucke, Trinkerin

Die Gluckenart braucht für die Entwicklung feuchte Wälder mit grasigen Krautschicht. Am 2. September 2024 konnte im lichten Wald am Leuchtstandort 2 eine Raupe gefunden werden.

Ein Neufund für das Hardholz. Die Art ist im Kanton Zürich nicht selten.

Rote Liste Status: 3 VU (gefährdet bzw. verletzlich); Prioritätsstufen: 3 (mittel); 1 (Massnahmenbedarf unsicher)

Rote Listen: Baden-Württemberg V (Vorwarnstufe). Bayern 3 (gefährdet), Deutschland V (Vorwarnstufe)

Asthena anseraria – Weisses Hartriegel-Zierspanner

Asthena anseraria ist eine versteckt lebende Art. Die Raupen leben monophag an Hartriegel. Die Lebensräume sind Auenwälder und lichte feuchte Laubwälder.

Rote Liste Status: Nicht verfügbar; Prioritätsstufen: Nicht verfügbar

Rote Listen: Baden-Württemberg 3 (gefährdet), Deutschland V (Vorwarnstufe)

Arctia caja – Brauner Bär

Die Lebensräume sind lichte feuchte Laubwälder mit Krautschicht.

Rote Liste Status: 4 potenziell gefährdet

Rote Listen: Baden-Württemberg 3 (gefährdet), Deutschland V (Vorwarnstufe)

***Callimorpha dominula* – Schönbär**

Der Schönbär ist nicht häufig, aber im Kanton Zürich verbreitet. Die Lebensräume lichte Laubwälder mit Krautschicht.

Rote Liste Status: 3 (gefährdet bzw. verletzlich); Prioritätsstufen: 4

Rote Listen: Baden-Württemberg Art der Vorwarnliste

***Euplagia quadripunctaria* – Russischer Bär**

Der Russische Bär ist im Kanton Zürich verbreitet. Die Lebensräume sind lichte Laubwälder mit Sträuchern. Kann aber auch im Siedlungsraum mit Gärten und Hecken vorkommen.

Rote Liste Status: 4 potenziell gefährdet; Prioritätsstufen: 4

***Cosmia affinis* – Rotbraune Ulmeneule**

Bewohnt die Randzonen feuchter Laubwälder, Auen und buschige Stellen. Die Raupen ernähren sich hauptsächlich von Blättern der Ulmen. Im Zürcher Unterland nicht häufig, aber verbreitet.

Rote Liste Status: Nicht verfügbar; Prioritätsstufen: Nicht verfügbar

Rote Listen: Baden-Württemberg V (Vorwarnliste). Bayern 3 (gefährdet), Deutschland 3 (gefährdet)

Einschätzung

Beim untersuchten Wald handelt es sich für die Nachtfalter um einen durchschnittlich wertvollen Lebensraum mit einzelnen bemerkenswerten Arten. Es wurden keine Arten festgestellt, deren lokale Gefährdung als gross eingeschätzt werden kann. Nach meiner Einschätzung kann der Verlust des Lebensraumes bei einer Umsetzung des Projekts mit Aufwertungsmassnahmen und Ersatzflächen geholfen werden.

Ersatzlebensräume für Nachtfalter:

- Stufiger artenreicher Waldrand mit Sträuchern(Sonnig und schattig).
- Lichter Wald mit Weichhölzer an eher feuchten Standorten.
- Artenreiche Krautschicht mit grasigen Bereichen fördern und Verbuschung vermeiden.
- Neben Eichen auch Ulmen fördern und erhalten.

ARA Erweiterung Winterthur

Xylobionte Käfer

30.9.2024 / Adrienne Frei

1. Methode:

Im Hardwald Winterthur wurden zwischen dem 29.4.2024 und dem 15.7.2024 zwei Polytrapfallen auf der einer Höhe von ca. 1 m über Boden aufgestellt (Koordinaten Falle 1: 2 692 793 / 1 263 455, Falle 2: 2 692 870 / 1 263 565).

Falle 1 wurde an einer lichten Stelle mit Asthaufen und hauptsächlich stehend abgestorbenen Waldföhren (BHD ca. 15 cm) aufgestellt. Falle 2 wurde ebenfalls an einer lichten Stelle, neben einer umgefallenen Buche (Kronenbereich) gesetzt (siehe Abb. 1).

Ebenfalls wurden die Käfer aus den Lichtfängen, welche Thomas Kissling für die Nachtfalter gemacht hat, einbezogen.

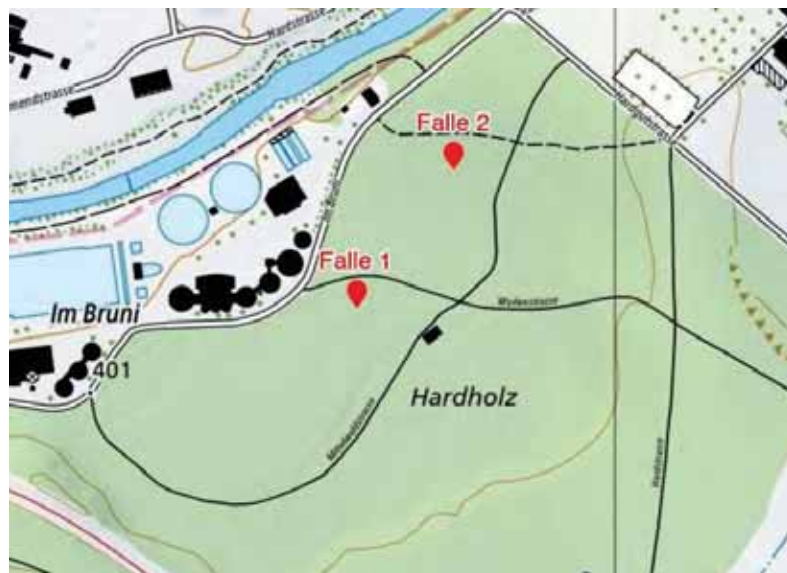


Abb. 1: Fallenstandorte

Geplant waren zwei Durchgänge mit Handfängen. Diese wurden jedoch weggelassen, da die Wetterbedingungen 2024 während der Flugzeit der Käfer sehr schlecht waren.

Da in der Schweiz die Rote Liste der Holzkäfer auf vier Familien beschränkt ist, wird das Verzeichnis und Rote Liste der Totholzkäfer Baden-Württembergs (BW) beigezogen (Bense, 2001). Diese Liste berücksichtigt alle xylobionten Käferarten.

2. Ergebnisse

Insgesamt wurden aus rund 600 Individuen 80 Arten bestimmt (siehe Tab. 1). Aus den Lichtfängen wurden vier zusätzliche Arten determiniert.

Tab. 1: Aufteilung der Arten- und Individuenzahlen pro Falle. Da in der Schweiz die Rote Liste nur für 4 Familien vorhanden ist, wird die Rote Liste Baden-Württembergs (BW) beigezogen.

	Falle 1	Falle 2	Total
Anzahl Individuen	439	170	609
Anzahl Arten	63	43	80
Rote Liste BW Arten	6	0	6

Es befinden sich keine Käferarten auf der Roten Liste der Holzkäfer der Schweiz.

Sechs Arten sind auf der Roten Liste Baden-Württembergs unter gefährdet (3) und verletzlich (V) zu finden:

2.1. Bemerkenswerte Arten:

Dorcatoma punctulata (Fam. Ptinidae ; RL BW 3 !)

Die Art entwickelt sich im Rotrandigen Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*) und in eingetrockneten Fruchtkörpern des Schwefelporlings (*Laetiporus sulphureus*). Beides sind zwei häufige Baumpilze in unseren Wäldern. Dennoch gilt die Art als gefährdet (RL BW 3) und wird nicht häufig gefangen.

Die Meldungen in der Schweiz stammen überwiegend aus den letzten 5 Jahren. Die Art scheint in der Schweiz, Süddeutschland und im Elsass einen Verbreitungsschwerpunkt zu haben, was sie zu einer landschafts-ökologischen relevanten Art (!) hier in der Schweiz macht.

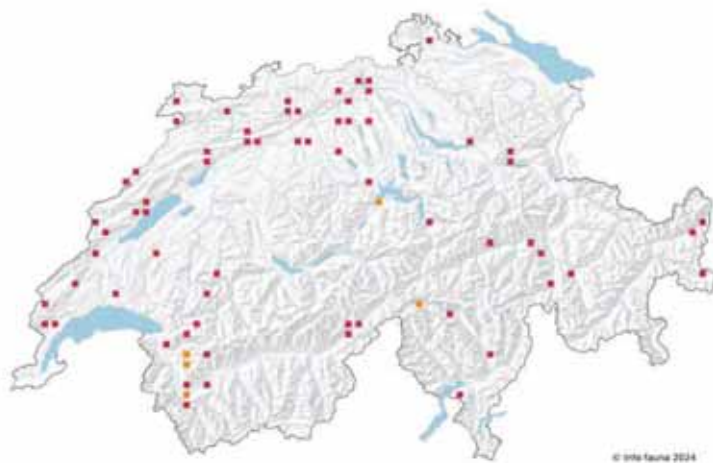


Abb. 2: Verbreitung *Dorcatoma punctulata* in der Schweiz, Quelle infofauna, abgefragt am 30.9.2024.

Dryophthorus corticalis (Fam. Curculionidae, RL BW 3)

Die Larven entwickeln sich in morschem, noch harten Holz verschiedener Baumarten. Die Art ist wärmeabhängig. Die Verbreitung in der Schweiz ist in der infofauna nicht hinterlegt.

Microrhagus emyi (Fam. Eucnemidae, RL BW 2)

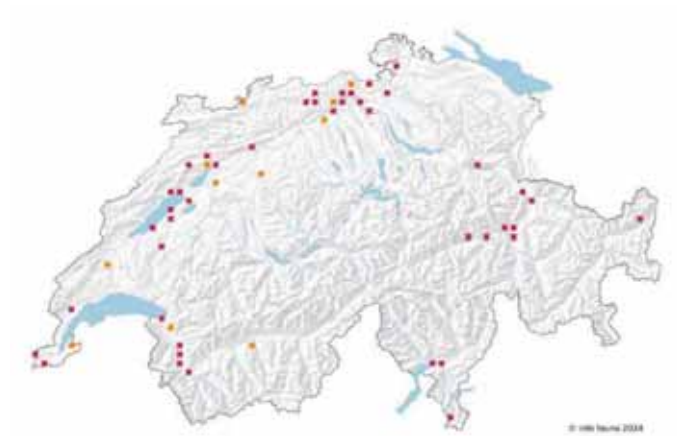


Abb. 3: Verbreitung *Microrhagus emyi* in der Schweiz, Quelle infofauna, abgefragt am 30.9.2024.

