

Neubau PU ARA-Eulenweg, Au (KbS-Nr. 3231A0207)

Geologie, Hydrogeologie, Foundation, Baugrube,
Wasserhaltung, Umströmung, Belastungen

6. Februar 2026

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Auftrag	3
2. Verwendete Unterlagen	3
3. Ausgeführte Arbeiten	4
3. Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse	4
3.1 Schichtaufbau	4
3.2 Grundwasser	5
3.3 Naturgefahren und Belastungen	7
4. Geotechnische Beurteilung	7
4.1 Generelles und Bodenkennwerte	7
4.2 Fundation	8
4.3 Baugrubensicherung	8
4.4 Wasserhaltung	9
4.5 Umströmung	9
4.7 Kontrolle, Überwachung, Risiken	10
5. Belastungen	11
5.1 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen, Belastungssituation	11
5.2 Beurteilung	12
5.3 Mengen- und Entsorgungskosten-Abschätzung	12

Beilagen

Ausschnitt Gewässerschutzkarte Mst. 1:5'000	Beilage 1
Ausschnitt Grundwasserkarte Mst. 1:5'000	Beilage 2
Ausschnitt Gewässernetz Mst. 1:5'000	Beilage 3
Ausschnitt Gefahrenkarte Mst. 1:5'000	Beilage 4
Ausschnitt Karte Überflutung 300j Mst. 1:5'000	Beilage 5
Ausschnitt Oberflächenabflusskarte Mst. 1:5'000	Beilage 6
Ausschnitt KbS-Karte Mst. 1:5'000	Beilage 7
Ausschnitt Prüfgebiet Bodenverschiebung Mst. 1:5'000	Beilage 8
Lageplan mit Sondierungen Mst. 1:1'000	Beilage 9
Profile der Baggersondierungen BS 1 bis BS 3 Mst. 1:50	Beilagen 10 bis 12
Profile der Kernbohrung KB 1/24 (ARA)	Beilage 13
Chemische Analysenberichte Niutec AG	Beilage 14

1. Einleitung und Auftrag

Die Bänziger Partner AG Buchs plant im Auftrag der Gemeinde Au SG eine Langsamverkehrs-Verbindung zwischen dem Eulenweg und der ARA Rosenbergsau. Diese umfasst neben untielen Strassenbauten eine neue Personenunterführung für die dort auf einem kleinen Damm verlaufende SBB-Linie. Die PU soll dabei vor Ort vorgefertigt und im Rahmen einer Wochenendsperre der Bahnstrecke eingehoben werden. Gemäss Planunterlagen des Ingenieurs kommt UK Unterführung an ihrer tiefsten Stelle auf ein Niveau von 400.10 m ü.M. zu liegen (UK Betonkonstruktion); ausserdem ist ein Meteorwasser-Pumpschacht mit einem Sohlenniveau von 399.70 m ü.M. geplant. Die Aushubmengen betragen gemäss Angaben des Bauingenieurs für PU und Rampe rund 1'450 m³ fest, davon können - sofern zulässig - ca. 850 m³ fest im Rahmen der Hinterfüllung und Umgebungsgestaltung vor Ort wieder verwendet werden.

Die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse inkl. Bahndammaufbau sind aus den vorhandenen SBB-Grundlagen (Bericht Paul Keller Ingenieure AG Dübendorf) sowie zahlreichen, in unmittelbarer Nachbarschaft ausgeführten bzw. geplanten Bauvorhaben (ARA Rosenbergsau, Locher Bewehrungen, Aushub Werkleitungen/Güllengraben, Neubau MWS, Brunnen Beerli Storen) bereits detailliert bekannt. Gleiches gilt für die generell zu erwartenden Oberboden- und Untergrundbelastungen sowie den Materialinhalt des alten Güllengrabens (KbS-Standort Nr. 3231A0207). Unter wenig Ober-/Unterboden, Auffüllungen und Deckschicht ist hier in geringer Tiefe der tragfähige und wasserführende Rheinschotter zu erwarten. Grundwasserspiegel-Lagen und Durchlässigkeiten des Rheinschotters sind aus ausgeführten Wasserhaltungen sowie Langzeitmessungen ebenfalls generell bekannt. Im Bereich des Güllengrabens ist zusätzlich mit zwischen 1959 bis 1970 aufgefülltem Material zu rechnen. Die Altablagerung ist aktuell als nicht überwachungs- und nicht sanierungsbedürftig eingestuft; der Hauptaspekt im Rahmen des vorliegenden Projektes dürfte damit die Aushubentsorgung darstellen. Ausserhalb des Güllengrabens sind Bodenbelastungen mit Schwermetallen, PAK und PFAS aktenkundig, wovon letztere z.T. auch in den Deckschichtbereich unterhalb des Bodens hinabreichen können. Zudem sind im unteren Rheintal v.a. in der gewachsenen Deckschicht geogene Schwermetallbelastungen (v.a. As, Cr, Zn) bekannt, welche bei der Aushubentsorgung zu beachten sind.

Als Grundlage für die weitere Planung und die Baueingabe wurden wir von der Gemeinde Au mit der Durchführung der erforderlichen, ergänzenden Felduntersuchungen sowie der Bereitstellung der notwendigen hydrogeologischen, geotechnischen und belastungstechnischen Grundlagen beauftragt. Der vorliegende Bericht dokumentiert die geologisch-hydrogeologischen und belastungstechnischen Grundlagen auf der Basis der Vorkenntnisse sowie der zusätzlich ausgeführten Untersuchungen. Er enthält ausserdem einen Beschrieb der empfohlenen geotechnischen Konzepte (Foundation, Baugrube, Wasserhaltung, Umströmung) und konkrete Angaben zu den Belastungsverhältnissen im Aushubbereich. Der Bericht bildet damit die Grundlage für die weitere Planung und die behördliche Beurteilung des Bauvorhabens.

2. Verwendete Unterlagen

Der vorliegende Bericht basiert neben den gesetzlichen Grundlagen und Wegleitungen auf folgenden Unterlagen und Berichten:

- Grundwasser-, Gewässerschutz-, Gewässernetz-, Naturgefahren-, Bodenverschiebungs- und KbS-Karte des Kantons St. Gallen
- Diverse Sondierungen und Baugrund/Wasserhaltungserfahrung im weiteren Umfeld des Untersuchungsareals aus dem Baugrundarchiv der Andres Geotechnik AG
- Baugrunduntersuchung HGV-Anschluss Rüthi-St. Margrethen, Strecke Au-Heerbrugg km 48.6-50.4, Paul Keller Ingenieure AG Dübendorf, 1. Februar 2012
- Kurzbericht Neubau Locher Bewehrungen AG Au/Heerbrugg, Belastungen Auffüllung ehemaliger Güllengraben, Andres Geotechnik AG St. Gallen, 19. September 2019
- ARA Rosenbergsau Au SG Neubau EMV-Stufe, geotechnischer und hydrogeologischer Bericht, Andres Geotechnik AG St. Gallen, 11. Januar 2021

- Geh- und Radweg Espenstrasse (ARA Rosenbergsau) Au SG (KbS-Nr. 3231B0163), Bericht PFAS-Belastungen Aushubmaterial (Materialentsorgung), Andres Geotechnik AG St. Gallen, 2. April 2025
- ARA Rosenbergsau Au SG Neubau EMV-Stufe (KbS-Nr. 3231B0163), Schlussbericht Ausführung und AltIV-Beurteilung, Andres Geotechnik AG St. Gallen, 29. August 2025
- Merkblatt Umgang mit PFAS-belastetem Aushubmaterial und Bodenaushub, Amt für Umwelt Kanton St. Gallen, 30. Januar 2026
- Planunterlagen (Situation, Bauwerksplan, Schnitte), Bänziger Partner AG Buchs, Stand Dezember 2025
- Angaben Aushubmengen Bänziger Partner AG Buchs, 30. Januar 2026

3. Ausgeführte Arbeiten

Zur Klärung der für den Baubereich noch offenen Fragen (Auffüllungen, Deckschichtstärke, Belastungen, Bodenbelastungen) wurden am 11. Dezember 2025 an den aus dem Lageplan Beilage 9 ersichtlichen Stellen 3 Baggersondierungen möglichst nahe am effektiven Aushubbereich bis überall auf den tragfähigen Rheinschotter ausgeführt; dazu waren Sondiertiefen zwischen 3.0 und 3.3 m erforderlich. Das aufgeschlossene Material wurde durch uns aufgenommen und in Auffüllung und Deckschicht beprobt. Ausserdem wurden im Bereich der drei Baggersondierungen je eine Flächenmischprobe des Oberbodens entnommen (Fläche 10 m x 10 m, Entnahmetiefe 0-20 cm, 15-20 Einstiche pro Probe, Hohlmeissel). Die entnommenen Boden- und Materialproben wurden gemäss Kontaminanten-Erwartung aus den vorhandenen Grundlagen von der Niutec AG Winterthur auf Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle, PAK und PFAS nach VVEA (Auffüllungs- und Deckschichtproben) sowie Schwermetalle, PAK und PFAS nach VBBo (Oberboden) untersucht. Bei den PFAS wurde dabei bereits der ab 2026 relevante Parameterumfang mit 16 Einzelstoffen analysiert. Die Untergrundprofile inkl. zusammengefasster Analysenergebnisse sind in den Baggerschlitzprofilen Beilagen 10 bis 12, die chemischen Untersuchungsergebnisse zusätzlich detailliert in den chemischen Analysenberichten Beilage 14 dokumentiert.

In der Baggersondierung BS 3 westlich der Bahn wurde zusätzlich zur Messung des Grundwasserstandes ein Pegelrohr eingebaut; in den Baggersondierungen BS 1 und BS 2 konnte darauf verzichtet werden, da wenig östlich auf dem Parkplatz der ARA Rosenbergsau der für den Bereich östlich der Bahn relevante Grundwasserpegel KB 1/24 (siehe Beilage 13) zur Verfügung steht. Der Grundwasserspiegel wurde in den beiden Pegeln am 15. Dezember 2025 sowie am 9. Januar 2026 gemessen; die beiden Pegel stehen für weitere Messungen auch im Rahmen der Bauausführung zur Verfügung.

Mit den nun insgesamt vorliegenden Daten und Kenntnissen ist eine gute geotechnische und belastungstechnische Charakterisierung des Baubereichs möglich. Im vorliegenden Bericht werden zunächst die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse und die daraus abzuleitenden geotechnischen Grundlagen beschrieben; die belastungstechnischen Aspekte (Oberboden, Auffüllung, geogene Belastungen) folgen in den anschliessenden Kapiteln.

3. Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse

3.1 Schichtaufbau

Im Baubereich stehen unter wenigen dm bis lokal 3.0 m Auffüllung (Bahndamm und Güllengraben) sowie rund 1.5 ± 1.0 m siltig-feinsandigem Deckschichtmaterial (Rheinletten) gemäss früherer Bohrungen in der Nachbarschaft etwa 8 ± 1 m sauberer bis leicht siltiger Kies und Kiessand an (Rheinschotter) an, welcher anschliessend von tonig-siltig-feinsandigen Seeablagerungen abgelöst wird. Die Untergrenze der Seeablagerungen wurde bislang im Gebiet von Au auch in tiefen Erdsondenbohrungen bis 250 m ab OKT nicht erreicht.

Die **Auffüllung** ist beidseitig des Bahndamms in unterschiedlichem Ausmass vorhanden und setzt sich gemäss Sondierbefunden aus siltig-feinsandig-kiesigem Erdmaterial mit wechselnden Fremdstoffanteilen zusammen. In der Auffüllung Güllengraben sind für den Baubereich

primär viel Bauschutt, Eisenteile und Beton, aber keine eigentlichen Abfallbestandteile enthalten. Das Schüttmaterial des Bahndamms besteht gemäss vorhandenen Sondierdaten in diesem Streckenabschnitt aus mehrheitlich kiesigem, untergeordnet siltig-feinsandigem Erdmaterial mit meist wenig Bauschuttanteilen. Die Schichtstärke der Auffüllung schwankt zwischen wenigen dm und bis zu 3.0 m (Bahndamm/Güllengraben). Die Bauschutt- bzw. Fremdstoffanteile sind meist grösser als 1%, weshalb die Auffüllung entsorgungstechnisch unabhängig von der Analytik bereits als leicht belastet (VVEA-B-Material) einzustufen ist. Die geotechnischen Eigenschaften des aufgefüllten Materials sind als mittel bis gut zu beurteilen; ausgesprochen ungünstige Materialanteile (Torf o.ä.) sind in den Auffüllungen nicht zu erwarten.

Unter der Auffüllung folgt die gewachsene **Deckschicht** aus tonig-siltigem Feinsand mit wenig organischen Einlagerungen und gegen unten zunehmend Mittelsand-Anteilen. Die Schichtstärke variiert insgesamt zwischen 0.5 und max. 2.5 m; ihre Lagerungsdichte ist eher gering; sie ist zur Aufnahme von hohen Einzellasten in der Regel nicht geeignet.

Der darunter anstehende **Rheinschotter** besteht aus leicht siltigem Kies und Kiessand mit reichlich Steinen; er ist locker bis mitteldicht gelagert und bildet die in Au üblicherweise für den Lastabtrag gut geeignete, generell etwa 8 m starke Tragschicht.

In rund 10 m Tiefe ab OKT (ca. 393 m ü.M.) wird der Rheinschotter von siltig-feinsandigen und zunehmend tonigen **Seeablagerungen** unterlagert. Sie sind klar setzungsempfindlicher als die darüber liegende Tragschicht und setzen sich bis in grössere Tiefen von wenigen 100 m ab OKT fort. Mit den in Au bereits vielfach ausgeführten Erdsondenbohrungen (normalerweise 200 bis 250 m tief) konnten die darunter folgenden Schichten (Moräne und Felsoberfläche) bislang nicht erreicht werden. Aufgrund der Mächtigkeit der darüber liegenden Tragschicht (Rheinschotter) haben die Seeablagerungen aus geotechnischer Sicht im vorliegenden Fall keine praktische Bedeutung mehr.

