

Gemeinden
Heimberg,
Steffisburg

Tiefbauamt
des Kantons Bern
Oberingenieurkreis I

Beilage 5.1

Gewässer	Zulg	Gewässer-Nr.	548
Gemeinden	Heimberg, Steffisburg	Projekt-Nr.	1219
Erfüllungspflichtiger	Gemeinde Heimberg, Gemeinde Steffisburg		
Projekt vom	April 2021		
Revidiert			

Unterlage

UVB-Voruntersuchung inkl. Pflichtenheft

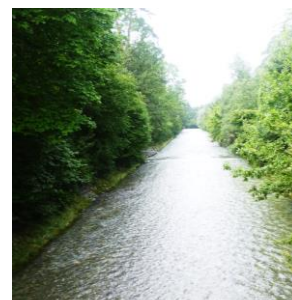
Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg Heimberg

VORPRÜFUNG

naturaqua PBK
Planung Beratung Kommunikation

Elisabethenstrasse 51 Tel. 031 335 25 25
CH-3014 Bern info@naturaqua.ch

Beilage Nr. 5.1



VORABZUG: UVB–Voruntersuchung inkl. Pflichtenheft

WBP Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg Heimberg

Bern, 29. Juli 2022

Auftraggeberin

Einwohnergemeinde Heimberg

AutorInnen

naturaqua PBK
Elisabethenstrasse 51
3014 Bern

Lukas Schär, Franziska Witschi, Petra Nobs, Kasper Ammann

Impuls AG Wald Land-
schaft Naturgefahren
Seestrasse 2
3600 Thun

Josias Mattli

Kellerhals + Haefeli AG
Kapellenstrasse 22
3011 Bern

Florian Hurni, Esther Theiler

Änderungsgeschichte

Version	Änderungen	Datum	Verteiler
1 Entwurf	Inhaltsverzeichnis, Vorlage	19.05.2021	Fachplaner
2 Version 0.9	Inhalte eingefügt	11.06.2021	Projektteam
3 Stand Vorprüfung	Aktualisierung	22.07.2022	Projektteam

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Ausgangslage	5
1.2	Auftrag	5
1.3	Projektperimeter	6
1.4	Angrenzende Projekte	6
2	Verfahren	7
2.1	UVP-Pflicht und massgebliches Verfahren	7
2.2	Mitwirkung, Stellungnahmen kantonale Fachstellen und BAFU	7
2.3	Allgemeine rechtliche Grundlagen und Projektunterlagen	7
3	Projektbeschreibung	8
3.1	Projektziele	8
3.2	Kurzbeschreibung des Vorhabens	9
3.3	Übereinstimmung mit der Raumplanung	10
4	Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt	17
4.1	Luftreinhaltung, Klimaschutz	17
4.2	Lärm	19
4.3	Erschütterungen	20
4.4	Nicht ionisierende Strahlung	21
4.5	Grundwasser	21
4.6	Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	24
4.7	Siedlungsentwässerung	29
4.8	Bodenschutz	30
4.9	Altlasten	32
4.10	Abfälle und umweltgefährdende Stoffe	34
4.11	Umweltgefährdende Organismen (Neophyten)	35
4.12	Störfall	37
4.13	Wald	39
4.14	Flora, Fauna, Lebensräume	44
4.15	Landschaft und Ortsbild	55
4.16	Kulturdenkmäler	58
5	Relevanzmatrix	59
6	Massnahmentabelle	60
7	Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung	63
8	Literaturverzeichnis	67

Anhang

Anhang 1.3.-1	Zonenplan Heimberg
Anhang 1.3.-2	Schutzzonenplan Heimberg
Anhang 4.5.-1	Grundwasserkarte
Anhang 4.5.-2	Kellerhals + Haefeli AG: Längsvernetzung Zulg, Heimberg, Abklärungen zu Baugrund, Hydrogeologie und Altlasten
Anhang 4.8.-1	Bohrprofil Pfeiler des Autobahnzubringer-Viadukt: RB400
Anhang 4.8.-2	Kellerhals + Haefeli AG: Situationsplan Sondierungen Zulg Längsvernetzung, 2020
Anhang 4.9.-1	Kellerhals+Haefeli AG: Deponie Auwald, Historische und Technische Untersuchung, Tiefbauamt des Kantons Bern Oberingenieurkreis II, Bericht Nr. 08046B14421, 11. Mai 2012
Anhang 4.14.-1	Lebensraumbilanzierung Zulgdelta - Ist-Zustand (2020)
Anhang 4.14.-2	Zulg: Bestandesaufnahme Reptilien, Aktualisierung gegenüber Stand aarewasser (2020)