Obwohl auch ihr Lebensraum (weissfaules, stehendes und liegendes Laubholz) nicht selten ist, wird die Art doch wenig gefunden.

Rhizophagus aeneus (Familie Monotomidae, RL BW 3)

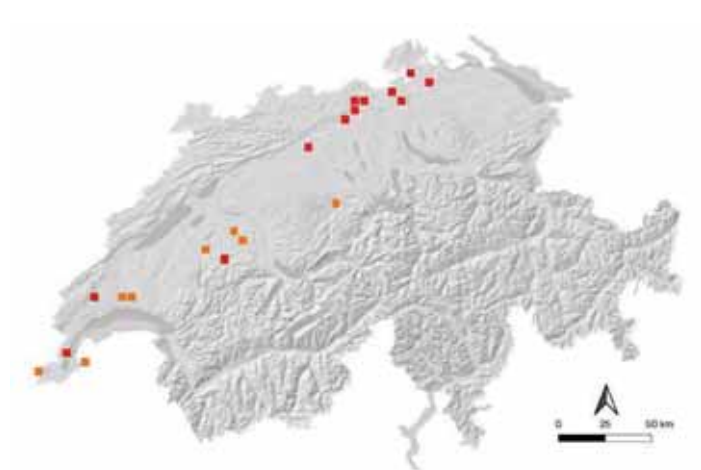


Abb. 4: Verbreitung *Rhizophagus aeneus* in der Schweiz, Quelle infofauna: Auskunft Y. Chittaro, 12.9.2024.

Typische Lebensräume sind Fluss- und Seeufer, Sümpfe und saisonal überschwemmte Wälder. Meine bisherigen Funde im Kanton Zürich waren nicht direkt in den genannten Lebensräumen, aber der Rhein, die Töss und die Thur waren Luftlinie innerhalb von wenigen hundert Metern erreichbar. Die Bisher sind nur wenige Funde in der Schweiz bekannt.

Rhizophagus cribratus (Familie Monotomidae, RL BW V)

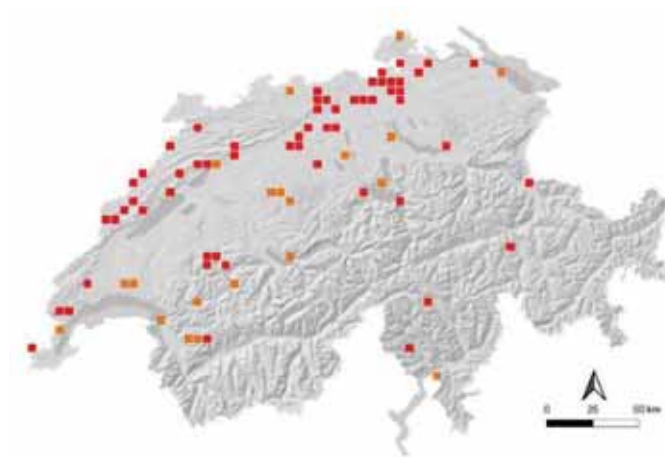


Abb. 5: Verbreitung *Rhizophagus cribratus* in der Schweiz, Quelle infofauna: Auskunft Y. Chittaro, 12.9.2024.

Die Art wird hauptsächlich in alten Eichenbeständen gefunden, es gibt jedoch auch einzelne Nachweise in Nadelbeständen. Sie ist in Europa weitverbreitet, gilt jedoch als selten.

Velleius dillatus (Familie Staphylinidae, RL BW 3)

Die Art konnte in den letzten Jahren im Kanton Zürich mit Fallenfängen regelmässig nachgewiesen werden. Im Kanton Zürich ist von keiner Gefährdung auszugehen.

Der Hornissen-Kurzflügler entwickelt sich in Abhängigkeit von Hornissen.

3. Massnahmen:

Um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass die xylobionten Käfer vor Ort auch nach der Rodung einen Lebensraum finden, ist der Totholzanteil im zur Rodung angrenzenden bewirtschafteten Mittelwald beizubehalten bzw. zu erhöhen. Stehendes (auch geringe Durchmesser) und liegendes Totholz soll vermehrt im Wald belassen werden.

Durch die bereits bestehende Mittelwaldbewirtschaftung sind lichte Strukturen gegeben.

Stehendes Totholz direkt entlang der Töss zu belassen, hilft das Habitat von *Rh. aeneus* zu sichern.

Familie	Gattung	Art	deutsch	CH	BW	BY	D	Ökologie, Raupenfrasspflanzen, Bemerkungen
Hepialidae (Wurzelbohrer)	<i>Triodia</i>	<i>sylyna</i>	Amper-Wurzelbohrer					Wurzeln von Kräutern
Hepialidae (Wurzelbohrer)	<i>Korscheltellus</i>	<i>lupulina</i>	Kleiner Hopfen-Wurzelbohrer					TH Wurzeln von Kräutern
Limacodidae (Schneckenspinner, Assels)	<i>Apoda</i>	<i>limacodes</i>	Grosser Schneckenspinner				LA	Eichen, Buchen u.a.
Limacodidae (Schneckenspinner, Assels)	Heterogenea	asella	Kleiner Schneckenspinner				LA	
Cossidae (Holzbohrer)	<i>Cossus</i>	<i>cossus</i>	Weidenbohrer				LA	BS Weiden, Obstbäume u.a.
Lasioampidae (Glucken)	<i>Dendrolimus</i>	<i>pini</i>	Kiefernspinner					NA Föhre und andere Nadelhölzer
Lasioampidae (Glucken)	Euthrix	potatoria	Grasglucke, Trinkerin	3			FE	Gräser
Saturniidae (Pflaunderspinner)	<i>Agla</i>	<i>tau</i>	Nagelfleck				LA	Buchen u.a. Laubgehölze
Spingidae (Schwärmer)	<i>Laothoe</i>	<i>populi</i>	Pappelschwärmer				LA	Pappeln
Spingidae (Schwärmer)	<i>Sphinx</i>	<i>ligustri</i>	Ligusterschwärmer				x LA	Laubgehölze
Spingidae (Schwärmer)	<i>Sphinx</i>	<i>pinastri</i>	Kiefenschwärmer					NA Föhre und andere Nadelhölzer
Drepanidae (Sichelflüger, Sichelspinner)	<i>Thyatira</i>	<i>batis</i>	Rosen-Wollrückenspinner					Brom- und Himbeere
Drepanidae (Sichelflüger, Sichelspinner)	<i>Habrosyne</i>	<i>pyritoides</i>	Achat-Wollrückenspinner					Brom- und Himbeere
Drepanidae (Sichelflüger, Sichelspinner)	<i>Tethea</i>	<i>or</i>	Pappel-Wollrückenspinner				LA	Pappeln
Drepanidae (Sichelflüger, Sichelspinner)	<i>Ochropacha</i>	<i>duplaris</i>	Zweipunkt-Eulenspinner				LA	
Drepanidae (Sichelflüger, Sichelspinner)	<i>Watsonalla</i>	<i>binaria</i>	Eichen-Sichelflüger				LA	EI
Drepanidae (Sichelflüger, Sichelspinner)	<i>Watsonalla</i>	<i>cultraria</i>	Buchen-Sichelflüger				LA	LA Rotbuche
Drepanidae (Sichelflüger, Sichelspinner)	<i>Drepana</i>	<i>falcataria</i>	Heller Sichelflüger				LA	
Geometridae (Spanner)	<i>Calospilos</i>	<i>sylvata</i>	Ulm-Harlekin	–			LA	Ulm-Harlekin
Geometridae (Spanner)	<i>Lomasipilis</i>	<i>marginata</i>	Vogelschmeiss-Spanner	–			LA	Pappeln, Weiden
Geometridae (Spanner)	<i>Ligia</i>	<i>adustata</i>	Pfaffenhütchen-Harlekin	–				Pfaffenhütchen
Geometridae (Spanner)	<i>Macaria</i>	<i>notata</i>	Helgrauer Eckflügelspinner	–			LA	Laubgehölze
Geometridae (Spanner)	<i>Macaria</i>	<i>liturata</i>	Violettgrauer Eckflügelspinner	–				NA Föhre u.a.
Geometridae (Spanner)	<i>Chiasmia</i>	<i>clethrata</i>	Klee-Gitterspinner	–				Luzerne, Klee, Latkraut
Geometridae (Spanner)	<i>Opisthographtis</i>	<i>luteolata</i>	Gelbspinner	–			LA	Laubgehölze
Geometridae (Spanner)	<i>Plagodis</i>	<i>dolabraria</i>	Hobelspinner	–			LA	Eichen, u.a.
Geometridae (Spanner)	<i>Ennomos</i>	<i>quercinaria</i>	Eichen-Zackenrandspanner	–			LA	Eichen, u.a. Laubbäume
Geometridae (Spanner)	<i>Selenia</i>	<i>dentaria</i>	Dreistreifiger Mondfleckspanner	–			LA	Laubgehölze
Geometridae (Spanner)	<i>Selenia</i>	<i>lunularia</i>	Zweistreifiger Mondfleckspanner	–			LA	Laubgehölze
Geometridae (Spanner)	<i>Selenia</i>	<i>terralunaria</i>	Violettbrauner Mondfleckspanner	–			LA	Laubgehölze
Geometridae (Spanner)	<i>Odontopera</i>	<i>bidentata</i>	Doppelzahnspanner	–			LA (NA)	
Geometridae (Spanner)	<i>Angerona</i>	<i>prunaria</i>	Schlehenspinner	–			LA	Laubgehölze
Geometridae (Spanner)	<i>Erannis</i>	<i>defoliaria</i>	Grosser Frostspanner	–			LA	Laubgehölze
Geometridae (Spanner)	<i>Peribatodes</i>	<i>rhomboidaria</i>	Rauten-Rindenspanner	–			(LA)	Laubbäume
Geometridae (Spanner)	<i>Peribatodes</i>	<i>secundaria</i>	Nadelholz-Rindenspanner	–				NA Fichten, Tannen, Föhren
Geometridae (Spanner)	<i>Alcis</i>	<i>repandata</i>	Weilenlinien-Rindenspanner	–			LA	Laub- und Nadelgehölz
Geometridae (Spanner)	<i>Hypomecis</i>	<i>roborearia</i>	Grosser Rindenspanner	–			LA	EI
Geometridae (Spanner)	<i>Hypomecis</i>	<i>punctinalis</i>	Aschgrauer Rindenspanner	–			LA	Laubgehölze
Geometridae (Spanner)	<i>Ectropis</i>	<i>crepuscularia</i>	Zackenbindiger Rindenspanner	–			LA	Laubbäume und -büsche
Geometridae (Spanner)	<i>Aethalura</i>	<i>punctulata</i>	Grauer Eilen-Rindenspanner	–			LA	
Geometridae (Spanner)	<i>Cabera</i>	<i>exanthemata</i>	Braunstirn-Weissspanner	–			LA	Weide, u.a.
Geometridae (Spanner)	<i>Lomographa</i>	<i>bimaculata</i>	Zweifleck-Weissspanner	–			LA	Laubsträucher
Geometridae (Spanner)	<i>Lomographa</i>	<i>temerata</i>	Schattenbinden-Weissspanner	–			LA	Laubgehölze