3.2 Grundwasser

Der Rheinschotter ist ein gut durchlässiger, überregional bedeutender Grundwasserleiter mit grossem Durchflusspotential. Seine **Profildurchlässigkeit** liegt gemäss Daten aus Absenk- und Pumperfahrungen in der Nachbarschaft hier bei rund $0.4 \text{ bis } 2.5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$, was einem hohen Wert entspricht. Die spezifische Sickerleistung beträgt im obersten, meist noch feinkornreicheren Bereich des Rheinschotters gemäss benachbarten Sickerversuchen 5 l/minm^2 . Auffüllung und Deckschicht sind um mehrere Grössenordnungen schlechter wasserdurchlässig (ca. $1.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$), die unter dem Rheinschotter folgenden Seeablagerungen sind als Grundwasserstauer anzusprechen.

Der mittlere **Grundwasserspiegel** liegt gemäss Grundwasserkarte Beilage 2 und Messungen nahe am Bauareal bei 400.80 m ü.M.. In den beiden verfügbaren Pegeln wurde der Grundwasserspiegel aktuell bei Wasserspiegellagen etwas unter Mittelwasser wie folgt gemessen:

Datum	BS 3	KB 1/24
15.12.2025	400.43 m ü.M.	400.29 m ü.M.
09.01.2026	400.28 m ü.M.	400.20 m ü.M.

Die Messwerte zeigen damit eine gute Übereinstimmung mit den vorhandenen Lokalkenntnissen. Der natürliche Minimalwasserstand dürfte damit etwa bei 399.90 m ü.M., der hohe, versickerungsrelevante Grundwasserspiegel (mehrere Tage pro Jahr) bei rund 401.80 m ü.M. anzunehmen sein. In Extremsituationen (anhaltende Niederschläge kombiniert mit Schneeschmelze im Einzugsgebiet des Rheins) kann der hohe Wasserspiegel nochmals um voraussichtlich mehrere dm übertroffen werden (maximaler Grundwasserspiegel ca. 402.40 m ü.M.) und damit etwa die Terrainoberfläche westlich der Bahnlinie (BS 3) erreichen. Hohe Wasserstände sind in der Regel jeweils im Frühling und Frühsommer, mittlere bis tiefe Pegelstände normalerweise im Herbst und Winter zu erwarten. Die Fliessrichtung des Grundwassers ist gemäss Grundwasserkarte und Messungen mit wenigen ‰ Neigung in Richtung ENE hin zur

lokalen Vorflut «Binnenkanal» ausgerichtet. Da die Deckschicht lokal unter das Grundwasserniveau hinabreicht, liegen z.T. leicht gespannte Verhältnisse vor.

Das Bauareal liegt gemäss Gewässerschutzkarte Beilage 1 im Gewässerschutzbereich Au. Trinkwasserfassungen sind im Abstrom des Bauareals sowie generell im Baugebiet von Au nicht vorhanden; thermisch genutzte Brauchwasserbrunnen gibt es rund 150 m nördlich (Brunnen Berli Storen) und etwa 300 m südlich (Brunnen SFS) seitlich auf gleicher hydraulischer Höhe. Diese Brunnen sind genügend tief und verfügen über Leistungsreserven, welche auch einen reibungslosen Betrieb bei Wasserspiegellagen im Bereich des natürlichen Minimums erlauben. Im direkten Abstrom des Baubereichs sind keine privaten oder öffentlichen Grundwasserfassungen vorhanden; das abströmende Grundwasser exfiltriert rund 250 m weiter nordöstlich praktisch vollständig in das dortige Drainagegewässer «Binnenkanal». Gemäss Gewässernetzkarte Beilage 3 und Werkleitungsplänen sind unmittelbar beim Bauareals keine grossen Meteorwasserleitungen oder Oberflächengewässer vorhanden, wo grössere Mengen sauberes Pumpwasser aus Grundwasserabsenkungen eingeleitet werden könnten; letzteres muss im Bedarfsfall mittels temporärer Ableitung direkt in den Binnenkanal erfolgen.

Der **Grundwasserchemismus** ist - wie generell in Au - reduzierend, d.h. sauerstoffarm mit erhöhten Gehalten an gelöstem Eisen und Mangan. Das Grundwasser weist hohe Härtegrade allerdings ohne besondere Neigung zu Kalkabscheidungen auf. Die Feldmessungen und die Sauerstoffbestimmungen nach Winkler belegen eine geringe Menge gelösten Sauerstoff (um 0.5 mg/l), welche in Kombination mit erhöhten Gehalten von gelöstem Eisen (1.2 bis 1.3 mg/l) und Mangan (um 0.3 mg/l) im Grundwasser vorkommen. Die redoxsensitiven Parameter zeigen stark reduzierte Nitratgehalte (0 bis 1 mg/l) bei gleichzeitig erhöhtem Ammonium (0.6 bis 0.7 mg/l); Sulfat ist meist noch in grösseren Mengen vorhanden, der Schwefelwasserstoffgeruch bei Belüftungsbecken früherer Grundwasserabsenkungen belegt allerdings die bereits beginnende Sulfatreduktion. Für Grundwassernutzungen ist damit ein Verstopfungsrisiko bezüglich Eisen/Mangan-ausfällungen sowie damit zusammenhängendem, bakteriellem Besatz zu beachten; das Risiko für zusätzliche Kalkabscheidungen ist trotz hohem Kalkgehalt unbedeutend. Bei Grundwasserabsenkungen ist das geförderte Wasser vor der Einleitung in ein Gewässer oder den Meteorkanal zu belüften.

Weiter südlich im Bereich der SFS sind geringe Restbelastungen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW) bekannt; bei Wasserhaltungen der SFS selber sowie der ARA Rosenbergsau haben diese geringfügigen CKW-Belastungen klar nicht zu Überschreitungen der gesetzlichen Einleitgrenzwerte im Pumpwasser geführt. Aus den Zustrommessungen zum Standort der ARA Rosenbergsau ist zudem bekannt, dass das örtliche Grundwasser in gewissem Umfang mit PFAS belastet ist; die Zustromwerte (KB 1/24), welche für den Baubereich relevant sein dürften, ergaben PFAS-Gehalte im Bereich von 40 bis 60 ng TEQ/l. Im Rahmen der Brunnenwasserhaltung für den Neubau der EMV-Stufe Rosenbergsau ergaben sich ähnliche Gehalte, wobei die Startwerte vereinzelt bis 111 ng TEQ/l erreichten; im Verlauf des Pumpbetriebs sanken die Werte aber sehr rasch deutlich unter 50 ng TEQ/l ab. Angesichts der in Relation zur grossen Wasserführung im Binnenkanal geringen Einleitmenge und der im Binnenkanal bereits vorhandenen Grundbelastung von 10 bis 20 ng TEQ/l konnte das Pumpwasser aus der Grundwasserabsenkung Neubau EMV-Stufe ohne PFAS-spezifische Vorbehandlung in den Binnenkanal eingeleitet werden.

Das örtliche Grundwasser exfiltriert auf seinem natürlichen Fliessweg ebenfalls in den Binnenkanal; es ist davon auszugehen, dass das exfiltrierende Grundwasser grundsätzlich ebenfalls im genannten Mass PFAS-haltig ist. Mit Grundwasserabsenkungen wird somit dem Einleitgewässer nicht neu oder zusätzlich PFAS-haltiges Grundwasser zugeführt; lediglich Menge und Einleitstelle entsprechen für eine begrenzte Zeit nicht mehr genau dem natürlichen Exfiltrationszustand. Es ist aber davon auszugehen, dass sich die dem Gewässer grundsätzlich zugeführte PFAS-Fracht nicht erhöht; die natürliche Exfiltrationsmenge dürfte sich um die Menge des absenktechnisch eingeleiteten Wassers reduzieren. Die Einleitung von leicht PFAS-belastetem Pumpwasser führt damit nicht zu relevanten Veränderungen des PFAS-Gehaltes im Einleitgewässer. Eine Gefährdung dieses Gewässers infolge temporärer Pumpwassereinleitung kann daher ausgeschlossen werden.

3.3 Naturgefahren und Belastungen

Die Gefahrenkarte Beilage 4 weist für den Baubereich westlich der Bahn keine besondere Überflutungsgefahr (Restgefahr), für den Bereich östlich der Bahn eine geringe Gefahr aus. Bei 300-jährigen Ereignissen (Beilage 5) werden der Baubereich östlich der Bahn und seine unmittelbar angrenzenden Flächen geringfügig überflutet; auch aus der Oberflächenabflusskarte Beilage 6 sind für topografisch tiefere Flächen gewisse Oberflächenabflussrisiken absehbar. Besondere Hochwasserschutzmassnahmen sind nach unserer Beurteilung für eine Unterführung nicht möglich bzw. nicht notwendig; für das Bauwerk und v.a. deren Installationen (Pumpwasserschacht) ist diese Sachlage aber angemessen zu beachten.

Der Baubereich ist teilweise im Kataster der belasteten Standorte KbS (Beilage 7, KbS-Nr. 3231A0207 Auffüllung Güllengraben) und in den Prüfgebieten Bodenverschiebung (Beilage 8) als Fläche mit Verkehrsanlagen registriert. Ausserdem sind im Nahbereich der ARA-Rosenbergsau PFAS-Belastungen des Bodens bekannt. Die diesbezüglichen, effektiv im Baubereich angetroffenen Verhältnisse werden im Kapitel 5 «Belastungen» ausführlich beschrieben.

4. Geotechnische Beurteilung

4.1 Generelles und Bodenkennwerte

Die geotechnischen Eigenschaften des im Bauareal anstehenden Untergrundes können grundsätzlich als weitgehend unproblematisch eingestuft werden. Besonders zu beachten ist der eher geringe Flurabstand des Grundwassers in Kombination mit der grossen Wasserdurchlässigkeit des Grundwasserleiters.

Die Deckschicht und auch die tiefer liegenden Seeablagerungen müssen als mässig stark setzungsempfindlich beurteilt werden, wobei die erst in grosser Tiefe anstehenden Seeablagerungen keine praktische Bedeutung mehr haben. Die Auffüllungen und die Dammschüttung weisen bereits deutlich bessere geotechnische Eigenschaften auf. Der Rheinschotter ist als wenig setzungsempfindlich und gemäss lokaler Bau Erfahrung als einwandfreie Tragschicht anzusprechen. Allfällige Konsolidationen infolge hoher Lasten haben ein generell geringes Ausmass und klingen in kurzer Zeit ab. Beim Rheinschotter ist zudem die Tendenz zu Volumenabnahme und Konsolidation bei Verdichtung (z.B. Setzungen infolge Rammarbeiten bzw. Einbringen und Ziehen von Spundwänden) zu beachten.

Demgegenüber sind durch fachgerecht ausgeführte Grundwasserabsenkungen bzw. deren Auftriebsverminderung verursachte Setzungsschäden im Gemeindegebiet von Au mit vergleichbarem Untergrundaufbau nicht bekannt. In den letzten 50 Jahren wurde eine Vielzahl von Grundwasserabsenkungen (u.a. auch vor Kurzem bei der ARA Rosenbergsau) mit Absenkbeträgen von teilweise mehr als einer Geschosstiefe ausgeführt ohne nachbarliche Bauten und Anlagen zu beeinträchtigen.

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Bodenkennwerte basieren auf bestmöglichen Schätzungen aufgrund der Sondierdaten und der langjährigen, örtlichen Baugrunderfahrung; sie entsprechen geschätzten Mittelwerten X_m bzw. Extremwerten $X_{extr.}$ (in Klammer) gemäss SIA 267 und sind dementsprechend zu verwenden.

Bodenschicht	Feuchtraumgewicht γ [kN/m ³]	Scherwinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Zusammen- drückbarkeit M_{E0} [MN/m ²]
Auffüllung/Damm	20	32 (30)	0	15 (12)
Deckschicht	19	28 (26)	0	8 (6)

Rheinschotter	20	36 (34)	0	45 (40)
Seeablagerungen	20	27 (25)	5 (3)	10 (8)

Für die erdbebengerechte Projektierung von Tragwerken gemäss SIA 261 sind für das Bauvorhaben die **Baugrundklasse D** (Ablagerungen von lockerem bis mitteldichtem kohäsionslosem Lockergestein (mit oder ohne einige weiche kohäsive Schichten), oder von vorwiegend weichem bis steifem kohäsivem Lockergestein) sowie die **Erdbebenzone Z1b** einzusetzen.

4.2 Foundation

Das Betonbauwerk der Personenunterführung kommt gemäss Sondierbefund voraussichtlich mehrheitlich einige dm in den gut tragfähigen Rheinschotter zu liegen. Damit ist eine Flachfundation direkt in bzw. ev. mit örtlich geringem Materialersatz auf diese Tragschicht bei einwandfrei, bis auf das Aushubniveau funktionierender Wasserhaltung problemlos möglich. Die Fundament-Belastungen im Rheinschotter sind auf 200 kN/m² zu begrenzen (Lastangaben auf Gebrauchsniveau). Voraussetzungen dafür sind ein einwandfrei aufbereitetes, entwässertes und vor der Abdeckung mit Mager/Filterbeton nachverdichtetes Fundationsplanum. Unter dem Fundationsniveau verbleibende Reste von Deckschicht sind zu entfernen und mit Schottermaterial aus dem Aushub oder Brechsotter zu ersetzen. Die zu erwartenden Setzungen dürften damit im üblichen, unproblematischen Rahmen von $s = \Delta s \leq 0.5$ bis 1.5 cm begrenzt bleiben und ausserdem sehr rasch nach Lastaufbringung abklingen.