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Zulg mündet heutzutage über zwei Schwellen in die Aare. Die Überfallhöhen dieser Schwellen betragen ca. 2.4 m (untere Schwelle) resp. 2.6 (obere Schwelle), so dass diese Schwellen unüberwindbare Fischwanderungshindernisse darstellen. Nach Bundesgesetz vom 21. Juni 1991 über die Fischerei (Art. 9, Abs. 1, b und Art. 10) sind diese Schwellen zu sanieren, um eine freie Fischwanderung und einen selbsttätigen Geschiebebetrieb bis in die Aare sicherzustellen. Dabei darf die Hochwassersicherheit nicht verschlechtert werden.

Diese Schwellen schützen den Mischwasserkanal zwischen den Gemeinden Thun und Steffisburg zur ARA Thunersee. Ein Umbau dieser Schwellen kann nur realisiert werden, wenn die Funktionsfähigkeit des Mischwasserkanals weiterhin gewährleistet ist.

Nach der Abschreibung des Projekts aarewasser durch den Kanton im Jahr 2016 und Aufteilung des Gesamtprojekts in Einzelprojekte ging die Verantwortung für die Längsvernetzung der Zulg an die Gemeinden Steffisburg und Heimberg über. Das Vorhaben, die Zulg bis ins Eriz fischgängig zu machen, teilten die Gemeinden untereinander auf. Heimberg ist zuständig für das vorliegende Projekt zwischen Bernstrasse und Zulgmündung in die Aare.

1.2 Auftrag

Mit der Abschreibung des Projekts aarewasser ging die Sanierungspflicht zur Einwohnergemeinde Heimberg über. Als Grundlage für ein Variantenstudium im Zusammenhang mit dem Speicherkanal müssen die Randbedingungen des Wasserbauprojektes bekannt sein bzw. iterativ angepasst werden. Deshalb soll ein Vorprojekt entworfen und anschliessend das Variantenstudium des Mischwasserkanals begleitet bzw. nach Abschluss ein Mitwirkungsprojekt erarbeitet werden.

Naturaqua PBK ist von der Bauherrenunterstützung angefragt worden, die Leistungen für den Fachbereich Umwelt in der Vorprojektphase zu offerieren. Zusammen mit den Subplanern der Impuls AG, Thun (Fachbereich Wald) sowie Kellerhals + Häfeli (Fachbereiche Altlasten und Grundwasser) erarbeitet naturaqua PBK die UVB Voruntersuchung inkl. Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung.