Familie	Gattung	Art	deutsch	CH	BW	BY	D	Ökologie, Raupenfrasspflanzen, Bemerkungen
Geometridae (Spanner)	<i>Campaea</i>	<i>margaritata</i>	Perlglanzspanner	–			LA	Laubbäume
Geometridae (Spanner)	<i>Alsophila</i>	<i>aescularia</i>	Frühlings-Kreuzflügel	–			LA	Laubgehölze
Geometridae (Spanner)	<i>Geometra</i>	<i>papilionaria</i>	Grünes Blatt	–			LA	Birke
Geometridae (Spanner)	<i>Hermisthea</i>	<i>aestivaria</i>	Gebüsch-Grünspanner	–			LA	Eichen und Laubsträuchern
Geometridae (Spanner)	<i>Hemistola</i>	<i>chrysoprasaria</i>	Waldbreen-Grünspanner	–			TH	
Geometridae (Spanner)	<i>Cyclophora</i>	<i>annularia</i>	Ahorn-Gürtelpuppenspanner	–			LA	Feldhorn
Geometridae (Spanner)	<i>Cyclophora</i>	<i>punctaria</i>	Gepunkteter Eichen-Gürtelpuppenspanner	–			LA	und Betulae
Geometridae (Spanner)	<i>Cyclophora</i>	<i>linearia</i>	Rotbuchen-Gürtelpuppenspanner	–			LA	Rotbuche
Geometridae (Spanner)	<i>Scopula</i>	<i>ornata</i>	Schmuck-Kleinspanner	–		V	TH	
Geometridae (Spanner)	<i>Scopula</i>	<i>immutata</i>	Vierpunkt-Kleinspanner	–			FE	
Geometridae (Spanner)	<i>Scopula</i>	<i>fioslascata</i>	Gelblichweißer Kleinspanner	–				Kräuter, Laubgehölze, Heidelbeere
Geometridae (Spanner)	<i>Idaea</i>	<i>rusticata</i>	Südlicher Zwergspanner	–		R	TH	Arealerweiterer gegen Norden
Geometridae (Spanner)	<i>Idaea</i>	<i>bisulata</i>	Breitgesäumter Zwergspanner	–				trockene, welke Blätter, Detritus
Geometridae (Spanner)	<i>Idaea</i>	<i>fuscovenosa</i>	Graurandiger Zwergspanner	–		3	TH	Kräuter und Laub
Geometridae (Spanner)	<i>Idaea</i>	<i>humiliata</i>	Braunrandiger Zwergspanner	–				Kräuter und Laub
Geometridae (Spanner)	<i>Idaea</i>	<i>dimidiata</i>	Braungewinkelter Zwergspanner	–			FE	Kräuter und Laub
Geometridae (Spanner)	<i>Idaea</i>	<i>aversata</i>	Breitgebänderter Staudenspanner	–				Kräuter und Laub
Geometridae (Spanner)	<i>Xanthothoe</i>	<i>birivata</i>	Springkraut-Blattspanner	–				Springkraut
Geometridae (Spanner)	<i>Xanthothoe</i>	<i>spadicearia</i>	Heller Rostfarben-Blattspanner	–				frische Kräuter
Geometridae (Spanner)	<i>Xanthothoe</i>	<i>ferrugata</i>	Dunkler Rostfarben-Blattspanner	–				frische Kräuter
Geometridae (Spanner)	<i>Catarhoe</i>	<i>cuculata</i>	Braunbinden-Blattspanner	–				Labkraut
Geometridae (Spanner)	<i>Epirhoe</i>	<i>alternata</i>	Graubinden-Labkrautspanner	–				Labkraut
Geometridae (Spanner)	<i>Epirhoe</i>	<i>gallata</i>	Breitbinden-Labkrautspanner	–				Labkraut
Geometridae (Spanner)	<i>Campogramma</i>	<i>bilineata</i>	Ockergelber Blattspanner	–				Kräuter
Geometridae (Spanner)	<i>Mesoleuca</i>	<i>albiciliata</i>	Brombeer-Blattspanner	–				Rubus-Arten
Geometridae (Spanner)	<i>Cosmorhoe</i>	<i>ocellata</i>	Schwarzaugen-Bindenspanner	–				Labkraut
Geometridae (Spanner)	<i>Ecliptopera</i>	<i>silaceata</i>	Braunleibiger Springkrautspanner	–				Springkraut, u.a.
Geometridae (Spanner)	<i>Ecliptopera</i>	<i>capitata</i>	Gelbköpfiger Springkraut-Blattspanner	–				Springkraut
Geometridae (Spanner)	<i>Chloroclysta</i>	<i>siterata</i>	Olivgrüner Bindenspanner	–			LA	Laubhölzer
Geometridae (Spanner)	<i>Dysstroma</i>	<i>truncata</i>	Möndchenfleckten-Bindenspanner	–			VA	Laubgehölze, Kräuter
Geometridae (Spanner)	<i>Plemyria</i>	<i>rubiginata</i>	Milchweißer Bindenspanner	–				Prunus
Geometridae (Spanner)	<i>Thera</i>	<i>obeliscata</i>	Zweibrütiger Kiefern-Nadelholzspanner	–			NA	Föhren
Geometridae (Spanner)	<i>Colostyia</i>	<i>pectinata</i>	Prachtgrüner Bindenspanner	–				Labkraut, u.a.
Geometridae (Spanner)	<i>Horisme</i>	<i>vitabata</i>	Zweifarbiger Waldbrebenspanner	–				Waldrabe
Geometridae (Spanner)	<i>Horisme</i>	<i>radcaria</i>	Flussauen-Waldbrebenspanner	–			TH	Waldrabe; feuchtwarme Standorte
Geometridae (Spanner)	<i>Melanthia</i>	<i>procellata</i>	Sturmvogel, Waldbreen-Blattspanner	–				Waldrabe
Geometridae (Spanner)	<i>Hydria</i>	<i>cervinalis</i>	Großer Berberitzenspanner	–				Berberitze
Geometridae (Spanner)	<i>Philereme</i>	<i>vetulata</i>	Kleiner Kreuzdomspanner	–			TH	Gewöhnlicher Kreuzdorn
Geometridae (Spanner)	<i>Perizoma</i>	<i>alchemillata</i>	Hohzahn-Kapselspanner	–				frische Kräuter
Geometridae (Spanner)	<i>Eupithecia</i>	<i>haworthiata</i>	Waldbreen-Blütenspanner	–				Waldrabe
Geometridae (Spanner)	<i>Eupithecia</i>	<i>exiguata</i>	Hecken-Blütenspanner	–			LA	
Geometridae (Spanner)	<i>Eupithecia</i>	<i>selinata</i>	Silgen-Blütenspanner	–				Kräuter
Geometridae (Spanner)	<i>Eupithecia</i>	<i>indigata</i>	Kiefern-Blütenspanner	–			NA	Föhren