4.3 Baugrubensicherung

Gemäss uns vorliegender Plangrundlagen des Bauingenieurs ist eine Geländeeinbindung der PU von rund 2.5 bis 3.5 m gegenüber dem Gelände neben der Bahnlinie und etwa 5.5 m bezogen auf das Schienenniveau beim Bahndamm vorgesehen. Gegenüber Nachbarbauten bestehen grundsätzlich ausreichende Platzverhältnisse für Böschungen; im Nahbereich der neuen PU befinden sich zudem mehrheitlich tiefliegende Kanalisations- und Wasserleitungen. Die PU soll gemäss Angaben des Bauingenieurs neben dem Endstandort vorgefertigt und anschliessend im Rahmen einer Wochenendsperrung eingehoben werden; bei offener Baugrube ist damit kein Befahren der zu unterquerenden Gleisanlagen erforderlich.

Die Baugrube kann aufgrund dieser Vorgaben und unter der Bedingung einer einwandfreien Wasserhaltung voraussichtlich problemlos mit freien Böschungen der Neigung 1:1 ausgeführt werden. Lokal kann ggf. je nach örtlichem Befund eine Reduktion der Böschungsneigung notwendig sein. Bei länger offen bleibenden Böschungsbereichen sind ggf. Netz-/Sickerbetonabdeckungen zu empfehlen. Deutlich steilere Böschungen (bis Neigung 3:2) wären auch mit netzarmierter Schwergewichtsabdeckung (Stärke ≥ 30 cm, Fusseinbindung 50 cm unter Baugrubensohle) möglich.

Falls die Gleisanlagen wider Erwarten bei offener Baugrube befahrbar sein müssen, stehen nach innen abgestützte Rühlwände ebenfalls in Kombination mit einer einwandfreien Wasserhaltung im Vordergrund. Dies dürfte gemäss aktueller Planungen aber nicht der Fall sein.

Die Baugrubenabschlüsse (Rühlwand) sind unter Berücksichtigung der effektiven Belastungen durch den Bahnverkehr bzw. des Anlagenbestandes ausserhalb der Baugrube sowie unter Verwendung der Bodenkennwerte gemäss Ziff. 4.1 zu bemessen und bei der Ausführung entsprechend zu überwachen (Risikoanalyse und Überwachungskonzept, geodätische Kontrollen/Visurlinien).

4.4 Wasserhaltung

Das generelle Aushubniveau (400.00 m ü.M.) liegt deutlich unter dem Mittelwasserstand; die Sohle des geplanten Pumpschachtes reicht noch einige dm unter das Niveau der PU hinab. Gemäss örtlicher Baugrunderfahrung können Baugruben mit offener Wasserhaltung (einige Pumpensümpfe und wenige 100 l/min Pumpleistung) nur bis zu einer Einbindung von wenigen dm unter den aktuellen Wasserstand trockengelegt werden. Für eigentliche Grundwasserabsenkungen mit Absenkbeträgen ab etwa 0.3 m sind Grundwasserbrunnen oder Europafilteranlagen mit Pumpmengen im Bereich von wenigen 1'000 l/min und Ableitungen in den nächstliegenden Meteorkanal bzw. das nächste Oberflächengewässer notwendig. Im vorliegenden Fall ist zudem zu beachten, dass für einen reibungslosen Bauablauf im Rahmen einer Wochenendsperrung der Betrieb von mehreren Pumpensümpfen heikel, zeitaufwändig und mit Unsicherheiten behaftet ist.

Aufgrund dieser Ausgangslage empfehlen wir für die Erstellung der PU eine kurzzeitige Grundwasserabsenkung im Umfang von etwa 1.0 bis 1.3 m unter den Mittelwasserstand damit sämtliche unter Zeitdruck auszuführenden Tiefbauarbeiten gesichert über dem abgesenkten Grundwasserniveau stattfinden können. Dies kann angesichts der grossen Ergiebigkeit des Grundwasserleiters nur mit Grossbohrbrunnen zuverlässig gewährleistet werden. Es dürfte der Betrieb von 1 (ev. 2) Brunnen mit einer Pumpleistung von 2'000 bis 2'500 l/min pro Brunnen (total ca. 2'000 bis 3'000 l/min) erforderlich sein. Wir empfehlen einen Brunnen im Bereich des zu erstellenden Pumpschachtes zu platzieren, seine Absenkwirkung vor dem Aushub zu testen und den Brunnen min. 1 Woche vor den Tiefbauarbeiten in Betrieb zu nehmen; seine Absenkwirkung dürfte bei entsprechender Pumpmenge wahrscheinlich bis auf die gegenüberliegende Bahnseite ausreichend sein. Die Wasserableitung erfolgt mittels provisorischer Ableitung und Strassenquerung zum Areal der ARA und dort direkt in den Binnenkanal; diese Ableitung wurde für deutlich grössere Pumpmengen bereits früher realisiert und ergab keine Kapazitätsprobleme im Einleitgewässer. Die Absenkung von wenigen dm unter den natürlichen Minimalwasserstand erreicht die weiter entfernt liegenden thermischen Nutzungen (Berli Storen und SFS) nicht bzw. die Absenkung hat dort maximal Auswirkungen analog der natürlichen jahreszeitlichen Schwankungen.

Das Grundwasser muss vor der Einleitung belüftet, aber nicht neutralisiert werden (pH-Wert Vorgaben für Einleitung bei Grundwasser aus Pumpbrunnen erfüllt). Da im Pumpwasser der Absenkung grundsätzlich keine Feinanteile enthalten sein dürfen (Setzungsrisiko!), ist das Absetzen von Sand und Trübstoffen vor der Einleitung ebenfalls nicht notwendig. Das Belüftungsbecken dient neben der Belüftung als Kontrollbecken für diese zwingend einzuhaltende Vorgabe. Die lokal vorliegenden PFAS-Belastungen sind gemäss Ausführungen im Kapitel 3.2 und Erfahrungen vom ARA-Ausbau 2022/2023 tolerierbar; es findet dadurch keine Veränderung der natürlicherweise ohnehin vorliegenden Belastungsverhältnisse statt. Nach unserer Beurteilung ist keine aufwändige, PFAS-spezifische Reinigung des Pumpwassers (Aktivkohlefilter) notwendig; die definitive diesbezügliche Beurteilung erfolgt durch die kantonalen Behörden. Das Pumpwasser ist grundsätzlich im Rahmen der Pumparbeiten chemisch zu kontrollieren; in Hinblick auf die Kurzzeitigkeit der Absenkarbeiten (2-4 Wochen) dürften 2 bis 3 Kontrollen dabei ausreichen. Das verschmutzte Baustellenabwasser (Betonumschlag, Waschplätze, WC etc.) ist nach den üblichen Grundsätzen zu behandeln und in die öffentliche Mischwasserkanalisation abzuleiten.

Für den Endzustand (Auftrieb, Wasserdichtigkeit) ist grundsätzlich mit einem möglichen Grundwasserstand im Bereich des maximalen Grundwasserspiegels gemäss Ziffer 3.2 zu rechnen. Da eine permanente Absenkung des Grundwasserspiegels im Gewässerschutzbereich A_u nicht zulässig ist, muss die PU auf vollen Wasserdruck bemessen werden. Für die relevanten Bau- und Endzustände ist ausserdem die erforderliche Auftriebssicherheit zu beachten (Flutschlitze bis zum Erreichen der genügenden Auflast).

4.5 Umströmung

Bei Einbauten unter den mittleren Grundwasserspiegel im Gewässerschutzbereich A_u müssen gemäss Gewässerschutzverordnung GSchV die Vorschriften bezüglich der maximalen

Kapazitäts-Verminderung des Grundwasserleiters (Rheinschotter) beachtet werden; ausserdem ist seit einem entsprechenden Bundesgerichts-Urteil vom Frühling 2021 für die entsprechende Ausnahmegewilligung eine Interessensabwägung notwendig.

Im vorliegenden Fall weist die PU eine maximale Einbindung unter den mittleren Grundwasserspiegel von lediglich 0.7 m auf, wobei aufgrund der Deckschichtstärke lediglich etwa 40 cm effektiv im Grundwasserleiter (Rheinschotter) stattfinden. Die PU verläuft in Längsrichtung praktisch parallel zur Grundwasserfliessrichtung, womit die durchflusswirksame Breite nur etwa 6 bis 7 m beträgt. Bei einer Mächtigkeit des gesättigten Grundwasserleiters von 7.5 m ergibt die Eintauchtiefe von 40 cm bereits direkt unter dem Bauwerk (ohne Bereiche neben dem Bauwerk) nur eine Reduktion der wirksamen Durchflussfläche von 5%; unter Berücksichtigung einer rechnerischen Querschnittsbreite von 20 m (Bahngrundstück) reduziert sich die Flächeneinschränkung auf unter 2%. Angesichts der grossen GW-Mächtigkeit resultiert damit auch ohne Kompensationsmassnahmen keine messbare Kapazitätsverminderung des Grundwasser-Durchflusses. Die rechnerischen Vorgaben der GSchV für den zulässigen Ausnahmefall sind daher mit grosser Reserve eingehalten.

Der damit in geringstem Umfang erforderlichen Ausnahmegewilligung im Sinne der GSchV stehen aus hydrogeologischer Sicht keine überwiegenden Interessen entgegen. Das Projekt wurde bereits bestmöglich hinsichtlich geringer Grundwasser-Einbindung optimiert; infolge Höhenvorgaben und fixer Schienenhöhe sind weitere Anhebungen nicht möglich. Ausserdem sind im Baugebiet von Au aufgrund bereits bestehender, anthropogener Eingriffsintensität trotz grosser Ergiebigkeit praktisch keine neuen Trinkwasserfassungen realisierbar; die realen Nutzungsmöglichkeiten beschränken sich somit mit Einschränkungen (reduzierender Grundwasserchemismus, Verstopfungsrisiken) bestenfalls auf die thermische Nutzung. Eine Verminderung der Durchflusskapazität von unter 2% im hochdurchlässigen und ergiebigen Grundwasserleiter ist weder im Nahbereich der PU noch bei den weiter entfernt liegenden, thermischen Nutzungen messbar; die geringfügig messbaren Einflüsse der temporären Grundwasserabsenkung beeinträchtigen die Nutzungsrechte Dritter nicht.

4.7 Kontrolle, Überwachung, Risiken

Das Bauvorhaben erfordert Böschungen und eine Grundwasserabsenkung in einem bebauten Gebiet. Trotz generell gutartigen Baugrundverhältnissen und konkreter Baugrunderfahrung sind für eine fachgerechte Ausführung, für eine Minimierung der unvermeidbaren Risiken und zur Beweissicherung folgende Kontroll- und Überwachungsmassnahmen erforderlich (generelle Empfehlung vorbehaltlich der noch durchzuführenden Risikoanalyse):

- Zustandsaufnahmen der nachbarlichen Bauten und Anlagen in der näheren Umgebung (angrenzende Strassen/Werklleitungen, Nachbargebäude).
- Höhen-/Lagekontrolle der nachbarlichen Bauten und Anlagen (Umfang gemäss Ergebnissen Zustandsaufnahmen und Absprache mit dem Ingenieur).
- Kontrolle der Böschungen.
- Grundwasserspiegelkontrolle inner- und ausserhalb der Baugrube (1 bis 2 Zusatzpegel ausserhalb der Baugrube → BS 3 und KB 1/24).
- Kontrolle des abgeleiteten Pumpwassers: Wöchentliche Kontrolle Feststoffführung, pH-Wert und Sauerstoffgehalt bei der Einleitung; PFAS-Analysen Pumpwasser bei Absenkstart und -ende plus 1 Zwischenkontrolle.

Angesichts des Ausmasses der geplanten Tiefbauten empfehlen wir den Abschluss einer Bauherrenhaftpflicht-/Bauwesenversicherung unter Einschluss von geotechnischen Risiken.

5. Belastungen

5.1 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen, Belastungssituation

Bodenmaterial

Im Rahmen der Baggersondierungen wurde das Oberbodenmaterial mittels 3 Flächenmischproben jeweils im Bereich der Baggersondierungen beprobt (Fläche 10 m x 10 m, Entnahmetiefe 0-20 cm, 15-20 Einstiche pro Probe, Hohlmeissel). Bei BS 2 wurde ausserdem eine Probe aus dem Unterboden der dortigen Auffüllungsrekultivierung (20-50 cm Tiefe) entnommen. Die Proben wurden von der Niutec AG auf ausgewählte Schwermetalle sowie PFAS nach VBBo untersucht. Die Analysenergebnisse sind im entsprechenden Analysenbericht Beilage 14 dokumentiert und in den Sondierprofilen Beilagen 10 bis 12 mit entsprechender, beurteilungstechnischer Farbgebung versehen (**grün...Richtwerte VBBo eingehalten; blau...Richtwerte VBBo überschritten, Prüfwerte eingehalten; gelb...PFAS-Werte im Bereich VVEA-B; rot...PFAS-Werte im Bereich VVEA-E; violett...PFAS-Werte im Bereich >VVEA-E**). Die Resultate lassen sich wie folgt kommentieren:

In allen Bodenproben sind die Schwermetalle ausser 1x Kupfer und 1x PAK unauffällig und unter den Richtwerten VBBo; Kupfer und PAK jeweils einer Probe befinden sich demgegenüber knapp über dem Richtwert VBBo. Die PFAS-Analytik ergab für den Oberboden und für den Unterboden vergleichsweise hohe Gehalte zwischen 5.7 und 25 ug/kg TS (ungewichtet) bzw. 11 bis 45 ug TEQ/kg TS (gewichtet). Damit ist der einzige bislang provisorisch verfügbare VBBo-Grenzwert (Sanierungswert Hausgärten/Kinderspielfläche 30 ug TEQ/kg TS) einmal überschritten (Oberboden BS 2), sonst aber immer eingehalten. Grundsätzlich muss der vorhandene (Ober)Boden somit überall als deutlich PFAS-belastet eingestuft werden; die Werte sind vergleichbar mit Gehalten, welche auch im ARA-Areal sowie in weiteren, bislang landwirtschaftlich genutzten Flächen der Umgebung vorliegen. Da eine Nutzung als Hausgarten/Kinderspielfläche im Rahmen des Bauvorhabens nicht geplant ist, hat der erwähnte Sanierungswert keine konkrete Bedeutung.