1.3 Projektperimeter

Obere Grenze: Distanz, ca. (km) 1.030

Koordinaten LV95 2'613'620, 1'180'350

Gemeinde: Steffisburg

Untere Grenze: Distanz, ca. (km) 0.000

Koordinaten LV95 2'612'595, 1'180'350

Gemeinde: Heimberg

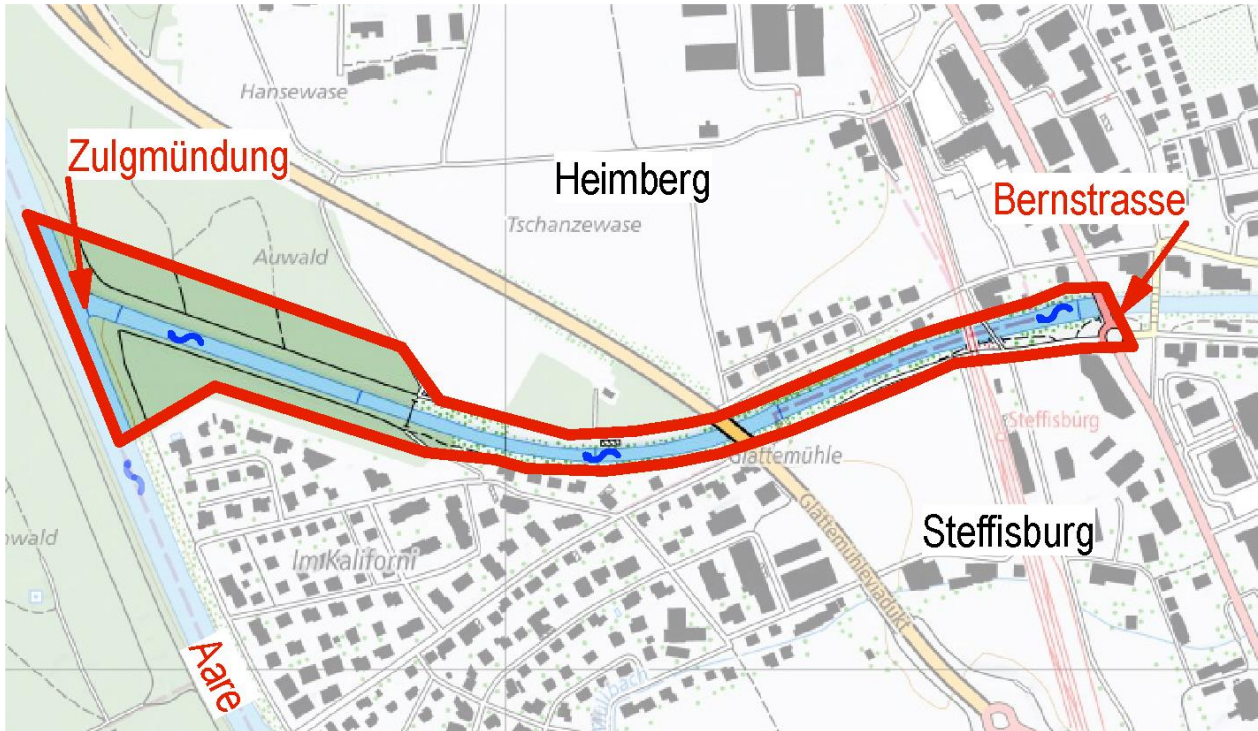


Abbildung 1: Projektperimeter (rot umrandet) zwischen der Zulgmündung und der Brücke Bernstrasse

1.4 Angrenzende Projekte

- Verlegung des Mischwasserkanals Thun-ARA Thunersee
- HWS und Längsvernetzung Steffisburg
- WBP Aare Thun Nord
- Sanierung Holzbrücke alte Bernstrasse

2 Verfahren

2.1 UVP-Pflicht und massgebliches Verfahren

Gemäss der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) des Bundes unterliegen wasserbauliche Massnahmen wie Verbauungen, Eindämmungen, Korrekturen, Geschiebe- und Hochwasserrückhalteanlagen, mit einem Kostenvoranschlag von mehr als 10 Millionen Franken (Art. 1 und Anhang 30.2 UVPV), der UVP. Der Kostenvoranschlag vom 08.07.2021 für den WBP Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulug inkl. Neubau des Kalistegs und der projektbedingten Anpassung der ARA-Leitung weist Kosten von rund 30.65 Mio CHF aus, das Vorhaben ist somit UVP-pflichtig. Es muss ein Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) erstellt werden, wobei die Erarbeitung grundsätzlich in zwei Schritten erfolgt:

1. Voruntersuchung mit Untersuchungsprogramm (Pflichtenheft) im Rahmen des Vorprojekts
2. Hauptuntersuchung im Rahmen des Auflageprojekts.

Die Gesamtbeurteilung der Umweltverträglichkeit nach Artikel 13 Absatz 3 und 4 UVPV erfolgt durch das Amt für Umweltkoordination und Energie (AUE).

Bereits im Rahmen des Projekts aarewasser wurden die Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt bis auf Stufe Bauprojekt untersucht, in einem UVB beschrieben und - als Gesamtprojekt aarewasser – positiv beurteilt. Im UVB zum WBP Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulug gilt es, diese Erkenntnisse an die neuen Rahmenbedingungen anzupassen und allenfalls zu ergänzen.

Im Rahmen der Projektierungsschritte wird der Umweltverträglichkeitsbericht stufengerecht erstellt (Vor- und Hauptuntersuchung). Die Hauptuntersuchung zur UVP basiert auf dem Bauprojekt und wird mit den übrigen Gesuchsunterlagen öffentlich aufgelegt werden.

2.2 Mitwirkung, Stellungnahmen kantonale Fachstellen und BAFU

Das BAFU, die kantonalen Fachstellen und Gemeinden sowie die verschiedenen vom Wasserbauplan betroffenen Akteursgruppen wurden ab dem ersten Variantenstudium über einen Fachausschuss bzw. Begleitgruppensitzungen in die Projektierung eingebunden.

Die öffentliche Mitwirkung wurde nach Vorliegen des Vorprojekts aufgelegt und im Februar 2022 abgeschlossen.