Familie	Gattung	Art	deutsch	CH	BW	BY	D	Ökologie, Raupenfrasspflanzen, Bemerkungen
Geometridae (Spanner)	<i>Eupithecia</i>	<i>virgaureata</i>	Goldruten-Blütenesspanner	–				TH Weisstorn, Gddruten, Kreuzkraut
Geometridae (Spanner)	<i>Eupithecia</i>	<i>abbreviata</i>	Eichen-Blütenesspanner	–				LA EI Blüten
Geometridae (Spanner)	<i>Eupithecia</i>	<i>tantillaria</i>	Nadelgehölz-Blütenesspanner	–				NA Fichte
Geometridae (Spanner)	<i>Gymnoscelis</i>	<i>rufifasciata</i>	Rotgebänderter Blütenesspanner	–				TH Waldrebe, Wasserdost, u.a.
Geometridae (Spanner)	<i>Chloroclystis</i>	<i>v-ata</i>	Grüner Blütenesspanner	–				LA Holunder, Waldrabe, Mädesüß, u.a.
Geometridae (Spanner)	<i>Rhinoprorha</i>	<i>rectangulata</i>	Graugrüner Apfel-Blütenesspanner	–				LA Malus, u.a.
Geometridae (Spanner)	<i>Asthenia</i>	<i>albulata</i>	Ungepunkteter Zierspanner	–				LA Laubbäume und -büsche
Geometridae (Spanner)	<i>Asthena</i>	<i>anseraria</i>	Weisser Hartriegel-Zierspanner	–	3	V	V	LA TH
Geometridae (Spanner)	<i>Hydrelia</i>	<i>flammeolaria</i>	Gelbgestreifter Erlen-Spanner	–				LA Erlen, Ahorn, u.a., feucht
Geometridae (Spanner)	<i>Lobophora</i>	<i>halterata</i>	Grauer Lappenspanner	–				LA Pappeln, seltener Weiden
Geometridae (Spanner)	<i>Acasis</i>	<i>viretata</i>	Gelbgrüner Lappenspanner	–				LA Sträucher
Notodontidae (Zahnspinner)	<i>Clostera</i>	<i>cutula</i>	Weiden-Rauhfußspinner					LA Pappeln, Weiden
Notodontidae (Zahnspinner)	<i>Drymonia</i>	<i>ruficomis</i>	Dunkelgrauer Zahnspinner					LA EI
Notodontidae (Zahnspinner)	<i>Drymonia</i>	<i>obliterata</i>	Schwarzfleck-Zahnspinner			V		LA Rotbuche
Notodontidae (Zahnspinner)	<i>Pheosia</i>	<i>tremula</i>	Pappel-Zahnspinner					LA Pappeln
Notodontidae (Zahnspinner)	<i>Ptilodon</i>	<i>cucullina</i>	Ahorn-Zahnspinner					LA Feldhorn
Notodontidae (Zahnspinner)	<i>Peridea</i>	<i>anceps</i>	Grosser Eichen-Zahnspinner					LA EI
Notodontidae (Zahnspinner)	<i>Stauropus</i>	<i>fagi</i>	Buchen-Zahnspinner					LA Rotbuche
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Herminia</i>	<i>tarsicrinalis</i>	Braungestreifte Spannereule	–				LA Laubstreu
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Herminia</i>	<i>grisealis</i>	Bogenlinien-Spannereule	–				LA Laubstreu
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Pechipogon</i>	<i>strigilata</i>	Bart-Spannereule	–				LA TH Laubstreu
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Laspeyria</i>	<i>flexula</i>	Sichелеule	–				FA
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Hypena</i>	<i>proboscoidalis</i>	Nesselschnabeule	–				Brennnessel
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Rivula</i>	<i>sericealis</i>	Seideneulichen	–				feuchte Gräser
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Trisateles</i>	<i>emortualis</i>	Gelblinien-Spannereule	–				LA vermodende Eichenblätter
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Mitochrista</i>	<i>miniata</i>	Rosaroter-Flechtenbär					FA Flechten an Laubbäumen, feuchtwarm
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Lithosia</i>	<i>quadra</i>	Vierpunkt-Flechtenbär		2	V	3	FA Boden-, Rindenflechten von Laubbäumen
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Eilema</i>	<i>depressa</i>	Flachfügel-Flechtenbär					FA Flechten an Nadelbäumen, schattig
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Eilema</i>	<i>griseola</i>	Bleigrauer-Flechtenbär					FA Flechten an Laubbäumen, feucht
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Eilema</i>	<i>lurideola</i>	Laubholz-Flechtenbär					FA Rinden und Steinflechten, trocken
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Eilema</i>	<i>complana</i>	Gewöhnlicher Flechtenbär					FA trockenes Laub, warm
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Eilema</i>	<i>caniola</i>	Weißgraues Flechtenbärchen					FA Flechten an Felsen, Mauern, Ziegeln
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Orgyia</i>	<i>antiqua</i>	Schlehen-Bürstenspinner					TH
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Calliteara</i>	<i>pubibunda</i>	Buchen-Streckfuss					LA
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Phragmatobia</i>	<i>fuliginosa</i>	Zimtär					LA Laubgehölze
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Spilarctia</i>	<i>lutea</i>	Gelber Fleckleibbär					Gräser, Kräuter, Stauden
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Spilosoma</i>	<i>lubricipeda</i>	Weisser Tigerbär					Kräuter
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Arctia</i>	<i>caja</i>	Brauner Bär	4	3	V	V	Kräuter, Stauden, Laubgehölze
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Callimorpha</i>	<i>dominula</i>	Schönbär	3	V			Kräuter, Stauden, Laubgehölze
Erebidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.] einsch.)	<i>Euplagia</i>	<i>quadripunctaria</i>	Russischer Bär	4		V		Kräuter, Stauden, Laubgehölze
Nolidae (Graueulchen, Grauspinnerchen)	<i>Nola</i>	<i>confusalis</i>	Hainbuchenwald-Kleinbärchen					LA Eiche, Hainbuche, u.a.
Nolidae (Graueulchen, Grauspinnerchen)	<i>Pseudopsis</i>	<i>prasinana</i>	Buchen-Kahnspinner					LA Rotbuche, Eiche, u.a.
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z.T.])	<i>Craniophora</i>	<i>ligustri</i>	Liguster-Rindeneule	–				LA

Familie	Gattung	Art	deutsch	CH	BW	BY	D	Ökologie, Raupenfrasspflanzen, Bemerkungen
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Acronicta	<i>alni</i>	Erlen-Rindeneule	–			LA	TH
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Acronicta	<i>auricoma</i>	Goldhaar-Rindeneule	–				
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Moma	<i>alpinum</i>	Seladoneule	–			LA	
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Cryphia	<i>algae</i>	Dunkelgrüne Flechteneule	–			LA	TH
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Deltole	<i>pygarga</i>	Walrasen-Grasmotteneulchen	–				Gräser
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Pseudeustrotia	<i>candidula</i>	Dreieck-Grasmotteneulchen	–				Gräser, u.a.
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Amphipyra	<i>pyramidea</i>	Pyramideneule	–			LA	W2
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Amphipyra	<i>berbera</i>	Svenssons Pyramideneule	–			LA	W2
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Elaphria	<i>venustula</i>	Mamoriertes Gebüscheulchen	–			TH	Rosen, Ginster, Kräuter
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Hoplodrina	<i>octogenaria</i>	Gelbbraune Staubeule	–				Krautige Pflanzen
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Charanyca	<i>trigrammica</i>	Dreilinieneneule	–				Krautige Pflanzen
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Polyphaenis	<i>sericata</i>	Bunte Ligustereule	–	1	3	TH	Liguster, selten Schwarzdorn, Hartriegel
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Trachea	<i>atriplicis</i>	Meldeneule	–				Krautige Pflanzen
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Euplexia	<i>lucipara</i>	Gelfleck-Waldschatteneule	–				Farne, Kräuter, Stauden, Laubgehölze
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Cosmia	<i>affinis</i>	Rotbraune Ulmeneule	–	V	3	LA	TH
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Cosmia	<i>trapezina</i>	Trapezeule	–			LA	hauptsächlich Ulmen, selten Eichen u.a.
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Conistra	<i>vaccinii</i>	Veränderliche Wintereule	–			LA	Eiche und andere Laubbäume
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Allophyes	<i>oxyacanthae</i>	Weissdorneule	–			LA	Straucher, Stauden, Kräuter
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Mniotype	<i>satura</i>	Dunkelbraune Waldrandeule	–				Laubbäume und -büsche
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Oligia	<i>strigilis</i>	Striegel-Halmeneulchen	–				Kräuter, Stauden, Laubgehölze
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Mesolia	<i>furuncula</i>	Trockenrasen-Halmeneulchen	–			TH	Gräser
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Luperina	<i>testacea</i>	Lehmfarbige Graswurzeleule	–				Gräser
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Mamestra	<i>brassicae</i>	Kohleule	–				Gräser
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Polia	<i>nebulosa</i>	Waldstauden-Blättereule	–			LA	W2
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Mythimna	<i>albipuncta</i>	Weisspunkt-Graseule	–				Laubbäume, Stauden, Kräuter
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Orthosia	<i>incerta</i>	Variable Kätzcheneule	–			LA	Gräser
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Orthosia	<i>gothica</i>	Gothica-Kätzcheneule	–			(LA)	Schwarzdorn, Eichen, Pappeln, Weiden
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Orthosia	<i>cerasi</i>	Rundflügel-Kätzcheneule	–			LA	Kräuter, Stauden, Laubgehölze
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Anorthoa	<i>munda</i>	Zweifleck-Kätzcheneule	–			LA	Laubbäume
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Axylia	<i>putris</i>	Putris-Erdeule	–				Laubbäume, Eiche
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Ochropleura	<i>pecta</i>	Hellrandige Erdeule	–				polyphag an Gräser und Kräutern
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Darsia	<i>brunnea</i>	Braune Erdeule	–				polyphag an Gräser und Kräutern
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Noctua	<i>pronuba</i>	Hausmutter	–				polyphag an Kräutern
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Noctua	<i>janthe</i>	Janthe-Bandeule	–			W2	W2
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Xestia	<i>c-nigrum</i>	Schwarzes C	–				polyphag an Kräutern
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Xestia	<i>baja</i>	Baja-Bodeneule	–				polyphag an Kräutern und Laubgehölze
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Xestia	<i>xanthographa</i>	Braune Spätsommer-Bodeneule	–				polyphag an Gräser und Kräutern
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Agrotis	<i>exclamationis</i>	Ausrufungszeichen	–			W2	W2
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Agrotis	<i>segetum</i>	Saateule	–				Wurzeln von Gräser und Kräuter
Noctuidae (Eulenfalter, Eulen [z. T.])	Colocasia	<i>coryli</i>	Haseleule	–			LA	W2
								Wurzeln von Gräser und Kräuter
								Rotbuche, Hasel, u.a. auch Eiche

Tabelle Brutvögel: Ergebnisse (Anzahl Brutpaare)

Artname	Gattung	Art	RL	NHV	Nationale Priorität	Artwert ZH	Hardwald Monitoring					GP/ Wald- rodung	Bahn- bord West (Erweiter- ung IANB)
							2011	2012	2013	(2014)*	2024	2024	2024
Amsel	<i>Turdus</i>	<i>merula</i>					16	16	14	x	13	3	4
Blaumeise	<i>Cyanistes</i>	<i>caeruleus</i>					10	13	5	x	7	3	2
Buchfink	<i>Fringilla</i>	<i>coelebs</i>					10	16	7	x	12	2	3
Buntspecht	<i>Dendrocopos</i>	<i>major</i>					1	5	4		2	1	1
Distelfink	<i>Carduelis</i>	<i>carduelis</i>				1			1		-	-	-
Dohle	<i>Corvus</i>	<i>monedula</i>											(1)
Eichelhäher	<i>Garrulus</i>	<i>glandarius</i>					3	2	4		3		
Elster	<i>Pica</i>	<i>pica</i>									1		
Feldsperling	<i>Passer</i>	<i>montanus</i>						1	1		3		
Gartenbaumläufer	<i>Certhia</i>	<i>brachydactyla</i>				2	1	2	1	x	5	1	1
Graureiher	<i>Ardea</i>	<i>cinerea</i>				1	7	11	12			6	
Grauschnäpper	<i>Muscicapa</i>	<i>striata</i>	NT			1			1			1	
Grünfink	<i>Chloris</i>	<i>chloris</i>	NT			1	6	4			2	2	
Grünspecht	<i>Picus</i>	<i>viridis</i>				2	2	1	1	x	1		
Haubenmeise	<i>Lophophanes</i>	<i>cristatus</i>			3		1			x	-	-	-
Hausrotschwanz	<i>Phoenicurus</i>	<i>ochruros</i>											1
Heckenbraunelle	<i>Prunella</i>	<i>modularis</i>				3	1	1	1	x	-	-	-
Kernbeisser	<i>Coccothraustes</i>	<i>coccothrauste</i>				1		1					(4)
Kleiber	<i>Sitta</i>	<i>europaea</i>					5	3	3	x	4	2	
Kohlmeise	<i>Parus</i>	<i>major</i>					18	13	15	x	16	1	
Mäusebussard	<i>Buteo</i>	<i>buteo</i>									1		
Mönchsglasmücke	<i>Sylvia</i>	<i>atricapilla</i>					13	21	13	x	13	3	6
Pirol	<i>Oriolus</i>	<i>oriolus</i>								x	-	-	-
Rabenkrähe	<i>Corvus</i>	<i>corone</i>					5	10	2		5	1	1
Ringeltaube	<i>Columba</i>	<i>palumbus</i>					7	10	10	x	4		
Rotkehlchen	<i>Erithacus</i>	<i>rubecula</i>					9	7	8	x	13		2
Rotmilan	<i>Milvus</i>	<i>milvus</i>			1	8							1
Schwanzmeise	<i>Aegithalos</i>	<i>caudatus</i>				1	1	4	1		4		1
Schwarzspecht	<i>Dryocopus</i>	<i>martius</i>				1	1			x	-	-	-
Singdrossel	<i>Turdus</i>	<i>philomelos</i>					5	4	4	x	5	1	1
Sommeregoldhähnchen	<i>Regulus</i>	<i>ignicapilla</i>			3			5	1	x	3		
Sperber	<i>Accipiter</i>	<i>nisus</i>			3	1	2	1					(1)
Star	<i>Sturnus</i>	<i>vulgaris</i>					2	1			5		1
Stockente	<i>Anas</i>	<i>platyrhynchos</i>							1		-	-	-
Sumpfmeise	<i>Poecile</i>	<i>palustris</i>			3		9	5	5		2	1	1
Tannenmeise	<i>Periparus</i>	<i>ater</i>			3	1	2	3		x	1	1	
Turmfalke	<i>Falco</i>	<i>tinnunculus</i>									(1)		
Wacholderdrossel	<i>Turdus</i>	<i>pilaris</i>			1	3			1	x	3		
Waldbaumläufer	<i>Certhia</i>	<i>familiaris</i>						1			1		
Wintergoldhähnchen	<i>Regulus</i>	<i>regulus</i>			3		3		1	x	1		
Zaunkönig	<i>Troglodytes</i>	<i>troglodytes</i>					8	6	8	x	7	1	3
Zilpzalp	<i>Phylloscopus</i>	<i>collybita</i>					9	4	9	x	15	2	3