Gemäss aktueller Praxis des AFU und diesen Ergebnissen ist abzuleiten, dass das Bodenmaterial im Baubereich am gleichen Ort auch mit diesen PFAS-Belastungen noch wiederverwendet werden kann. Bei externer Verwertung/Entsorgung ist eine Wiederverwendung auch an Standorten mit vergleichbarer Bodenbelastung nach unserer Beurteilung unrealistisch; überschüssiges Bodenmaterial mit derartigen PFAS-Belastungen muss voraussichtlich gemäss aktuellem Stand der Entsorgungstechnik mit hohen Mehrkosten über eine thermische Desorptionsanlage im Ausland verwertet werden.

Auffüllungen und Deckschicht/Rheinschotter

Die Ergebnisse der entnommenen Auffüllungs- und Deckschichtproben sind in den Sondierprofilen Beilagen 10 bis 12 ebenfalls mit beurteilungsrelevanter Farbgebung gemäss aktueller Entsorgungs-Praxis (**grün...VVEA-A; blau...VVEA-Bverwert; gelb...VVEA-B; rot...VVEA-E; violett...>VVEA-E**) zusammenfassend und im entsprechenden chemischen Analysenbericht Beilage 14 detailliert dokumentiert.

In der Auffüllung (exkl. Dammschüttung) wurden geringe KW-, Schwermetall- und PAK-Konzentrationen meist im Bereich VVEA-A bis max. VVEA-B gemessen. Im Gegensatz zur weiter südlich liegenden Güllengraben-Auffüllung sind die Belastungen mit diesen Schadstoffen etwas tiefer. Die PFAS-Gehalte der Auffüllung bewegen sich im Konzentrationsbereich zwischen 3 bis 6 ug/kg TS (ungewichtete Summe BAFU16) und schwanken daher etwa um die VVEA-E-Obergrenze von 5 ug/kg TS. Dieses Material darf zumindest teilweise noch auf einer VVEA-E-Deponie abgelagert werden. Eine Umlagerung auf dem gleichen Areal im Rahmen von Bauarbeiten (Hinterfüllungen; Obergrenze 1.5 ug/kg TS) ist aktuell gemäss Praxisvorgaben im Kanton St. Gallen nicht zulässig. Die in der Auffüllung gefundenen PFAS-Gehalte liegen damit im Bereich bzw. z.T. leicht unter den bisherigen Analysewerten für derartiges Material im Bereich der ARA Rosenbergsau (Neubau EMV-Stufe, Radweg-Projekt).

Für die Dammschüttung, welche deutlich älter ist als die übrigen Auffüllungen, gehen wir von geringen Fremdstoffanteilen und Schadstoffwerten generell unter den VVEA-B-Obergrenzen aus. Sie dürfte überwiegend als Material des Typs VVEA-B_{Verwert} einzustufen sein.

In den Proben aus der gewachsenen Deckschicht unter der Auffüllung sind bereits keine PFAS-Gehalte mehr nachweisbar (Analytik <0.1 ug/kg TS); damit ist davon auszugehen, dass dort bez. PFAS die aktuellen Vorgaben für unverschmutzten Aushub (<0.5 ug/kg TS) eingehalten sind. In den beiden Deckschichtproben sind aber geringe Chrom- und Arsenbelastungen über den VVEA-A-Obergrenzen nachweisbar. Diese leicht erhöhten Schwermetallwerte sind als geogen einzustufen; derartiges Aushub-Material darf - falls möglich - auf dem Standort umgelagert oder auf dafür zulässigen A-Deponien (ausserhalb Gewässerschutzbereich A_u) eingebaut werden. Der noch tiefere Rheinschotter wurde im aktuellen Baubereich nicht beprobt; gemäss bisherigen Ergebnissen (Rheinschotter in der Regel unbelastet) und Analysenwerten in der darüberliegenden Deckschicht darf daher angenommen werden, dass der Rheinschotter auch im Bereich der geplanten PU unbelastet ist.

5.2 Beurteilung

Die Sondierungen und Laboranalysen im Baubereich für die neue PU haben gezeigt, dass Bodenmaterial und Auffüllung durchwegs deutlich bis stark mit PFAS belastet sind; die PFAS-Gehalte bewegen sich im Bereich der bisherigen Messwerte auf dem benachbarten ARA-Areal und in der näheren Umgebung für vergleichbares Material. Die übrigen Schadstoffe weisen auch in der alten Güllengraben-Auffüllung durchwegs nur geringe Gehalte bis max. VVEA-B-Obergrenzen auf. Mit Übergang in den «gewachsenen» Untergrund gehen diese Belastungen deutlich zurück und erfüllen - abgesehen von leichten, geogenen Schwermetallbelastungen der Deckschicht - überwiegend die Vorgaben für unverschmutzten Aushub VVEA-A. Mit Ausnahme des Bodenmaterials darf das über 1.5 ug/kg TS PFAS-belastete Material grundsätzlich nicht mehr am Standort umgelagert werden. Mit dem vorliegenden Projekt dürfte die belastete Güllengraben-Auffüllung unter der neuen PU vollständig entfernt werden, weshalb das Projekt grundsätzlich als AltIV-konform eingestuft werden kann.

Zusammenfassend kann somit festgehalten werden, dass die geplante PU mit Entfernung der stark belasteten Güllengraben-Auffüllung (KbS-Nr. 3231A0207) unter dem Hauptbauwerk auch unter Berücksichtigung von Art. 3 AltIV bewilligungsfähig ist. Aufgrund der hohen PFAS-Belastungen und der z.T. beschränkten Möglichkeiten bzw. Zulässigkeiten für Materialumlagerung auf der Baustelle ist dennoch mit hohen Mehrkosten infolge aufwändiger Materialentsorgung zu rechnen.

5.3 Mengen- und Entsorgungskosten-Abschätzung

Gemäss Angaben des Bauingenieurs fallen beim Bau der PU inkl. Rampen rund 1'450 m³ fest Aushub an, wovon ca. 850 m³ fest - sofern zulässig - wieder vor Ort für Hinterfüllungen und Umgebungsgestaltung verwendet werden können. Anhand der Sondierdaten gehen wir von nachfolgender Materialverteilung im Aushub aus; die Angaben der externen Entsorgungskosten entsprechen aktuellen Marktpreisen inkl. Transport und exkl. Mwst..

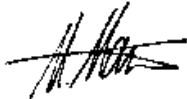
Materialart/Belastung	Menge	Umlagerung	Entsorgung extern
Oberboden (PFAS 5-25 ug/kg TS, Schwermetalle und PAK bis Prüfwert VBBo)	200 m ³ (360 t)	zulässig	Thermische Desorption (ca. CHF 400-450/t)
Unterboden (PFAS 5-10 ug/kg TS, Schwermetalle und PAK bis Richtwert VBBo)	300 m ³ (570 t)	zulässig	Thermische Desorption (ca. CHF 350-400/t)
Auffüllung Güllengraben (PFAS VVEA-E, übrige Schadstoffe bis VVEA-B)	200 m ³ (400 t)	nicht zulässig	VVEA-E-Deponie/Bodenwäsche (ca. CHF 180/t)

Auffüllung Güllengraben (PFAS 5-8 ug/kg TS, übrige Schadstoffe bis VVEA-B)	100 m ³ (200 t)	nicht zulässig	Bodenwäsche (ca. CHF 200-250/t)
Dammschüttung (VVEA-B _{verwert})	250 m ³ (500 t)	zulässig	VVEA-B-Deponie/Bodenwäsche (ca. CHF 80/t)
Deckschicht (VVEA-A, leichte geogene Schwermetallbelastungen)	400 m ³ (800 t)	zulässig	VVEA-A-Deponie (geogen) (ca. CHF 50/t)
Total	1'450 m ³ (2'830 t)		

Gemäss dieser Aufstellung ist es kostenmässig sinnvoll v.a. das extern sehr teure Bodenmaterial vor Ort im Rahmen der Umgebungsgestaltung wieder einzusetzen; dies wurde auch beim ARA-Erweiterungsbau im Jahr 2024 so gemacht. Die Auffüllung Güllengraben darf demgegenüber nicht umgelagert werden und muss extern entsorgt werden. Das dann noch übrige Auffüllpotential sollte überwiegend aus der Dammschüttung bestritten werden. Daraus ergaben sich im besten Fall Entsorgungskosten von rund CHF 150'000 (exkl. Mwst.) für das Auffüllmaterial Güllengraben und die geogen belastete Deckschicht. Das sehr hohe Kostenpotential für die Externentsorgung des stark belasteten Bodenmaterials (CHF 390'000 exkl. Mwst.) müsste in diesem Fall nicht aktiviert werden; falls im Rahmen der Umgebungsgestaltung dennoch nicht alles Bodenmaterial verwertet werden kann, ist ein Teil dieses hohen Kostenpotentials zusätzlich zu berücksichtigen.

Falls die kantonalen Behörden in Abweichung von der Ausführung bei der ARA Rosenbergsau eine PFAS-spezifische Vorreinigung des Pumpwassers aus der Grundwasserabsenkung verlangen, ist hierfür (Aktivkohlefilter) mit Kosten von zusätzlich CHF 80'000 bis 120'000 (exkl. Mwst.) auszugehen. Das Genauigkeitsziel dieser Mengen- und Kostenangaben liegt bei $\pm 20\%$, wobei keine Garantie für die Einhaltung dieser Bandbreiten besteht.

Andres Geotechnik AG
M. Manser



St. Gallen, 6.2.26

Neubau PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg

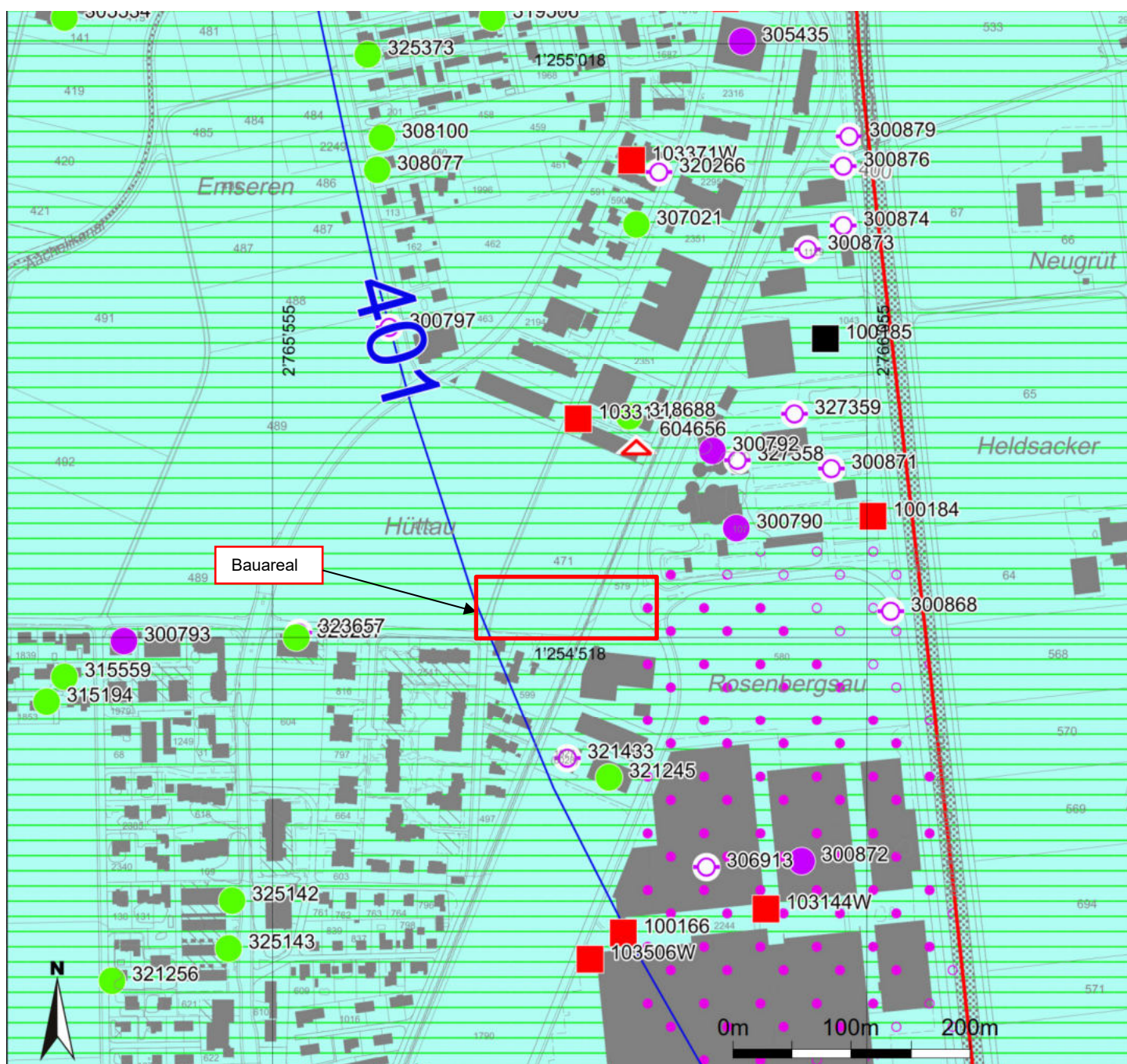
Ausschnitt Gewässerschutzkarte
1:5'000

Nr. 10095

- Grundwasserfassung aufgehoben
- Grundwasserfassung
- Gewässerschutzbereich Au
- Bereiche Au und Ao überlagert