2.3 Allgemeine rechtliche Grundlagen und Projektunterlagen

- Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983
- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 01. Juli 1966
- Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991
- Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) vom 19. Oktober 1988
- Bundesamt für Umwelt 2009: UVP-Handbuch. Richtlinie des Bundes für die Umweltverträglichkeitsprüfung. Umwelt-Vollzug Nr. 0923, Bern
- Kantonaler Wasserbauplan „Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun-Bern“ – «aarewasser»
- Fachordner Wasserbau, Tiefbauamt des Kantons Bern (revidiert 2017)

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

3 Projektbeschreibung

3.1 Projektziele

An den Hauptzielen, die für das Aarewasser definiert wurden, soll auch beim WBP Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulug festgehalten werden.

Längsvernetzung für aquatische Organismen schaffen

Die Zulug ist im Projektperimeter zwischen der Brücke Bernstrasse und der Mündung in die Aare grossteils hart verbaut und weist nur wenige Qualitäten im Uferbereich auf. Im Mündungsbereich soll die Gestaltung des Gewässerraumes und des Auenlebensraumes naturnaher werden, entsprechend der Anforderung von Art. 37 Abs. 2 GSchG. In diesem Bereich stellen der Erhalt und die Förderung der Reptilienpopulationen, insbesondere der Schlingnatter, ein wichtiges Ziel dar. Zwischen der Zulug und der Aare sollen mit dem Projekt lichte Auenwald-Stellen, insbesondere als Lebensraum für die Reptilien, geschaffen werden.

Der Aufstieg für aquatische Lebewesen in die Zulug soll durch das Projekt ermöglicht werden (Längsvernetzung). Das Längsprofil wird gemäss gängigen Standards für Bachforellen optimiert (Strukturierte Blockrampen, Niederwassergerinne mit max. 5% Gefälle). Durch die Verbindung der Gewässerlebensräume Aare und Zulug mit einem vielfältig strukturierten Mündungsbereich werden sowohl Laichplätze für Kieslaicher wie auch Jungfischhabitate geschaffen. Im Gewässer soll mehr Struktur geschaffen werden, wenn möglich mit In-Stream Massnahmen (Totholz, Wurzelstöcke, Struktursteine).

Hochwasserschutz

Der Hochwasserschutz im Bereich der Zulugmündung bzw. im Abschnitt zwischen der Brücke Bernstrasse und dem Kalisteg ist hydrologisch massgeblich abhängig von der Dimensionierung der Wasserbauten (insbesondere der Niederwasserabfluss Q347) nach Realisierung des Wasserbauplans Hochwasserschutz Zulug Steffisburg.

Sicherung der Trinkwasserreserven

Der anhaltenden Sohlenerosion in der Aare und der damit einhergehenden problematischen Grundwasserabsenkung wird mit verschiedenen Flussaufweitungsprojekten an der Aare zwischen Thun und Bern entgegengewirkt. Durch die Aufweitung des Mündungsbereichs der Zulug wird also das Ziel verfolgt – neben der ökologischen Aufwertung –, die Sohlenlage der Aare zu stabilisieren und den Geschiebehaushalt in ein Gleichgewicht zu bringen.

Attraktives Naherholungsgebiet erhalten

Der bestehende Grillplatz am Zulugspitz soll zurückgebaut und verschoben wieder aufgebaut werden. Mit dem WBP Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulug wird die Zulugmündung als Naherholungsgebiet aufgewertet. Durch die Schaffung von Flachufern wird der Gewässerraum zugänglicher und deshalb attraktiver. Der Ausbaustandard der bestehenden Aarewege wird erhalten, die Wege werden entlang des neuen Verlaufs des Gewässerraums wieder aufgebaut.

3.2 Kurzbeschreibung des Vorhabens

Im Rahmen des WBP Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg wird die Zulg von der Mündung in die Aare (Gemeinde Heimberg) bis zur Brücke Bernstrasse (Gemeinde Steffisburg) ökologisch aufgewertet und hochwassersicher ausgebaut. Es gibt mehrere Kernelemente des Vorhabens, wobei das Hauptziel, die Zulg fischgängig zu machen, im Vordergrund steht.

Der Mündungsbereich der Zulg wird aufgeweitet, der Gewässerraum wird sich bei der Mündung in der Breite um ca. das dreifache vergrössern. Durch die Aufweitung des Mündungsbereichs werden künftig eigendynamische Prozesse – vor allem im Bereich rund um die geplanten Mittelinseln – ermöglicht und der Geschiebehaushalt verbessert. Um die Längsvernetzung zu ermöglichen, muss die Sohle im Gewässerraum oberhalb der heutigen Mündung abgesenkt und deswegen wiederum die Mischkanalleitung zwischen den Gemeinden Thun und Steffisburg in Richtung der ARA durch ein Düker-Bauwerk in die Tiefe abgesenkt werden. Dieses Vorhaben ist nicht Bestandteil des WBP Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg, aufgrund der vielen Abhängigkeiten aber für die Umsetzbarkeit des Projekts von grosser Bedeutung.