* keine vollständige Erhebung, nur eine Bege

Tabelle Fauna: Ergebnisse Faunauntersuchung ARA Hard 2024; Angabe der gefundenen Tagesmaxima

Eigene Erhebungen ergänzt mit Daten der letzten 10 Jahre von Infospecies (letztere nur berücksichtigt wenn selber nicht gefunden und Artwert > 0, bzw. NHV, Priorität CH oder RL; Angabe des letzten Nachweisjahres)

Taxonomische Gruppe	Name	Latin	RL	NHV	Nat. Prio. CH	Artwert ZH	GP/ Bestand	GP/ IANB	IANB	BP/ Offenland	Quelle
Amphibien	Erdkroete	<i>Bufo bufo</i>		x	4	3			2022		Infospecies
Amphibien	Gelbbauchunke	<i>Bombina variegata</i>	EN	x	3	7			2022		Infospecies
Amphibien	Grasfrosch	<i>Rana temporaria</i>		x		2			2022		Infospecies
Amphibien	Komplex des Wasserrfrosches	<i>Pelophylax esculentus</i>	NT	x		4			2022		Infospecies
Amphibien	Bergmolch	<i>Ichthyosaura alpestris</i>		x		2			2022		Infospecies
Amphibien	Fadenmolch	<i>Lissotritron helveticus</i>	VU	x	4	6			2019		Infospecies
Fledermäuse	Braunes Langohr	<i>Plecotus auritus</i>	VU	x	1	-				2017	Infospecies
Fledermäuse	Grosser Abendsegler	<i>Nyctalus noctula</i>	NT	x	4	-	2021				Infospecies
Fledermäuse	Rauhautfledermaus	<i>Pipistrellus nathusii</i>	LC	x		-				2021	Infospecies
Fledermäuse	unbestimmte Zwergfledermaus	<i>Pipistrellus sp.</i>		x		-	2021				Infospecies
Fledermäuse	Vespertilionidae sp.	<i>Vespertilionidae sp.</i>		x		-	2015			2021	Infospecies
Heuschrecken	Brauner Grashüpfer	<i>Chorthippus brunneus</i>	0	0	0	0	5				eigene Erhebung
Heuschrecken	Feldgrille	<i>Gryllus campestris</i>	0	0	0	0		1	10		eigene Erhebung
Heuschrecken	Gemeine Sichelschrecke	<i>Phaneroptera falcata</i>	VU	0	4	3	8	2	3		eigene Erhebung
Heuschrecken	Gemeiner Grashüpfer	<i>Pseudochorthippus parallelus</i>	0	0	0	0	3	18	16		eigene Erhebung
Heuschrecken	Grosse Schiefkopfschrecke	<i>Ruspolia nitidula</i>	NT	0	0	3	1	1	1		eigene Erhebung
Heuschrecken	Grünes Heupferd	<i>Tettigonia viridissima</i>	0	0	0	0	2	1	1		eigene Erhebung
Heuschrecken	Lauschschrecke	<i>Mecostethus parapleurus</i>	0	0	0	1		2	3		eigene Erhebung
Heuschrecken	Nachtigall-Grashüpfer	<i>Chorthippus biguttulus</i>	0	0	0	0	16	13	20		eigene Erhebung
Heuschrecken	Punktierte Zartschrecke	<i>Leptophyes punctatissima</i>	0	0	0	2	11				eigene Erhebung
Heuschrecken	Rote Keulenschrecke	<i>Gomphocerippus rufus</i>	0	0	0	0	3	2	3		eigene Erhebung
Heuschrecken	Vierpunktige Sichelschrecke	<i>Phaneroptera nana</i>	0	0	0	0	2				eigene Erhebung
Heuschrecken	Westliche Beissschrecke	<i>Platycleis albopunctata</i>	NT	0	0	4	4	2	9		eigene Erhebung
Heuschrecken	Wiesengrashüpfer	<i>Chortippus dorsatus</i>	0	0	0	1				2014	Infospecies
Heuschrecken	Zweifarbige Beißschrecke	<i>Bicolorana bicolor</i>	VU	0	4	3		2	3		eigene Erhebung
Libellen	Frühe Heideibelle	<i>Sympetrum fonscolombii</i>	0	0	0	1				2022	Infospecies
Libellen	Kleine Zangenlibelle	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	0	x	0	2	1				eigene Erhebung
Libellen	Vierfleck	<i>Libellula quadrimaculata</i>	0	0	0	0			1		eigene Erhebung
Reptilien	Mauereidechse	<i>Podarcis muralis</i>	0	x	0	4	4	4	9		eigene Erhebung
Reptilien	Nördliche Ringelnatter	<i>Natrix natrix</i>	EN	x	3	8	1				eigene Erhebung
Reptilien	Zauneidechse	<i>Lacerta agilis</i>	VU	x	4	3			2		eigene Erhebung
Säugetiere	Westigel, Braunbrustigel	<i>Erinaceus europaeus</i>	NT	x		-	2019			2016	Infospecies
Säugetiere	Europäischer Biber	<i>Castor fiber</i>	LC	x		-				2016	Infospecies
Säugetiere	Siebenschläfer	<i>Glis glis</i>	LC	x		-					Infospecies

Taxonomische Gruppe	Name	Latin	RL	NHV	Nat. Prio. CH	Artwert ZH	GP/ Bestand	GP/ IANB	IANB	BP/ Offenland	Quelle
Tagfalter	Sonnenröschen-Bläuling	<i>Aricia agestis</i>	0	0	0	1			4		eigene Erhebung
Tagfalter	Gewöhnliches Widderchen	<i>Zygaena filipendulae</i>	0	0	0	1	2	1			eigene Erhebung
Tagfalter	Großes Ochsenauge	<i>Maniola jurtina</i>	0	0	0	0	14	12	18		eigene Erhebung
Tagfalter	Hauhechelbläuling	<i>Polyommatus icarus</i>	0	0	0	0	6	2	10		eigene Erhebung
Tagfalter	Himmelblauer Bläuling	<i>Lysandra bellargus</i>	0	0	0	1	9		2		eigene Erhebung
Tagfalter	Kleiner Kohlweißling	<i>Pieris rapae</i>	0	0	0	0	1				eigene Erhebung
Tagfalter	Kleines Wiesenvögelchen	<i>Coenonympha pamphilus</i>	0	0	0	0	2	1	1		eigene Erhebung
Tagfalter	Komplex des Karstweissling	<i>Pieris mannii/rapae</i>	NT/0	0	0	1/0	1				eigene Erhebung
Tagfalter	Komplex des Tintenflecks	<i>Leptidea sinapis/juvernica</i>	0	0	0	1/0	1		1		eigene Erhebung
Tagfalter	Komplex des Weisskleegelblings	<i>Colias alfacarensis/hyale</i>	0	0	0	2/1			2022		Infospecies
Tagfalter	Kurzschwänziger Bläuling	<i>Cupido argiades</i>	NT	0	0	1			2		eigene Erhebung
Tagfalter	Schachbrett	<i>Melanargia galathea</i>	0	0	0	1		1	4		eigene Erhebung
Tagfalter	Schwalbenschwanz	<i>Papilio machaon</i>	0	0	0	0			1		eigene Erhebung
Tagfalter	Violetter Waldbläuling	<i>Cyaniris semiargus</i>	0	0	0	0	1	1	1		eigene Erhebung
Tagfalter	Zitronenfalter	<i>Gonepteryx rhamni</i>	0	0	0	0	3		1		eigene Erhebung
Tagfalter	Zweibrütiger Würfelfalter	<i>Pyrgus armoricanus</i>	NT	0	0	2			2		eigene Erhebung

Tabelle Bewertung: Ausbau ARA Hard - Bewertung (nach Renat)