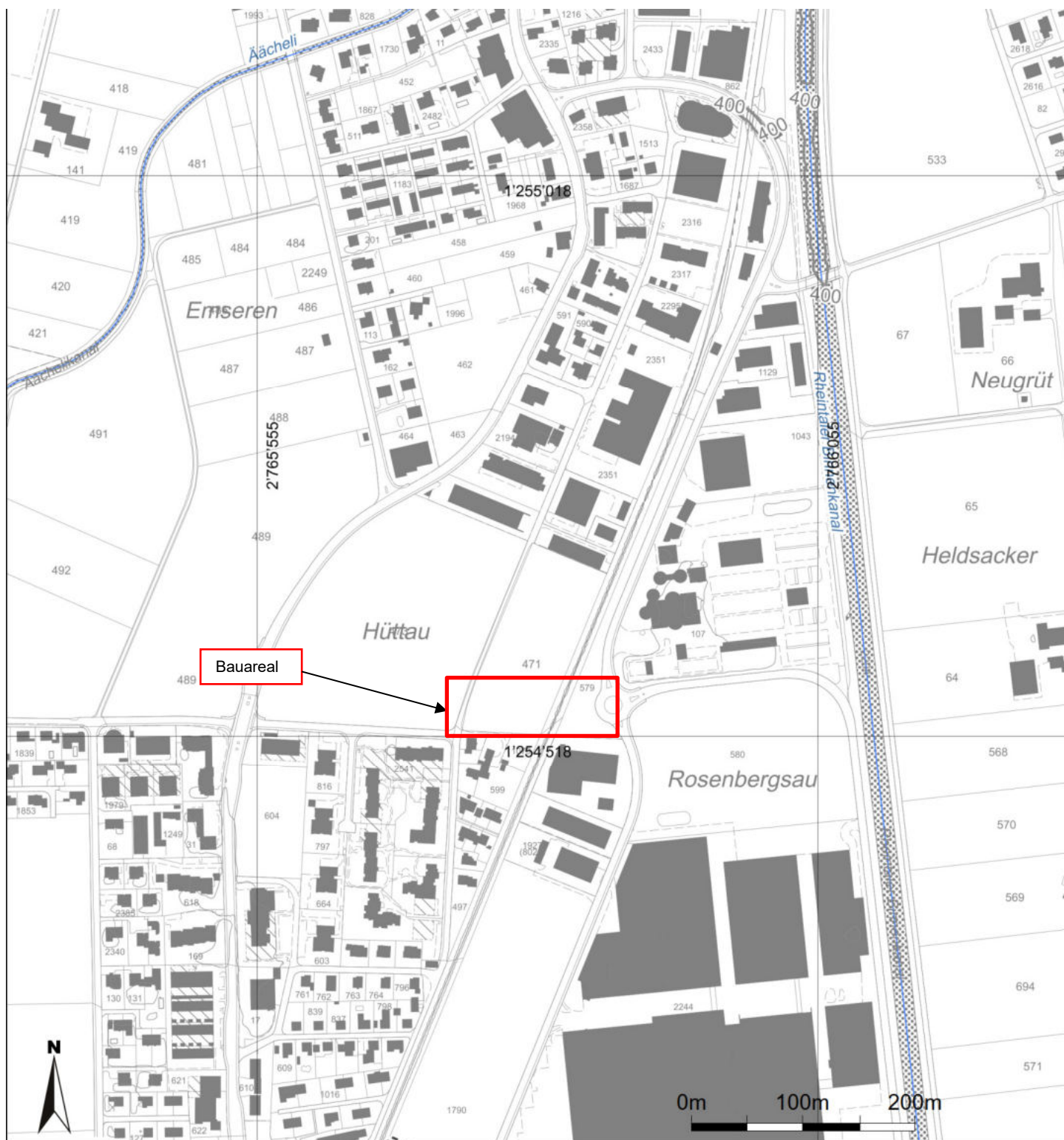
- Belastung mittel (über Anforderungen an Grundwasserqualität nach GSchV bzw. über Indikatorwert nach Wegleitung Grundwasserschutz)
- Belastung hoch (über halbem Konzentrationswert AltIV)



Neubau PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg

Ausschnitt Gewässernetz
1:5'000

Nr. 10095

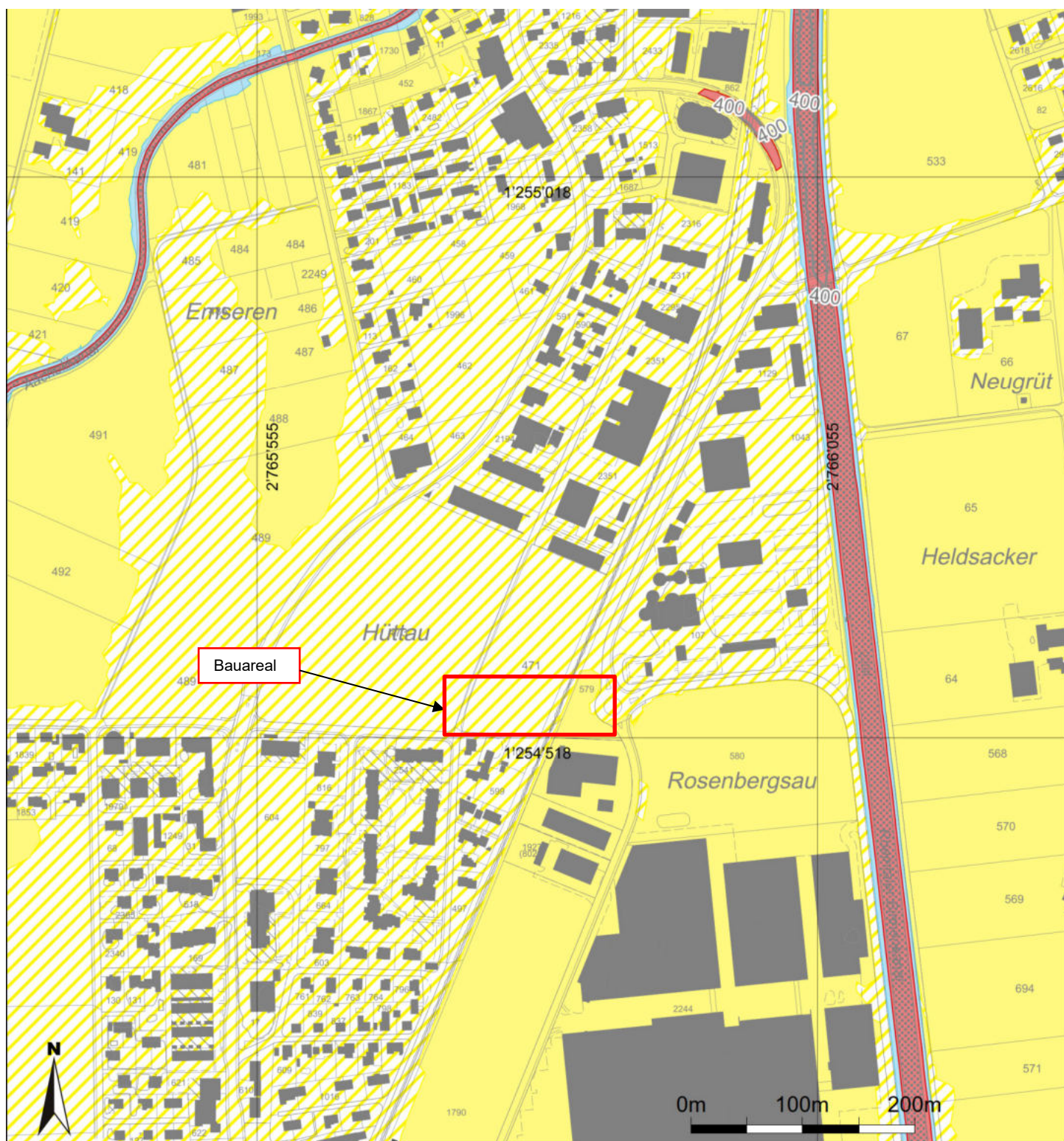


Neubau PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg

Ausschnitt Gefahrenkarte
1:5'000

Nr. 10095

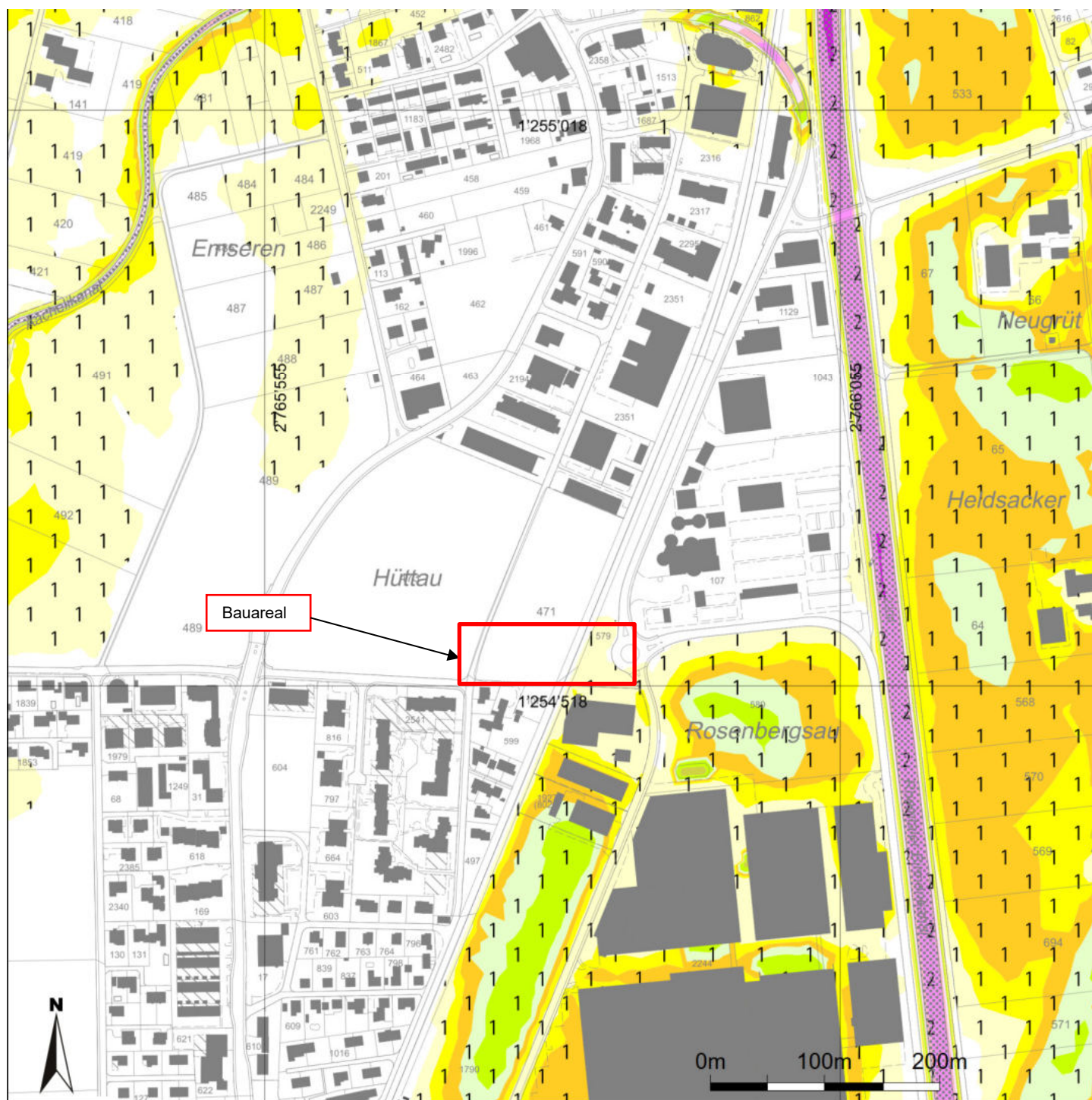
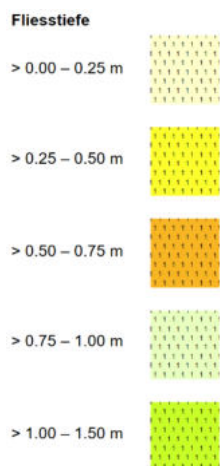
-  Erhebliche Gefährdung
-  Mittlere Gefährdung
-  Geringe Gefährdung
-  Restgefährdung