Damit das Gefälle zwischen der Mündung und der Brücke Bernstrasse überwunden werden kann, ist zwischen der Brücke Bernstrasse und der Mündung der Einbau von zwei (oberes und unteres) Traversensystemen vorgesehen. Im Abschnitt oberhalb des Kalistegs sind keine Aufweitungen möglich. Damit die grosse Höhendifferenz bis zur Mündung ohne die Schwellen überwunden werden und der Hochwasserschutz gewährleistet werden kann, sind technische Massnahmen wie die Traversensysteme und die Raubettbereiche notwendig.

Aufgrund der Aufweitung im Mündungsbereich und der Neuverbauung der Ufer sowie der Sohlenabsenkung wird der bestehende Kalisteg zurückgebaut und durch eine neue Fussgängerbrücke ersetzt. Sowohl nördlich als auch südlich des künftigen Gewässerraums der Zulg werden die bestehenden Fusswege zum Teil (Süden) oder weitgehend (Norden) zurückgebaut und entlang dem neuen Gewässerverlauf wieder neu erstellt.

3.2.1 Etappierung

Die Etappierung ist im Projekt noch nicht festgelegt und wird während den nächsten Projektschritten erarbeitet.

3.2.2 Erschliessung, Verkehrsführung

Die Zufahrt zu den Baustellen und die Verkehrsführung sind Themen, die in späteren Planungsschritten vertieft werden. Der aktuelle Planungsstand lässt noch keine konkreten Aussagen zum Verkehr zu.

3.3 Übereinstimmung mit der Raumplanung

3.3.1 Eidgenössische Sachpläne, Schutzgebiete und Planungshilfen

Das Projekt weist keinen direkten Bezug zu eidgenössischen Sachplänen und Planungshilfen auf. Im Projektperimeter bestehen keine nationalen Schutzgebiete oder Inventare.

Sachplan Fruchtfolgeflächen

Im Projektperimeter befinden sich Kulturlandflächen mit und ohne Fruchtfolgequalität.

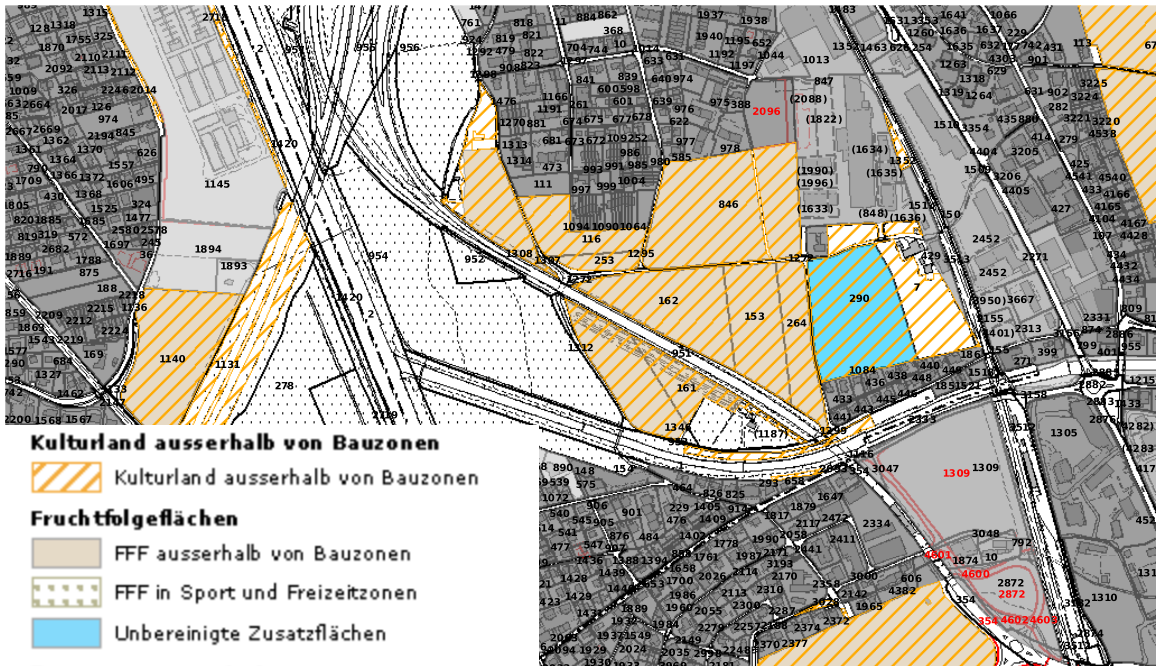


Abbildung 2: Ausschnitt Hinweise Kulturland, Stand 2019 (Geoportal Kanton Bern)