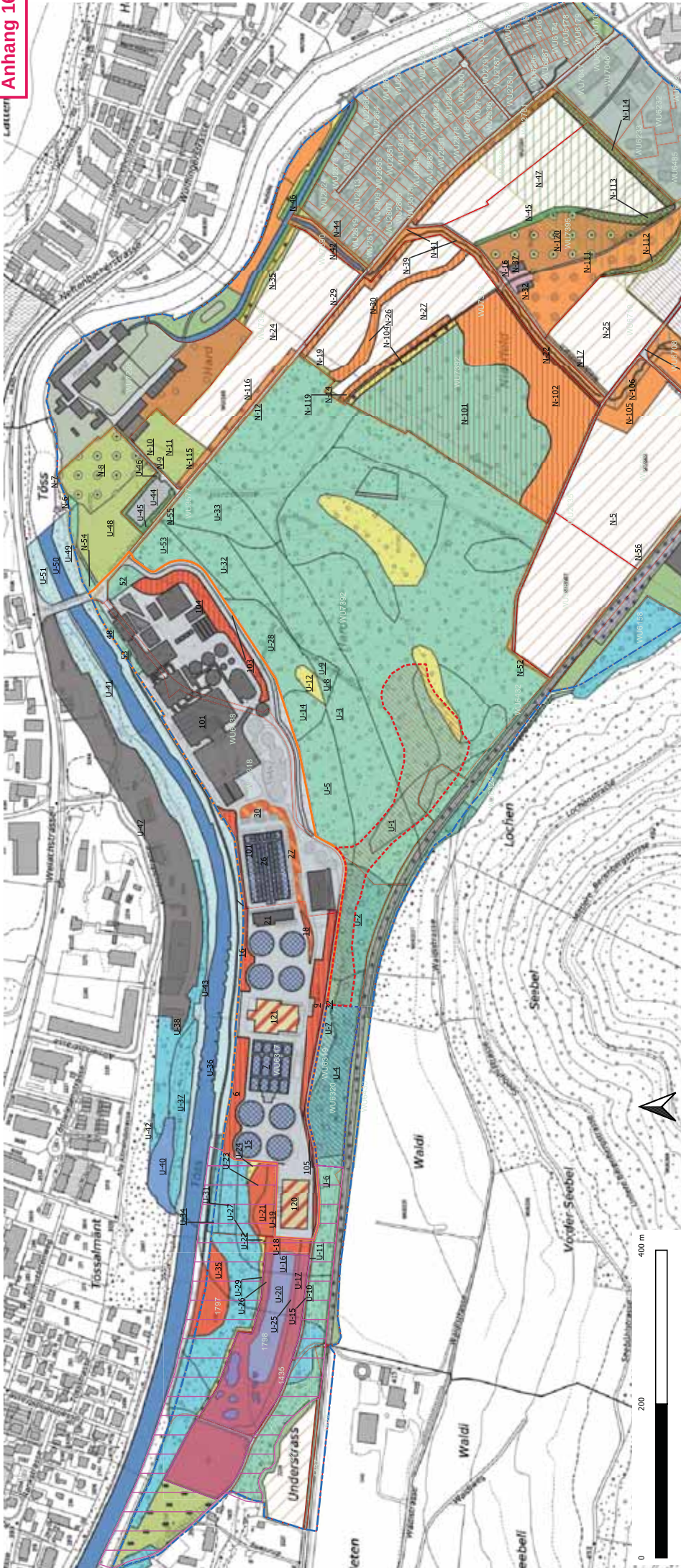
25.11.2024/JS

ARA Hard EAM Niederfeld	802.5	498.4	(1)
Ausgangszustand	306.2	123.3	(2)
Betriebszustand	-496.4	621.7	125.3
Bilanz	-123.6	0.0	-123.6
Auswirkungen auf Umgebung (v.a. Störungen)	-620.0	1.7	

78.9

Ausgangszustand (A)		Betriebszustand (B)										Punkte Ausgangs- zustand	K7 Seltene Arten	K6 Vernetzungsu	K5 Umgebungsqu	K4 Störung	K3 Naturnähe	K2 Alter	K1 Biotopwert	Fläche Aren	ID_ZIELLebensraum Zielzustand	Qualitätspunkte/a	Punkte Ziel- zustand	Differenz	Veränderung bezüglich Ziellebensraum/Qualität
ID_IST	Lebensraum Ausgangszustand	Fläche Aren	K1 Biotopwert	K2 Alter	K3 Naturnähe	K4 Störung	K5 Umgebungsqu	K6 Vernetzungsu	K7 Seltene Arten	Qualitätspunkte/a	Punkte Ausgangs- zustand														
ARA Hard (inkl. Erweiterung)																									
31	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	15.9	1.3	1.1	1.1	0.9	0.9	1	1.1	1.40	22.3	103 9.3.2 - Asphalt- und Betonstrasse (mehrere Flächen zuzg	21.4	0	0.0	0	0.0	0.00	-22.3	Rodung, neue Umfahungsstrasse					
41	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	6.2	1.3	1.1	1.1	0.9	0.9	1	1.1	1.40	8.6							0.00	-8.6	Rodung für ARA Ausbau					
43	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	6.4	1.3	1.1	1.1	0.8	0.9	1	1.1	1.03	8.6							0.00	-6.6	teileweise Rodung für ARA Ausbau					
48	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	20.3	1.3	1.1	1.1	0.9	1	1	1.1	1.29	26.1	48 6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	9.1	1.3	1.1	1	0.9	1	1.29	11.7	-14.4	keine Rodung für ARA Ausbau			
49	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	214.7	1.3	1.1	1.1	0.9	0.9	1	1.1	1.40	300.9	101 9.2.2 u. 9.4 - Gebäude u. versiegelte Flächen (mehrere Flächen zus. gelasst)	224.1	0	0.0	0	0.0	0	0.00	-300.9	Rodung, Neubauten				
50	6.2.1 - Orchideen-Buchenwald	20.9	1.5	1.1	1.1	0.9	1	1	1.1	1.80	37.6							0.00	-37.6	Rodung für ARA Ausbau					
51	6.2.1 - Orchideen-Buchenwald	2.4	1.5	1.1	1.1	0.9	1	1	1.1	1.80	4.3							0.00	-4.3	Rodung für ARA Ausbau					
52	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	9.7	1.3	1.1	1.1	0.9	0.9	1	1.1	1.40	13.6	52 6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	11.5	1.3	1.3	1	0.8	0.8	1	1.08	12.44	-1.1	in Rodungsgebiet, bleibt aber bestehen		
18	42.4/4.5.1.2 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen Mosaik Typ. Fro	3.8	2.3	1.1	1.1	0.8	0.9	1	1.2	2.19	8.4	18 4.2.4/4.5.1.2 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen Mos	3.8	2.3	1.1	1	0.8	0.9	1	1.2	2.19	8.38	0.0	keine Beanspruchung, B: Anteil 5% Grünfläche	
27	42.4/4.5.1.2 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen Mosaik Typ. Fro	13.8	2.3	1.1	1.1	0.8	0.9	1	1.2	2.19	30.2	27 4.2.4/4.5.1.2 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen Mos	11.4	2.3	1.1	1	0.8	0.9	1	1.2	2.19	24.91	-5.3	Verkleinerung, sonst keine Beanspruchung, B: Anteil 5% Grünfläche	
30	42.4/4.5.1.2 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen Mosaik Typ. Fro	4.0	2.3	1.1	0.9	0.8	0.9	1	1.2	1.97	7.9	30 4.2.4/4.5.1.2 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen Mos	4.0	2.3	1.1	0.9	0.8	0.9	1	1.2	1.97	7.92	-0.0	keine Beanspruchung, B: Anteil 5% Grünfläche	
37	42.4/4.5.1.2 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen Mosaik Typ. Fro	58.7	1.3	1.1	1.1	0.9	1.1	1	1.1	1.56	91.3	104 4.2.4 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen	38.5	2.3	0.9	1.1	0.8	0.9	1	1.2	1.97	75.78	75.8	B: EAM = neue Grünfläche in ARA, Anteil 5% Grünfläche	
38	42.4/4.5.1.2 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen Mosaik Typ. Fro	4.2	2.3	1.1	0.9	0.8	0.9	1	1.2	1.97	8.3	105 4.2.4 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen	6.0	2.3	0.9	1.1	0.8	0.9	1	1.64	9.86	81.5	A: Brunhiese; B: EAM = neue Grünfläche in ARA, Anteil 5% Grünfläche		
39	45.1.2 - Typische Fromentalwiese	0.4	1.3	1.1	0.9	0.8	0.9	1	1	0.93	0.3								-0.2	dauerhaft beansprucht (fk)					
37	42.4/4.5.1.2 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen Mosaik Typ. Fro	4.2	2.3	1.1	0.9	0.8	0.9	1	1.2	1.97	8.3	In Ziel Nr. 6 integriert	25.2	2.3	0.9	1.1	0.8	0.9	1	1.2	1.97	49.51	-4.1	dauerhaft beansprucht (fk)	
38	45.1.2 - Typische Fromentalwiese	0.5	1.3	1.1	1.1	0.8	0.9	1	1.2	1.00	0.0	6.4.2.4 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen											-5.9	temporär beanspruchte Grünfläche (Wiederherstellung); B: Anteil 5% Grünfläche	
39	5.3.3 - Mesophiles Gebüsch / Hecke	1.3	1.5	1.1	0.9	0.8	0.9	1	1	1.07	1.4								-3.3	dauerhaft beansprucht (fk)					
44	5.3.5 - Gebüschreiche Vornalldgesellschaften	9.9	1.1	1	0.7	0.8	0.9	1	1	0.55	5.5								-1.1	dauerhaft beansprucht (fk)					
9	4.5.1.2/5.1.2 - Fromentalwiese Mosaik trockener Saum	31.0	1.3	1.1	1.1	0.8	0.9	1	1.2	1.24	38.3	9.4.2.4 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen	35.7	2.3	0.9	1.1	0.8	0.9	1	1.2	1.97	70.30	-5.5	dauerhaft beansprucht	
16	4.5.1.2/5.1.2 - Fromentalwiese Mosaik trockener Saum	9.3	1.3	1.1	1.1	0.8	1	1	1.2	1.37	12.7	16.4.2.4 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen	18.0	2.3	0.9	1.1	0.8	0.9	1	1.2	1.97	35.35	32.0	temporär beanspruchte Grünfläche (Wiederherstellung); B: Anteil 5% Grünfläche	
17	4.5.1.2/5.1.2 - Fromentalwiese Mosaik trockener Saum	11.2	2.3	1.1	0.9	0.8	0.9	1	1.2	1.97	22.0	gesplittet, z.T. in Ziel Nr. 9 integriert							-22.0	kw. temporär, kw. dauerhaft beansprucht					
25	4.5.1.2/5.1.2 - Fromentalwiese Mosaik trockener Saum	5.8	1.3	1.1	1.1	0.8	1	1	1.2	1.37	7.9	In Ziel Nr. 16 integriert							-7.9	temporär beanspruchte Grünfläche					
29	4.2.4/4.5.1.2 - Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen Mosaik Typ. Fro	6.1	2.3	1.1	0.9	0.8	1	1	1.2	2.19	13.3	In Ziel Nr. 16 integriert							-13.3	temporär beanspruchte Grünfläche					
23	5.1.2 - Mesophiles Krautraum (Zaun-Strasse)	6.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0								0.0	nicht schutzbeding > keine Ersatz					
45	40.2 - Rasenflächen u. Umgebungsgrün	45.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0								0.0	A: nicht schutzbeding > keine Ersatz					
12	9.2 - Bauten	22.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	12 9.2 - Bauten	22.9	0	0.0	0	0.0	0	0	0.00	0	0.00	0.0	bestehendes Gebäude	
21	9.2 - Bauten	7.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	21 9.2 - Bauten	7.7	0	0.0	0	0.0	0	0	0.00	0	0.00	0.0	bestehendes Gebäude	
22	9.2 - Bauten	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0								0.0	bestehendes Gebäude (Neubau)					
34	9.2 - Bauten	38.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0								0.0	bestehendes Gebäude (Faltarme u.a.)					
46	9.2 - Bauten	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0								0.0	bestehendes Gebäude					
2	9.3.2 - Asphalt- und Betonstrasse	6.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	2 9.3.2 - Asphalt- und Betonstrasse	6.1	0	0.0	0	0.0	0	0	0.00	0	0.00	0.0	bestehendes Strasse (unverändert)	
7	9.4 - versiegelte Plätze	12.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	7 9.4 - versiegelte Plätze	11.3	0	0.0	0	0.0	0	0	0.00	0	0.00	0.0	bestehend	
15	9.2.3 - ARA-Becken	153.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	15 9.2.3 - ARA-Becken	121.8	0	0.0	0	0.0	0	0	0.00	0	0.00	0.0	Kürbchen alt u. neu	
20	9.4 - versiegelte Plätze	208.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	102 9.4 - versiegelte Plätze	496.9	0	0.0	0	0.0	0	0	0.00	0	0.00	0.0	neue u. alte Umgebungsflächen (versiegelt ohne ökolog. Wert)	
26	9.4 - versiegelte Plätze	13.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	26 9.4 - versiegelte Plätze	13.6	0	0.0	0	0.0	0	0	0.00	0	0.00	0.0	bestehend	
32	9.3.2 - Asphalt- und Betonstrasse	50.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	32 9.3.2 - Asphalt- und Betonstrasse	11.3	0	0.0	0	0.0	0	0	0.00	0	0.00	0.0	bestehende Strasse am ARA	
40	9.3.2 - Asphalt- und Betonstrasse	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0								0.0	bestehende Strasse (Zufahrt)					
42	9.4 - versiegelte Plätze	18.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0								0.0	bestehende					
47	9.3.2 - Asphalt- und Betonstrasse	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0								0.0	bestehende Strasse (Zufahrt)					
53	9.3.3 - Naturstrasse	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	53 9.3.3 - Naturstrasse	0.5	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.0	Weg (Zugang Tössweg)	
Total Projektauswirkungen		1100.4									802.5		1100.8							-496.4		306.2			
Auswirkungsspektrimeter ARA																									
U-1	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	18.5	1.3	1.1	1.1	0.9	0.9	1.0	1	1.27	23.5	U-1 6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	18.5	1.3	1.1	1.1	0.9	0.9	1.0	1	1.27	23.5	0.0		
U-2	6.2.4 - Zahnwurz-Buchenwald	69.1	1.5	1.1	1.1	0.9	1.0	1.0	1	1.63	112.9	U-2 6.2.4 - Zahnwurz-Buchenwald	69.1	1.5	1.1	1.1	0.9	1.0	1	1	1.63	112.9	-0.0		
U-3	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	230.5	1.3	1.1	1.1	0.9	1.0	1	1.27	293.7	U-3 6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	230.5	1.3	1.1	1.1	0.9	0.9	1.0	1	1.27	293.7	0.0			
U-4	6.2.4 - Zahnwurz-Buchenwald	87.1	1.5	1.1	1.1	0.9	1.0	1	1.63	142.3	U-4 6.2.4 - Zahnwurz-Buchenwald	87.1	1.5	1.1	1.1	0.9	1.0	1	1	1.63	142.3	0.0			
U-5	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	81.0	1.3	1.1	1.1	0.9	1.0	1.1	1.40	113.5	U-5 6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	81.0	1.3	1.1	1.1	0.8	0.9	1.0	1.1	1.25	100.9	0.0			
U-6	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	42.0	1.3	1.1	1.1	0.9	1.0	1.0	1.42	59.4	U-6 6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	42.0	1.3	1.1	1.1	0.9	1.0	1	1.42	59.4	0.0				
U-7	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	17.3	1.3	1.1	1.1	0.9	1.0	1.0	1.42	24.5	U-7 6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	17.3	1.3	1.1	1.1	0.9	1.0	1	1.42	24.5	0.0				
U-8	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	3.4	1.3	1.1	1.1	0.9	1.0	1.0	1.27	4.4	U-8 6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	3.4	1.3	1.1	1.1	0.9	0.9	1.0	1	1.27	4.4	0.0			
U-9	6.2.3 - Waldmeister-Buchenwald	10.4	1.3	1.1																					