Neubau PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg

Ausschnitt Karte Überflutung 300j
1:5'000

Nr. 10095

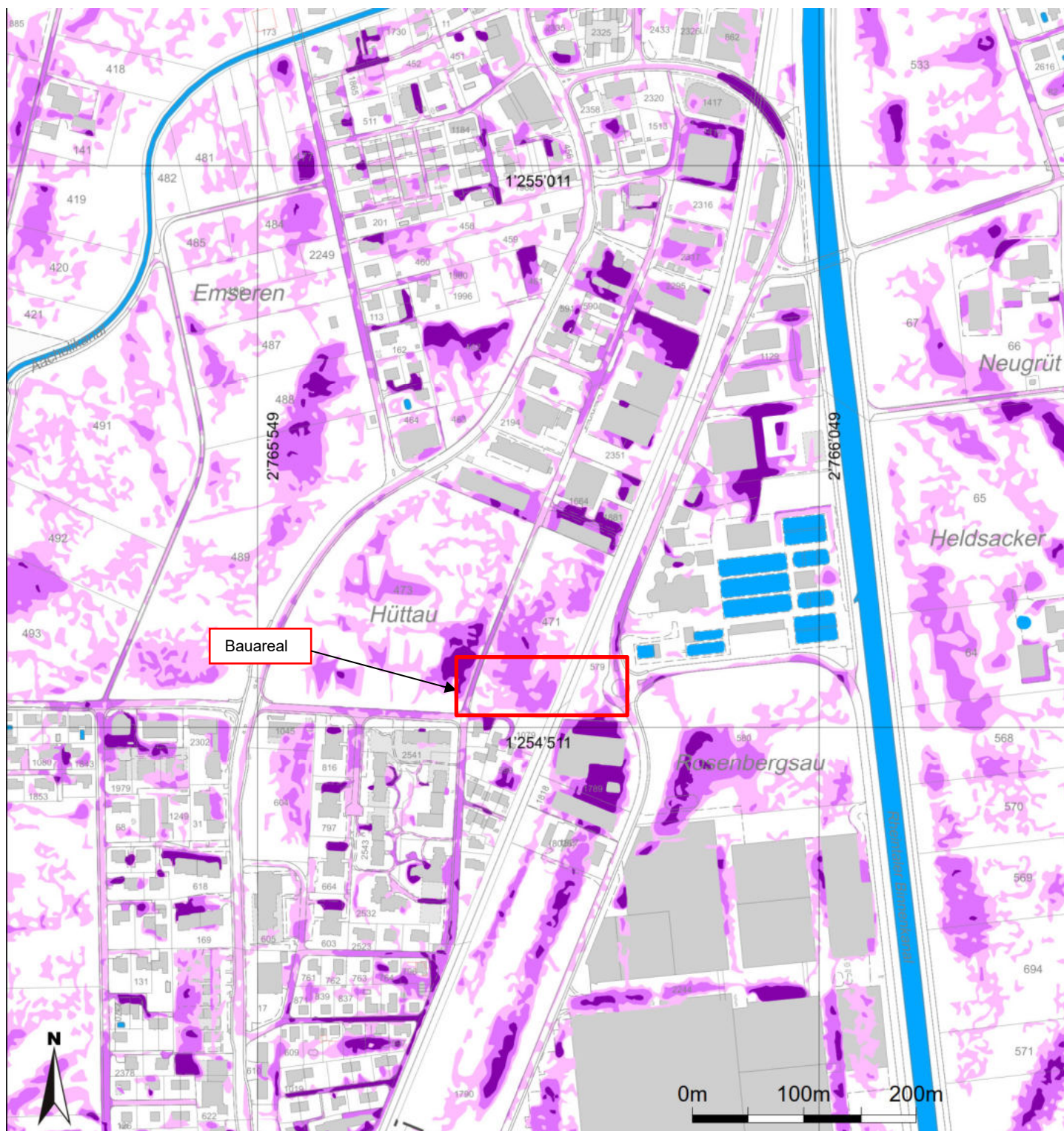


Neubau PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg

Ausschnitt Oberflächenabflusskarte
1:5'000

Nr. 10095

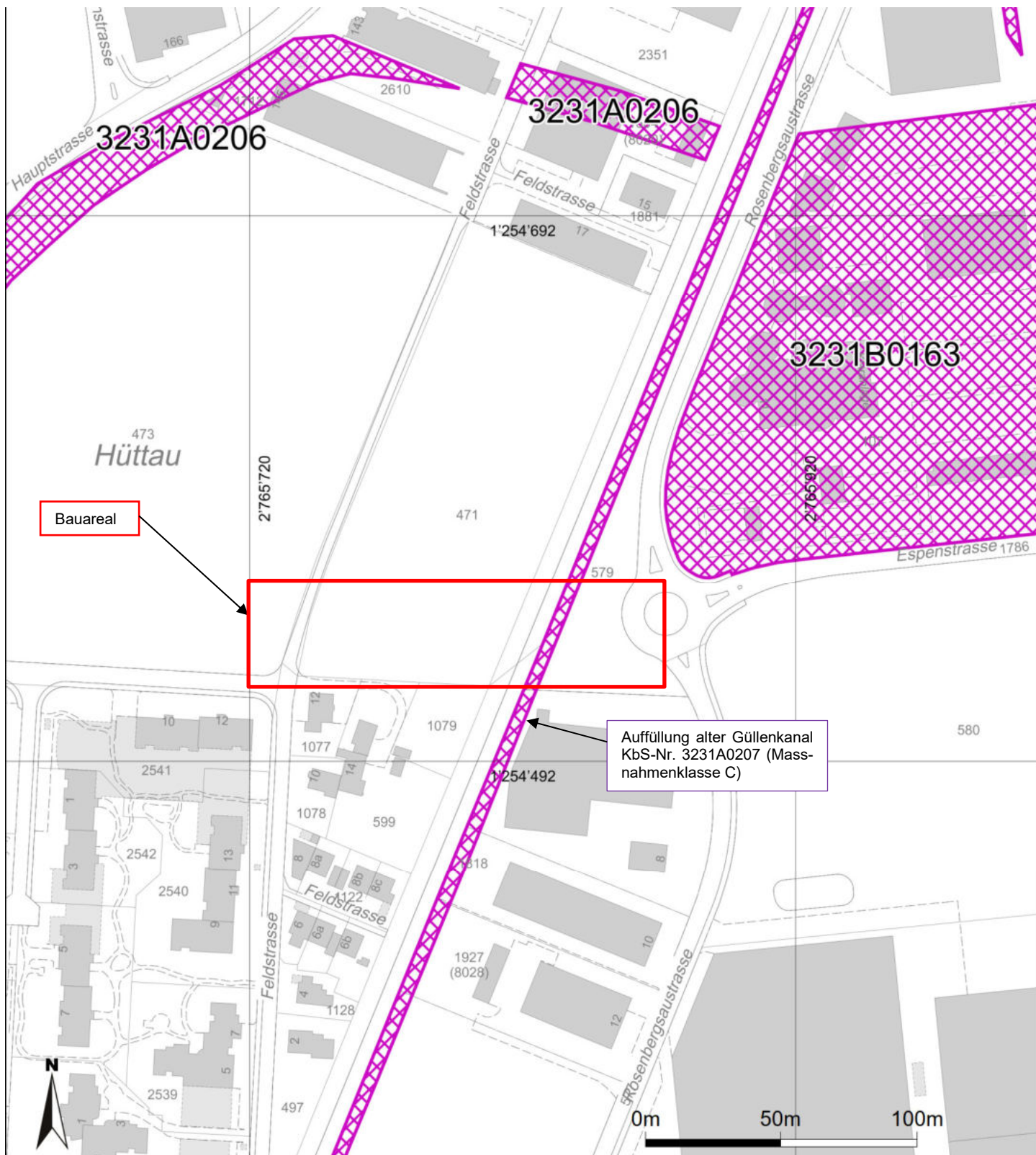
-  Fliesstiefe $h \leq 0.1$ m
-  Fliesstiefe $0.1 < h < 0.25$ m
-  Fliesstiefe $h \geq 0.25$ m
-  Gewässer



Neubau PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg

Ausschnitt KbS-Karte
1:2'000

Nr. 10095

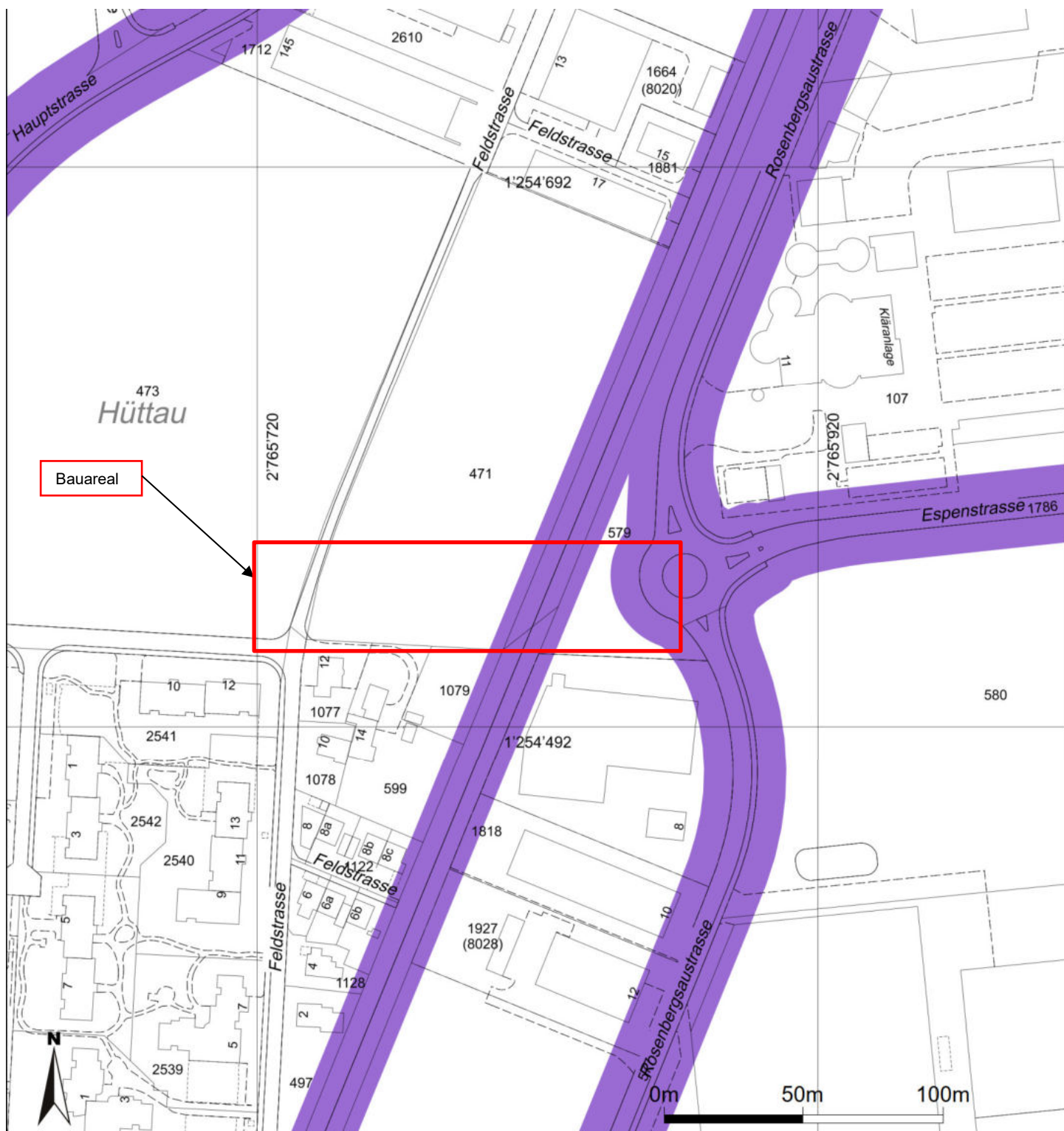


Neubau PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg

Ausschnitt Prüfgebiet Bodenverschiebung
1:2'000

Nr. 10095

 Verkehrsanlage



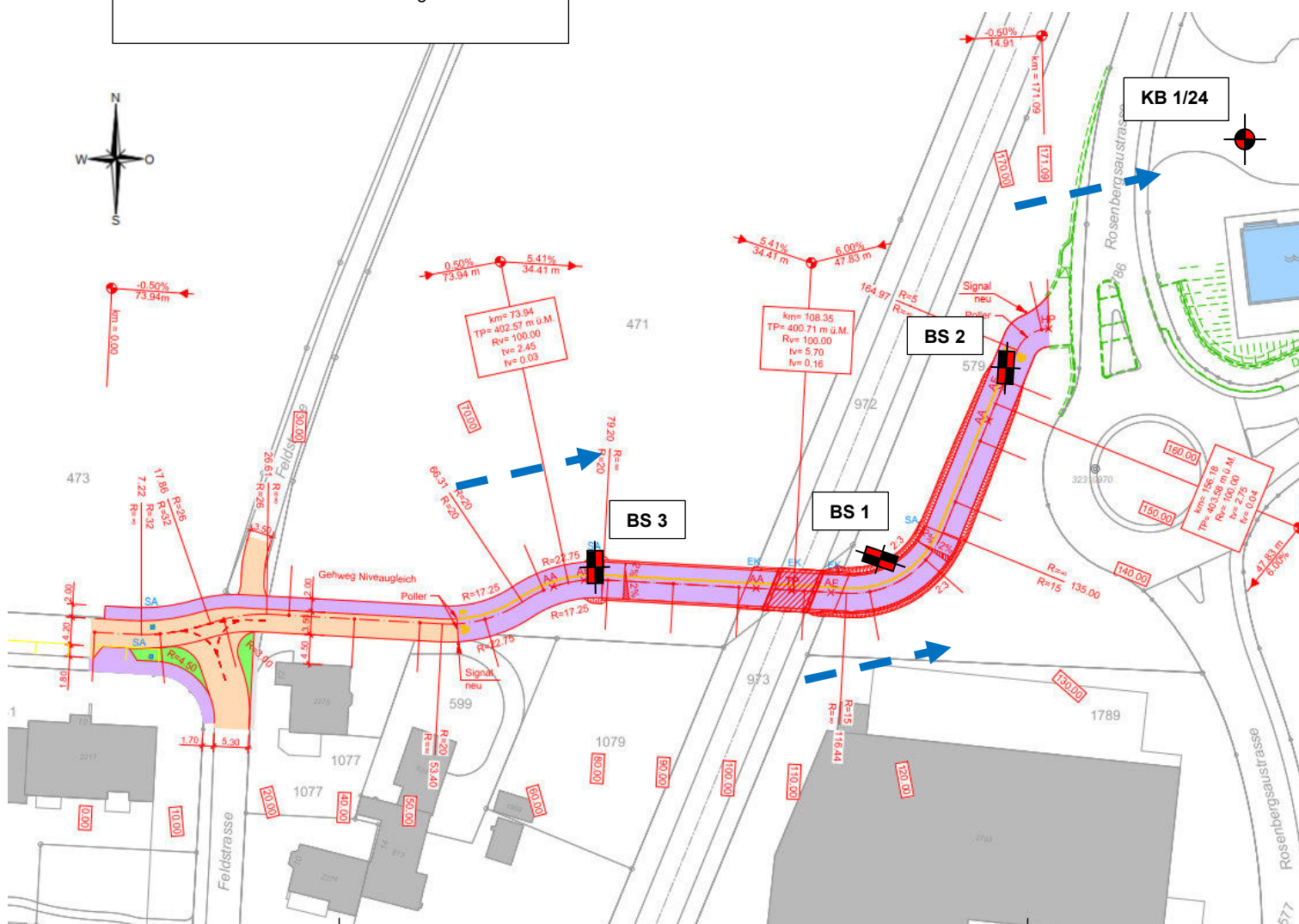
Neubau PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg

Lageplan mit Sondierungen
1:1'000

Nr. 10095

Legende

-  Baggersondierung
-  Kernbohrung mit Pegel (ARA-Ausbau)
-  Grundwasserfliessrichtung



Neubau PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg BS 1



Baggerfirma: Bruno Mattle AG, Oberriet
Baggertyp: Raupenbagger, 10 t
Höhe: 403.38 m ü. M.