ID / ST	Lebensraum Ausgangszustand	Fläche Aien	K1 Biotopwert	K2 Alter	K3 Naturnähe	K4 Störung	K5 Umgebungsqu	K6 Vernetzungstü	K7 Seltene Arten	Punkte Qualitätspunkte/a	Punkte Ziel- zustand	Differenz	Veränderung bezüglich Ziellebensraum/Qualität
U-16	23.1.-Pfeifengrasswiese	8,0	2,1	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,57	28,6	-32,1	NSG: Störung: 1 Stufe tiefer
U-17	42.4.-Mitteleuropäischer Habrockenrasen	7,6	2,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,91	29,8	0,0	NSG: Störung: 1 Stufe tiefer
U-18	42.4.-Mitteleuropäischer Habrockenrasen	13,8	2,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,91	53,9	-40,1	Brunnwe: Störung: 1 Stufe tiefer, Umgebungst: 2 Stufen tiefer
U-19	45.1.2.-Typische Fromentalwiese	1,1	1,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,0	1,0	1,29	1,4	-0,3	Störung: 1 Stufe tiefer
U-20	23.1.-Pfeifengrasswiese	14,2	2,1	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,57	50,7	-36,5	Brunnwe: Störung: 1 Stufe tiefer
U-21	42.4.-Mitteleuropäischer Habrockenrasen	18,3	2,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,91	44,3	-26,0	Brunnwe: Störung: 1 Stufe tiefer, Umgebungst: 2 Stufen tiefer
U-22	51.2.-Mesophil Krautraum	2,9	1,5	1,0	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	2,14	6,3	-4,7	Störung: 1 Stufe tiefer
U-23	42.4.-Mitteleuropäischer Habrockenrasen	12,3	2,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,91	29,9	-17,6	Brunnwe: Störung: 1 Stufe tiefer, Umgebungst: 2 Stufen tiefer
U-24	62.1.-Orchideen-Buchenhaid	2,6	1,5	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	2,14	2,9	-0,7	Störung: 1 Stufe tiefer
U-25	42.4.-Mitteleuropäischer Habrockenrasen	14,3	2,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,91	12,9	-21,4	Störung: 1 Stufe tiefer
U-26	61.4.-Hartholz-Auenwald	26,2	1,7	1,3	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	90,7	-64,5	Störung: 1 Stufe tiefer
U-27	61.4.-Hartholz-Auenwald	58,9	1,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	17,5	-41,4	Störung: 1 Stufe tiefer
U-28	62.3.-Waldmeister-Buchenhaid	106,5	1,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	80,1	-26,4	Störung: 1 Stufe tiefer
U-29	51.2.-Mesophil Krautraum	4,1	1,5	1,0	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	2,14	3,7	-0,4	Störung: 1 Stufe tiefer
U-30	61.4.-Hartholz-Auenwald	42,1	1,7	1,3	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	145,8	-103,7	Störung: 1 Stufe tiefer
U-31	61.4.-Hartholz-Auenwald	74,2	1,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	74,2	0,0	Störung: 1 Stufe tiefer
U-32	62.3.-Waldmeister-Buchenhaid	55,3	1,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	68,9	-13,6	Störung: 1 Stufe tiefer
U-33	62.3.-Waldmeister-Buchenhaid	73,4	1,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	93,5	-20,1	Störung: 1 Stufe tiefer
U-34	61.4.-Hartholz-Auenwald	14,1	1,7	1,3	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	48,8	-34,7	Störung: 1 Stufe tiefer
U-35	42.4.-Mitteleuropäischer Habrockenrasen	12,0	2,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,91	43,2	-31,2	Störung: 1 Stufe tiefer
U-36	21.-Ufer mit Vegetation	126,3	1,7	1,3	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	331,6	-205,3	Störung: 1 Stufe tiefer
U-37	61.4.-Hartholz-Auenwald	48,2	1,7	1,3	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	126,5	-88,3	Störung: 1 Stufe tiefer
U-38	61.4.-Hartholz-Auenwald	50,6	1,7	1,3	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	132,9	-82,3	Störung: 1 Stufe tiefer
U-39	45.1.1.-Krautgraswiesen	1,8	0,7	0,5	0,9	0,8	0,9	1,0	1,1	0,23	0,4	-0,2	Störung: 1 Stufe tiefer
U-40	45.1.1.-Krautgraswiesen	28,6	1,7	1,3	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	53,2	-24,6	Störung: 1 Stufe tiefer
U-41	21.-Ufer mit Vegetation	134,4	1,7	1,3	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	352,9	-218,5	Störung: 1 Stufe tiefer
U-42	61.4.-Hartholz-Auenwald	3,5	1,7	1,3	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	9,3	-6,8	Störung: 1 Stufe tiefer
U-43	12.-Fliessgewässer	165,8	1,5	1,1	1,3	1,0	1,0	1,1	1,1	2,60	430,3	-264,5	Störung: 1 Stufe tiefer
U-44	93.7/71.2.-Naturstrasse mit Vegetation	16,6	0,5	1,0	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,19	10,2	-0,9	Störung: 1 Stufe tiefer
U-45	53.3.-Mesophiles Gebüsch / Hecke	8,6	1,5	1,1	1,0	0,8	0,9	1,0	1,1	1,07	1,1	-0,2	Störung: 1 Stufe tiefer
U-46	53.3.-Mesophiles Gebüsch / Hecke	1,1	1,5	1,1	1,0	0,8	0,9	1,0	1,1	1,07	1,1	-0,2	Störung: 1 Stufe tiefer
U-47	92.-Gebäude	246,3	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	Störung: 1 Stufe tiefer
U-48	45.1.1.-Krautgraswiesen	69,6	0,7	0,5	1,0	0,9	1,0	1,1	1,1	0,23	19,6	-49,9	Störung: 1 Stufe tiefer
U-49	21.-Ufer mit Vegetation	20,8	1,7	1,3	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	54,6	-33,8	Störung: 1 Stufe tiefer
U-50	12.-Fliessgewässer	17,3	1,5	1,1	1,3	1,0	1,0	1,1	1,1	2,63	44,8	-27,5	Störung: 1 Stufe tiefer
U-51	21.-Ufer mit Vegetation	18,4	1,7	1,3	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	48,2	-29,8	Störung: 1 Stufe tiefer
U-52	93.3.-Naturstrasse	16,3	0,5	1,0	0,7	1,0	1,0	1,1	1,1	1,19	2,9	-1,4	Störung: 1 Stufe tiefer
U-53	62.3.-Waldmeister-Buchenhaid	32,5	1,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,2	1,0	3,47	40,4	-7,9	Störung: 1 Stufe tiefer
Total indirekte Auswirkungen													
		2016,2								3457,1		-123,6	
Aufwertungsgebiet Niederrhein													
N-1	82.-Feldkulturen	289,9	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	52,2	N-101	6,2.3.-E) Waldmeister-Buchenhaid (Eichenföhrdung)
N-2	82.-Feldkulturen	180,7	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	32,5	N-102	45.1.2.-Typische Fromentalwiese
N-3	45.1.1.-Krautgraswiesen	8,1	0,7	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,25	2,0	N-103	42.4.-Mitteleuropäischer Habrockenrasen
N-4	45.1.1.-Krautgraswiesen	2,7	0,7	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,25	0,7	N-104	51.2.-Mesophil Krautraum
Ersatzmassnahmen Niederrhein Teil 1													
N-40	82.-Feldkulturen	481,4	0,7	0,5	1,0	0,9	0,7	1,0	1	0,22	87,4		53.2.5.1.2.-Mesophiles Gebüsch mit Mesophil Kraut
N-41	82.-Feldkulturen	13,4	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	2,4	N-113	53.2.5.1.2.-Mesophiles Gebüsch mit Mesophil Kraut
N-42	82.-Feldkulturen	20,7	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	3,7	N-114	53.2.5.1.2.-Mesophiles Gebüsch mit Mesophil Kraut
N-43	82.-Feldkulturen	17,3	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	3,1	N-117	45.1.2.8.1.4.-Fromentalwiese mit Einzelbäumen
N-44	82.-Feldkulturen	20,3	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	3,7	N-118	45.1.2.8.1.4.-Fromentalwiese mit Einzelbäumen
N-45	82.-Feldkulturen	14,4	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	2,6	N-119	45.1.2.8.1.4.-Fromentalwiese mit Einzelbäumen
N-46	82.-Feldkulturen	30,6	0,7	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,25	7,7	N-126	45.1.2.-Typische Fromentalwiese
Ersatzmassnahmen Niederrhein Teil 2													
N-26	45.1.1.-Krautgraswiesen	127,3									25,5		
Ersatzmassnahmen Niederrhein Teil 3													
N-27	82.-Feldkulturen	608,7									113,0		
Übrige Flächen Niederrhein													
N-28	82.-Feldkulturen	31,6	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	5,70	N-105	45.1.2.-Typische Fromentalwiese
N-29	82.-Feldkulturen	12,3	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	2,22	N-106	45.1.2.1.-Bachlauf mit Bachböschungen
N-30	82.-Feldkulturen	1,2	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	0,21	N-110	12.-Fliessgewässer
N-31	82.-Feldkulturen	5,1	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	0,92	N-115	45.1.2.8.1.4.-Fromentalwiese mit Einzelbäumen
N-32	82.-Feldkulturen	36,7	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	6,60	N-107	45.1.2.1.2.-Bachlauf mit Bachböschungen
N-33	82.-Feldkulturen	42,5	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	7,65	N-108	45.1.2.-Typische Fromentalwiese
N-34	82.-Feldkulturen	3,5	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	0,63	N-109	12.-Fliessgewässer
N-35	82.-Feldkulturen	13,7	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	2,47	N-116	45.1.2.8.1.4.-Fromentalwiese mit Einzelbäumen
N-36	82.-Feldkulturen	3,3	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	1,0	1	1,03	3,39	N-117	93.3.-Naturstrasse
N-37	82.-Feldkulturen	4,1	0,7	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,25	1,02	N-118	45.1.2.-Typische Fromentalwiese
N-38	82.-Feldkulturen	11,2	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	1,0	1	1,03	11,54		45.1.2.-Typische Fromentalwiese
N-39	82.-Feldkulturen	82,4	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	14,83	N-111	93.3.-Naturstrasse
N-40	82.-Feldkulturen	93,6	0,5	0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	1	0,18	18,95	N-120	8.1.4/4.5.1.2.-Hochstamm Obstgarten mit Fettwiese
Total ökologische Ausgleichsmassnahmen Niederrhein													
		341,1								3427,1		-386,0	