Koordinaten: 2'765'836 / 1'254'544
Ausführungsdatum: 11.12.2025
Aufnahme: M. Manser

Nr. 10095

Masstab 1:50	Tiefe [m] ab OKT	Schichtstärke [m]	Signatur	Beschreibung des Bodens	Geologie
	0.15	0.15		Humus; weich; dunkelbraun	Auffüllung
	1	0.95		tonig-siltiger Kiessand mit Steinen und wenig Bauschutt; locker; beige	
	2	1.50		tonig-siltiger Feinsand; locker; graubeige	Deckschicht
	3	0.60		siltiger Fein- bis Mittelsand; locker; beige	
	3.20 3.30	0.10		siltiger Kiessand mit reichlich Steinen; mitteldicht; graubeige; wasserführend, leicht aufsteigend	Rheinschotter

Baggerschlitz standfest. Wasserzutritte an der Basis beobachtet.

Materialproben: Humus: PAK / BaP: 1.4 / 0.15; SM: Richtwerte; 16PFAS: 9.5 / 19
 0.15 m – 1.10 m: KW: <20; PAK / BaP: 0.5 / 0.07; SM: VVEA-A; 16PFAS: 5.4
 1.10 m – 2.60 m: Cr: 56, übrige SM: VVEA-A; 16PFAS: <0.1
 2.60 m – 3.20 m: Rückstellprobe



Neubau PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg BS 2



Baggerfirma: Bruno Mattle AG, Oberriet
Baggertyp: Raupenbagger, 10 t
Höhe: 403.45 m ü. M.

Koordinaten: 2'765'848 / 1'254'562
Ausführungsdatum: 11.12.2025
Aufnahme: M. Manser

Nr. 10095

Masstab 1:50	Tiefe [m] ab OKT	Schichtstärke [m]	Signatur	Beschreibung des Bodens	Geologie
1	0.20	0.20		Humus; weich; dunkelbraun	Auffüllung
	0.50	0.30		tonig-siltiger Feinsand mit Wurzelresten; locker; braunbeige; einzelne Ziegelstücke	
	1.60	1.60		tonig-siltiges Erdmaterial mit viel Bauschutt, Eisen, Beton, Holz	
2	2.10	1.00		tonig-siltiger Feinsand, gegen unten zunehmend Mittelsand; locker; beige	Deckschicht
3	3.10 3.30	0.20		siltiger Kiessand mit reichlich Steinen; mitteldicht; grau; wasserführend	Rheinschotter

Baggerschlitz knapp standfest. Wasserzutritte an der Basis beobachtet.

Materialproben: Humus: Cr: 44; übrige SM: Richtwerte; 16PFAS: 25 / 45
0.20 m – 0.50 m: SM: Richtwerte; 16PFAS: 9.7 / 17
0.50 m – 2.10 m: KW: 21; PAK / BaP: 6.4 / 0.73; As: 26; Pb: 62; Cr: 57; Cu: 56;
übrige SM: VVEA-A; 16PFAS: 3.6



Neubau PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg BS 3



Baggerfirma: Bruno Mattle AG, Oberriet
Baggertyp: Raupenbagger, 10 t
Höhe: 402.39 m ü. M.

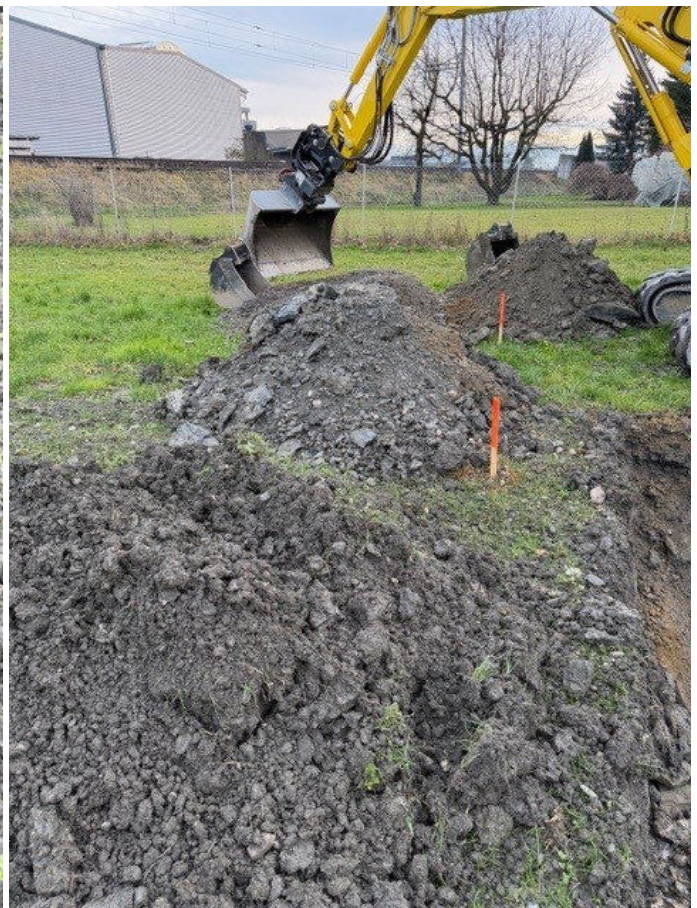
Koordinaten: 2'765'788 / 1'254'532
Ausführungsdatum: 11.12.2025
Aufnahme: M. Manser

Nr. 10095

Masstab 1:50	Tiefe [m] ab OKT	Schichtstärke [m]	Signatur	Beschreibung des Bodens	Geologie	Piezometer 2"	GWS
	0.30	0.30		Humus; weich; dunkelbraun	Auffüllung		
	0.50	0.20		siltiger Kiessand mit Steinen und vereinzelt Bauschutt; locker; grau	Deckschicht		
	1.20	0.70		tonig-siltiger Feinsand mit Wurzelresten; locker; beige-grau	Rheinschotter		
	2	1.80		siltiger Kiessand mit Steinen; locker; rotbraun; ab ca. 2.2 m wasserführend			
3	3.00						

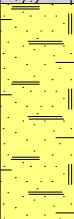
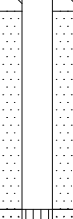
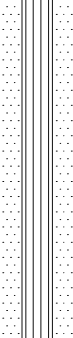
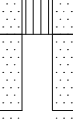
Baggerschlitz labil. Wasserzutritte an ca. 2.2 m Tiefe beobachtet.

Materialproben: Humus: PAK / BaP: 0.3 / 0.03; SM: Richtwerte; 16PFAS: 5.7 / 11
0.50 m – 1.20 m: As: 18; übrige SM: VVEA-A; 16PFAS: <0.1



Neubau PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg KB 1/24 (ARA)			
Bohrfirma: Hartl GmbH, Rebstein		Bohrmeister: Christian Hartl	
Bohrart: Rotationskernbohrung, Ø 193 mm		Ausführungsdatum: 07.10.2024	
Höhe: 404.00 m ü. M. / Koord.: 2'765'887 / 1'254'597		Aufnahme: M. Manser	

Nr. 1145

Massstab 1:100	Tiefe [m] ab OKT	Schichtstärke [m]	Signatur	Beschreibung des Bodens	Geologie	Piezometer 4.5"	GWS
	0.10	0.10		Asphalt	Auffüllung		
	1.40	1.30		leicht siltiger Kiessand mit reichlich Steinen; mitteldicht; grau	Deckschicht		
	2.90	2.90		tonig-siltiger Feinsand mit Wurzelresten; locker; graubeige			
	4.30	4.40		mässig siltiger Kiessand mit reichlich Steinen; mitteldicht; grau; wasserführend	Rheinschotter		
	8.70	1.60		stark siltiger Feinsand, geschichtet; grau; nass	Seeablagerungen		
10.30							

Materialproben: 1.4 m – 4.3 m: $\sum$ PFAS: 0.7 µg/kg TS	
4.3 m – 7.0 m: $\sum$ PFAS: < 0.1 µg/kg TS	
Kurzpumpversuch: $k \approx 0.4 \times 10^{-3}$ m/s	



Beilage 14

Analysenberichte Niutec AG

- Niutec Nr. 2025.1378.01 (Boden VBBo)
- Niutec Nr. 2025.1378.02 (Feststoff VVEA)

Andres Geotechnik AG
dipl. Ingenieure ETH/SIA
Herr Matthias Manser
Schuppisstrasse 7
CH-9016 St. Gallen

Bericht Datum
Sachbearbeiter
Tel. direkt
E-Mail
Anzahl Seiten

16. Dezember 2025
Jonas Jäger
+41522622190
jonas.jaeger@niutec.ch
5


Jonas Jäger
Bereichsleiter Umwelt

10095 PU ARA-Eulenweg Au SG
Probenahme vom 11.12.2025

Auftraggeber
Ihre Referenz

Herr Matthias Manser, Andres Geotechnik AG
Analysenauftrag vom 11.12.2025,
Herr Matthias Manser, Andres Geotechnik AG
2025.1378
11. Dezember 2025

Unsere Referenz
Probeneingang

Durchgeführte Untersuchungen

Probenaufbereitung nach VBBo

Trocknen bei 40°C Umluft; Skelett entfernen; (nicht rieselfähige Proben brechen) Sieben auf <2mm; Homogenisieren mit Turbula, Methode FAL SDAN-PA
Niutec Methode Nr. 129

Extraktion für PAK/PCB - VBBo

Soxhlet-Extraktion mit Hexan, Aceton, Toluol (10:5:1). Methode EPA 3540
Niutec Methode Nr. 076

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAK (VBBo)

Quantifizierung mit Triple Quadrupole Gas Chromatography Tandem Mass Spectrometry (TQ GC-MS/MS)
Methode EPA 8270
Niutec Methode Nr. 056

Extraktion für Totalgehalt VBBo

Extraktion mit heisser Salpetersäure 2 mol/l im Verhältnis 1:10. Methode FAL HNO3-Ex
Niutec Methode Nr. 111

Totalgehalt nach VBBo

Quantifizierung der Metalle mit Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). Methode EN ISO 17294-1/2
Niutec Methode Nr. 236

Extraktion für PFAS - VBBo

Ultraschall-Extraktion mit Methanol/Wasser.
Methode BAFU F-28, DIN 38407-42-3
Niutec Methode Nr. 298

Per- und polyfluorierte Alkyl- und Sulfonsäuren (PFAS) - VBBo

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

Polyfluorierte Fluortelomersulfonsäuren (PFAS) VBBo

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

Per- und polyfluorierte Alkyl- und Sulfonamide (PFAS) VBBo

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

Summe PFAS

Summe aller untersuchten PFAS-Verbindungen für Feststoffe. Basierend auf dem Ergebnisbericht «Lösungsansätze für den Umgang mit PFAS belasteten Standorten» (BAFU).
Niutec Methode Nr. 298

Probenarchivierung

Restmaterial original Festprobe: keines (bei VOC Analysen 3 Monate im Tiefkühler)
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

VeB-R tot. VeB Richtwert Totalgehalt
Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung. Verwertungseignung von Boden.
Ein Modul der Vollzugshilfe Bodenschutz beim Bauen. BAFU 2021 (UV-2112-D)
Anhang A2-1.1 Richtwerte für Schadstoffe gemäss VBBo zur Beurteilung der Verwertungspflicht

VeB-P tot. VeB Prüfwert Totalgehalt
Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung. Verwertungseignung von Boden.
Ein Modul der Vollzugshilfe Bodenschutz beim Bauen. BAFU 2021 (UV-2112-D)
A2-2.1 Prüfwerte für Schadstoffe gemäss VBBo zur Beurteilung der Einschränkungen bei der Verwertung

Probenbezeichnung	Einheit	BG	BS 1 Humus	BS 2 Humus	VeB-R tot.	VeB-P tot.	
Tiefe in cm			0-20	0-20			
Niutec Nr.			25.1378_001	25.1378_002			

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAK (VBBo)							
Benzo(a)pyren	BAP	mg/kg TS	0.01	0.15	–	0.2	1
Summe 16 PAK		mg/kg TS	0.2	1.4	–	1	10

Totalgehalt nach VBBo							
Blei	Pb	mg/kg TS	0.25	31	39	50	200
Cadmium	Cd	mg/kg TS	0.025	0.30	0.36	0.8	2
Kupfer	Cu	mg/kg TS	0.25	37	44	40	150
Zink	Zn	mg/kg TS	1	89	100	150	300

Per- und polyfluorierte Alkyl- und Sulfonsäuren Boden VBBo (linear und verzweigt) - PFAS							
Perfluorbutansäure	PFBA	µg/kg TS	0.1	0.3	0.7		
Perfluorpentansäure	PFPeA	µg/kg TS	0.1	<0.1	0.2		
Perfluorhexansäure	PFHxA	µg/kg TS	0.1	0.1	0.4		
Perfluorheptansäure	PFHpA	µg/kg TS	0.1	0.2	0.3		
Perfluoroctansäure	PFOA	µg/kg TS	0.1	1.0	2.5		
Perfluorononansäure	PFNA	µg/kg TS	0.1	0.2	0.3		
Perfluorbutansulfonsäure	PFBS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		
Perfluorhexansulfonsäure	PFHxS	µg/kg TS	0.1	0.2	1.6		
Perfluoroctansulfonsäure	PFOS	µg/kg TS	0.1	7.3	18		
Perfluordecansäure	PFDA	µg/kg TS	0.1	0.1	0.1		
Perfluorundecansäure	PFUnA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		

Polyfluorierte Fluortelomersulfonsäuren Boden VBBo (linear und verzweigt) - PFAS							
6:2-Fluortelomersulfonsäure	6:2FTS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		
6:2 Fluortelomer Sulfonamide Propyl Betaine (Capstone B)	CDPOS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		

Per- und polyfluorierte Alkyl- und Sulfonamide Boden VBBo (linear und verzweigt) - PFAS							
Perfluoroctansulfonamid	PFOSA	µg/kg TS	0.1	<0.1	0.3		
N-ethyl Perfluoroctansulfonamidessigsäure AA	NEtFOS	µg/kg TS	0.1	<0.1	0.7		
N-[3-(Dimethylamino)propyl]-3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluorooctansulfonamid-N-oxid (Capstone A)	DPOSA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		

Summe PFAS Feststoff							
Summe PFAS nicht gewichtet (BAFU9) VBBo		µg/kg TS	0.1	9.4	24		
Summe PFAS TEQ gewichtet (BAFU9) VBBo		µg/kg TS TEQ	1.0	18	41		
Summe PFAS nicht gewichtet (BAFU16) VBBo		µg/kg TS	0.1	9.5	25		
Summe PFAS TEQ gewichtet (BAFU16) VBBo		µg/kg TS TEQ	1.0	19	45		

Probenbezeichnung	Einheit	BG	BS 3 Humus	BS 2	VeB-R tot.	VeB-P tot.	
Tiefe in cm			0-20	20-50			
Niutec Nr.			25.1378_003	25.1378_004			

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAK (VBBo)							
Benzo(a)pyren	BAP	mg/kg TS	0.01	0.03	–	0.2	1
Summe 16 PAK		mg/kg TS	0.2	0.3	–	1	10

Totalgehalt nach VBBo							
Blei	Pb	mg/kg TS	0.25	31	21	50	200
Cadmium	Cd	mg/kg TS	0.025	0.32	0.21	0.8	2
Kupfer	Cu	mg/kg TS	0.25	39	30	40	150
Zink	Zn	mg/kg TS	1	90	56	150	300

Per- und polyfluorierte Alkyl- und Sulfonsäuren Boden VBBo (linear und verzweigt) - PFAS							
Perfluorbutansäure	PFBA	µg/kg TS	0.1	0.2	0.2		
Perfluorpentansäure	PFPeA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		
Perfluorhexansäure	PFHxA	µg/kg TS	0.1	<0.1	0.2		
Perfluorheptansäure	PFHpA	µg/kg TS	0.1	0.1	0.1		
Perfluoroctansäure	PFOA	µg/kg TS	0.1	0.7	1.3		
Perfluorononansäure	PFNA	µg/kg TS	0.1	0.1	<0.1		
Perfluorbutansulfonsäure	PFBS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		
Perfluorhexansulfonsäure	PFHxS	µg/kg TS	0.1	0.1	0.5		
Perfluoroctansulfonsäure	PFOS	µg/kg TS	0.1	4.3	7.5		
Perfluordecansäure	PFDA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		
Perfluorundecansäure	PFUnA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		

Polyfluorierte Fluortelomersulfonsäuren Boden VBBo (linear und verzweigt) - PFAS							
6:2-Fluortelomersulfonsäure	6:2FTS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		
6:2 Fluortelomer Sulfonamide Propyl Betaine	CDPOS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		
	(Capstone B)						

Per- und polyfluorierte Alkyl- und Sulfonamide Boden VBBo (linear und verzweigt) - PFAS							
Perfluoroctansulfonamid	PFOSA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		
N-ethyl Perfluoroctansulfonamidessigsäure	NEtFOS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		
	AA						
N-[3-(Dimethylamino)propyl]-3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluorooctansulfonamid-N-oxid	DPOSA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		
	(Capstone A)						

Summe PFAS Feststoff							
Summe PFAS nicht gewichtet (BAFU9) VBBo		µg/kg TS	0.1	5.7	9.7		
Summe PFAS TEQ gewichtet (BAFU9) VBBo		µg/kg TS TEQ	1.0	11	17		
Summe PFAS nicht gewichtet (BAFU16) VBBo		µg/kg TS	0.1	5.7	9.7		
Summe PFAS TEQ gewichtet (BAFU16) VBBo		µg/kg TS TEQ	1.0	11	17		

Andres Geotechnik AG
dipl. Ingenieure ETH/SIA
Herr Matthias Manser
Schuppisstrasse 7
CH-9016 St. Gallen

Bericht Datum
Sachbearbeiter
Tel. direkt
E-Mail
Anzahl Seiten

17. Dezember 2025
Jonas Jäger
+41522622190
jonas.jaeger@niutec.ch
7

I. Gebhardt

Isabelle Gebhardt
Projektmanagerin Umwelt

10095 PU ARA-Eulenweg Au SG

Auftraggeber
Ihre Referenz

Unsere Referenz
Probeneingang

Herr Matthias Manser, Andres Geotechnik AG
Analysenauftrag vom 11.12.2025,
Herr Matthias Manser, Andres Geotechnik AG
2025.1378
11. Dezember 2025

Durchgeführte Untersuchungen

Probenaufbereitung Feststoffe

Trocknen bei 40°C Umluft; Zerkleinern im Backenbrecher auf ca. 2mm; Homogenisieren mit Turbula; Feinmahlen

Methode: Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich, BAFU Kapitel 4

Niutec Methode Nr. 070

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

Säureaufschluss Feststoff

Mikrowellendruckaufschluss mit Königswasser. Methode BAFU F-6a, DIN EN 13346-C

Niutec Methode Nr. 170

Quecksilber gesamt Feststoff (VVEA)

Direkte Bestimmung aus Feststoff mit Amalgamierung. Methode BAFU F-14, US EPA method 7473

Niutec Methode Nr. 282

Metalle und Halbmatalle gesamt Feststoff (VVEA)

Bestimmung der königswasserlöslichen Anteile mit Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS).

Methode BAFU F-6a, EN ISO 17294-1/2

Niutec Methode Nr. 236

Extraktion für PFAS (VVEA)

Ultraschall-Extraktion mit Methanol/Wasser.

Methode BAFU F-28, DIN 38407-42-3

Niutec Methode Nr. 298

Per- und polyfluorierte Alkyl- und Sulfonsäuren - PFAS (VVEA)

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

Polyfluorierte Fluortelomersulfonsäuren - PFAS (VVEA)

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

Per- und polyfluorierte Alkyl- und Sulfonamide - PFAS (VVEA)

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

Summe PFAS

Summe aller untersuchten PFAS-Verbindungen für Feststoffe. Basierend auf dem Ergebnisbericht «Lösungsansätze für den Umgang mit PFAS belasteten Standorten» (BAFU).

Niutec Methode Nr. 298

Probenarchivierung

Restmaterial original Festprobe: keines (bei VOC Analysen 3 Monate im Tiefkühler)

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 22. April 2025). Anhang 5, Ziffer 1
VVEA-SV schwach verschmutzt	Anforderung zur Verwertung von Aushub- und Ausbruchmaterial Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015. (Stand am 22. April 2025). Artikel 19, Ziffer 2 und Anhang 3, Ziffer 2
VVEA-B	Anforderungen an Abfälle zur Ablagerung auf Deponien des Typs B Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015. (Stand am 22. April 2025). Anhang 5, Ziffer 2.3-2.4

Probenbezeichnung	Einheit	BG	BS 1	BS 1	VVEA-A	VVEA-SV schwach verschmutzt	VVEA-B
Tiefe in m			0.15-1.10	1.10-2.60			
Probenahme Datum			11.12.2025	11.12.2025			
Niutec Nr.			25.1378_005	25.1378_006			

Probenaufbereitung							
Angelieferte Probemenge	kg		3.0	1.8			

Kohlenwasserstoff-Index - KWI C10-C40 (VVEA)							
KW C10-C40	mg/kg TS	20	<20	–	50	250	500

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAK (VVEA)								
Benzo(a)pyren	BAP	mg/kg TS	0.01	0.07	–	0.3	1.5	3
Summe 16 PAK		mg/kg TS	0.2	0.5	–	3	12.5	25

Metalle und Halbmetalle gesamt (VVEA)								
Antimon	Sb	mg/kg TS	0.5	<0.5	<0.5	3	15	30
Arsen	As	mg/kg TS	1	9	12	15	15	30
Blei	Pb	mg/kg TS	2	15	21	50	250	500
Cadmium	Cd	mg/kg TS	0.1	0.1	0.2	1	5	10
Chrom	Cr	mg/kg TS	1	30	56	50	250	500
Kupfer	Cu	mg/kg TS	1	15	26	40	250	500
Nickel	Ni	mg/kg TS	1	20	43	50	250	500
Quecksilber	Hg	mg/kg TS	0.05	<0.05	0.06	0.5	1	2
Zink	Zn	mg/kg TS	5	43	70	150	500	1000

Per- und polyfluorierte Alkyl- und Sulfonsäuren Feststoff VVEA (linear und verzweigt) - PFAS								
Perfluorbutansäure	PFBA	µg/kg TS	0.1	0.1	<0.1			
Perfluorpentansäure	PFPeA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorhexansäure	PFHxA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorheptansäure	PFHpA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluoroctansäure	PFOA	µg/kg TS	0.1	0.8	<0.1			
Perfluornonansäure	PFNA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorbutansulfonsäure	PFBS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorhexansulfonsäure	PFHxS	µg/kg TS	0.1	0.1	<0.1			
Perfluoroctansulfonsäure	PFOS	µg/kg TS	0.1	4.4	<0.1			
Perfluordecansäure	PFDA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorundecansäure	PFUnA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			

Polyfluorierte Fluortelomersulfonsäuren Feststoff VVEA (linear und verzweigt) - PFAS							
6:2-Fluortelomersulfonsäure	6:2FTS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		
6:2 Fluortelomer Sulfonamide Propyl Betaine (Capstone B)	CDPOS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1		

Probenbezeichnung	Einheit	BG	BS 1	BS 1	VVEA-A	VVEA-SV schwach verschmutzt	VVEA-B
Tiefe in m			0.15-1.10	1.10-2.60			
Probenahme Datum			11.12.2025	11.12.2025			
Niutec Nr.			25.1378_005	25.1378_006			

Per- und polyfluorierte Alkyl- und Sulfonamide Feststoff VVEA (linear und verzweigt) - PFAS							
N-[3-(Dimethylamino)propyl]-3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluorooctansulfonamid-N-oxid (Capstone A)	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorooctansulfonamid	PFOSA µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
N-ethyl Perfluorooctansulfonamidessigsäure AA	NEtFOS µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			

Summe PFAS Feststoff							
Summe PFAS nicht gewichtet (BAFU9)	µg/kg TS	0.1	5.4	<0.1			
Summe PFAS nicht gewichtet (BAFU16)	µg/kg TS	0.1	5.4	<0.1			

Probenbezeichnung	Einheit	BG	BS 2	BS 3	VVEA-A	VVEA-SV schwach verschmutzt	VVEA-B
Tiefe in m			0.50-2.10	0.50-1.20			
Probenahme Datum			11.12.2025	11.12.2025			
Niutec Nr.			25.1378_008	25.1378_009			

Probenaufbereitung							
Angelieferte Probemenge	kg		1.9	2.7			

Kohlenwasserstoff-Index - KWI C10-C40 (VVEA)							
KW C10-C40	mg/kg TS	20	21	–	50	250	500

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAK (VVEA)								
Benzo(a)pyren	BAP	mg/kg TS	0.01	0.73	–	0.3	1.5	3
Summe 16 PAK		mg/kg TS	0.2	6.4	–	3	12.5	25

Metalle und Halbmetalle gesamt (VVEA)								
Antimon	Sb	mg/kg TS	0.5	1.4	0.6	3	15	30
Arsen	As	mg/kg TS	1	26	18	15	15	30
Blei	Pb	mg/kg TS	2	62	19	50	250	500
Cadmium	Cd	mg/kg TS	0.1	0.3	0.1	1	5	10
Chrom	Cr	mg/kg TS	1	57	39	50	250	500
Kupfer	Cu	mg/kg TS	1	56	32	40	250	500
Nickel	Ni	mg/kg TS	1	49	42	50	250	500
Quecksilber	Hg	mg/kg TS	0.05	0.09	<0.05	0.5	1	2
Zink	Zn	mg/kg TS	5	140	62	150	500	1000

Per- und polyfluorierte Alkyl- und Sulfonsäuren Feststoff VVEA (linear und verzweigt) - PFAS								
Perfluorbutansäure	PFBA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorpentansäure	PFPeA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorhexansäure	PFHxA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorheptansäure	PFHpA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluoroctansäure	PFOA	µg/kg TS	0.1	0.4	<0.1			
Perfluorononansäure	PFNA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorbutansulfonsäure	PFBS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorhexansulfonsäure	PFHxS	µg/kg TS	0.1	0.4	<0.1			
Perfluoroctansulfonsäure	PFOS	µg/kg TS	0.1	2.9	<0.1			
Perfluordecansäure	PFDA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorundecansäure	PFUnA	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			

Polyfluorierte Fluortelomersulfonsäuren Feststoff VVEA (linear und verzweigt) - PFAS								
6:2-Fluortelomersulfonsäure	6:2FTS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
6:2 Fluortelomer Sulfonamide Propyl Betaine (Capstone B)	CDPOS	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			

Probenbezeichnung	Einheit	BG	BS 2	BS 3	VVEA-A	VVEA-SV schwach verschmutzt	VVEA-B
Tiefe in m			0.50-2.10	0.50-1.20			
Probenahme Datum			11.12.2025	11.12.2025			
Niutec Nr.			25.1378_008	25.1378_009			

Per- und polyfluorierte Alkyl- und Sulfonamide Feststoff VVEA (linear und verzweigt) - PFAS							
N-[3-(Dimethylamino)propyl]-3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluorooctansulfonamid-N-oxid (Capstone A)	µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
Perfluorooctansulfonamid	PFOSA µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			
N-ethyl Perfluorooctansulfonamidessigsäure AA	NEtFOS µg/kg TS	0.1	<0.1	<0.1			

Summe PFAS Feststoff							
Summe PFAS nicht gewichtet (BAFU9)	µg/kg TS	0.1	3.6	<0.1			
Summe PFAS nicht gewichtet (BAFU16)	µg/kg TS	0.1	3.6	<0.1			