Lebensräume (TypoCH)

1.1.0.2.-Seichte Gewässer

1.2.-Fließgewässer

2.1.-Ufer mit Vegetation

2.3.1.-Pfeifengrasswiese

4.0.2.-Rasenflächen u. Umgebungsrün

4.1.1.*4.2.4.-Wärmeliebende Pionierflur Übergang Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen (Flächdach)

4.2.4./4.5.1.2.-Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen Mosaik Typ. Fromentalwiese

4.2.4./4.5.1.2.-Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen Mosaik Typ. Fromentalwiese

4.5.-Grünland (nicht kartiert)

4.5.1.1.-Knaulgrasswiese

4.5.1.2.-Typische Fromentalwiese

4.5.1.2./1.2.-Bachlauf mit Bachböschungen

4.5.1.2./8.1.4.-Fromentalwiese mit Einzelbäumen

4.5.3.-Fettweide

5.1.2.-Mesophiler Krautsaum

5.3.3.-Mesophiles Gebüsch / Hecke

5.3.3./5.1.2.-Hecke mit Krautsaum

6.1.4.-Hartholz-Auenwald

6.2.1.-Orchideen-Buchenwald

6.2.3.-Waldmeister-Buchenwald

6.2.4.-Zahnwurz-Buchenwald

7.1.-Tritrasen u. Ruderalfluren (Kiesfläche)

8.1.1./8.2.3.-Agroforestry u. Querbeet

8.1.4./4.5.1.1.-Hochstamm-Obstgarten mit Fettwiese

8.1.4./4.5.1.2.-Hochstamm-Obstgarten mit Extensiv genutzte

8.2.-Feldkulturen

8.2.1.2.-Ackerelemente (BFF)

8.2.3.-Hackfruchtacker, Garten

9.2.-Gebäude

9.2./4.0.2.-Gebäude und Umschwung

9.2.3.-ARA-Becken

9.3.2.-Strasse (versiegelt)

9.3.3.-Naturstrasse

9.3.3./7.1.2.-Naturstrasse mit Vegetation

9.3.4.-Bahngleis

9.4.-versiegelte Plätze

Nr... Nummerierung Teilflächen

N = Niederfeld

U = Umgebung Ausbau ARA (Puffer von 100m)

Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen

Ersatzflächen

Schutzobjekte

Amphibien (IANB ZH1286)

Kernzone (A)

Umgebungsbereich (B)

Kernzone (A) Ersatz

Umgebungsbereich (B) Ersatz

Perimeter

Gestaltungsplan

Freihaltezone

Bauzone

Aufwertungsgebiet Niederfeld

Plannummer: 0002

Gezeichnet: us

Massstab: 1:5000

Plangrösse: A3

Datum: 25.11.2024

Revision: v4

Auftraggeber & Bauherrschaft:

Stadt Winterthur

Departement Technische Betriebe

Stadtgrün Winterthur

Ökologie und Freiraumplanung

Turbinenstrasse 16

8403 Winterthur

QUADRA

Lebensräume für Mensch und Natur

Quadra GmbH

Roteilstrasse 84, 8057 Zürich

043 366 83 90

www.quadragmbh.ch

Erweiterung ARA Hard, Stadt Winterthur

Betriebszustand ARA

Situationsplan



Pflege

- 1x mähen, ab 1.7. (evt. 15.7.); je nach Bedarf alle 2-3 Jahre 2. Schnitt ab 15.9., bei jeder Nutzung 5-10% Altgras an jeweils anderer Stelle stehen lassen; Bodenheu
- 1x mähen, ab 1.7. (evt. 15.7.); je nach Bedarf alle 2-3 Jahre 2. Schnitt ab 15.9.; Bodenheu
- 2x mähen; 1. Schnitt ab 1.7., 2. Schnitt ab 15.8.; bei jeder Nutzung 5-10% Altgras an jeweils anderer Stelle stehen lassen; Bodenheu
- 2x, evt. 3x mähen; 1. Schnitt ab 15.6., 2. Schnitt ab 15.8.; bei Bedarf 3. Schnitt ab 15.9.; bei jeder Nutzung 5-10% Altgras an jeweils anderer Stelle stehen lassen; Bodenheu
- 2x, evt. 3x mähen; 1. Schnitt ab 15.6., 2. Schnitt ab 15.8.; Bodenheu
- 2x, evt. 3x mähen; 1. Schnitt ab 15.6., 2. Schnitt ab 15.8.; Bodenheu
- Hälfte des Krautsaums ab 15.6. mähen, 2. Hälfte ab 15.7. mähen; 1. Hälfte ab 15.9. 2.x mähen; im Folgejahr Reihenfolge umkehren
- Hälfte des Krautsaums ab 15.6. mähen, 2. Hälfte ab 15.7. mähen; 1. Hälfte ab 15.9. 2.x mähen; im Folgejahr Reihenfolge umkehren; alle 8 Jahre ganze Hecke abschnittsweise schrägrecht pflegen
- Wiese 2x mähen; 1. Schnitt ab 15.6., 2. Schnitt ab 15.8.; Bodenheu; Jungbäume bei Bedarf erziehen
- Aufkommen von Gehölzen u. Neophyten regelmässig kontrollieren
- Jungwaldpflege: bei Bedarf 1-2x pro Jahr ausmähen
- gem. sep. Projekt
- Gewässerunterhalt

- Gestaltungsplan
- Freihaltezone
- Bauzone
- Aufwertungsgebiet Niederfeld

Nr.: Nummerierung Teilflächen
N = Niederfeld

Erweiterung ARA Hard, Stadt Winterthur

Pflegeplan Ersatzmassnahmen und Aufwertungsmassnahmen

Situationsplan

Plannummer:	0003	Gezeichnet:	us
Massstab:	1:5000	Plangrösse:	A3
Datum:	25.11.2024	Revision:	v3
Auftraggeber & Bauherrschaft:			
Stadt Winterthur			
Departement Technische Betriebe			
Stadtgrün Winterthur			
Ökologie und Freiraumplanung			
Turbinenstrasse 16			
8403 Winterthur			
QUADRA			
Lebensräume für Mensch und Natur			
Quadra GmbH			
Rötelstrasse 84, 8057 Zürich			
043 366 83 90			
www.quadragmbh.ch			