3.3.2 Kantonale Sach- und Richtplanung, kantonale Schutzgebiete

Im kantonalen Richtplaninformationssystem (öffentlich-rechtliche Eigentumsbeschränkungen – ÖREB) ist für den rechtsseitig entlang der Aare ein belasteter Standort eingezeichnet (Ablagerungsstandort Nr. 09280073, Deponie Auenwald). Das deponierte Material besteht laut Geoportal aus Aushubmaterial, Bauschutt und Siedlungsabfällen. Im Landschaftsrichtplan des Entwicklungsraums Thun (1. Oktober 2019) sind die Gewässerlandschaften bezeichnet. Schutzgebiete sind in diesem Bereich keine betroffen.

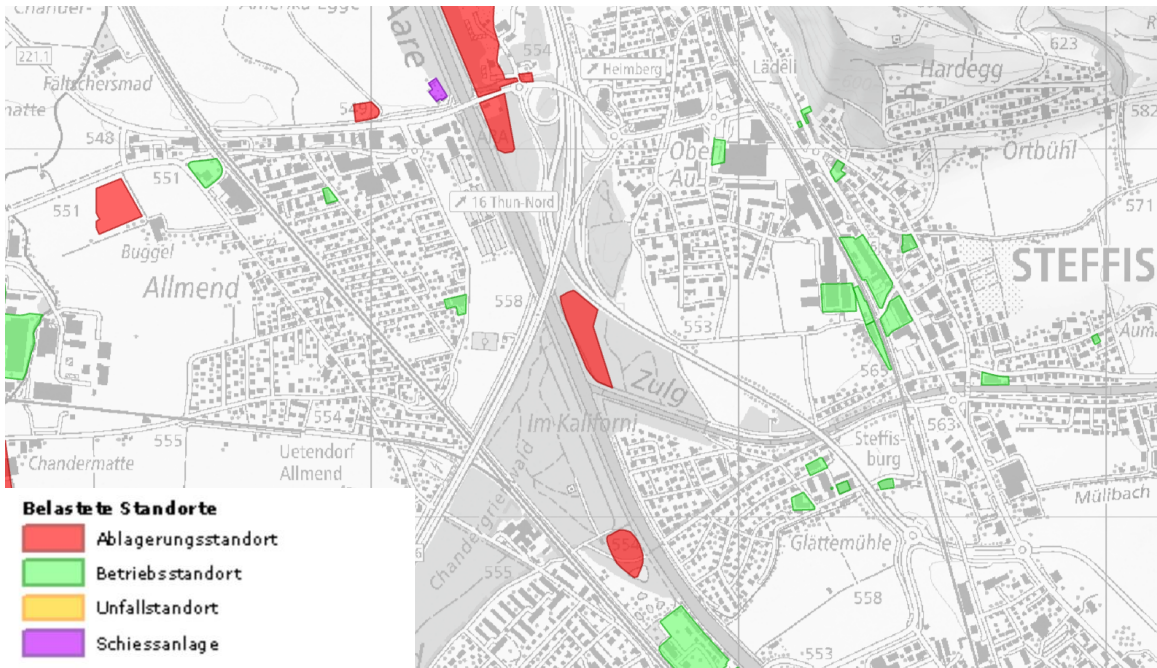


Abbildung 3: Ausschnitt kantonaler Kataster der belasteten Standorte (Geoportal Kanton Bern)

Naturefahren

Das Gebiet liegt gemäss der aktuellen Gefahrenkarte in einem Gefährdungsbereich, der als gering eingestuft ist. Der braun gefärbte Bereich enthält, weil ausserhalb des Siedlungsgebiets gelegen, lediglich Gefahrenhinweise. Die Gefahrenhinweise geben keine Auskunft über die Eintretenswahrscheinlichkeit und Intensität möglicher Ereignisse; die Gefährdungsstufe ist somit nicht bestimmt.

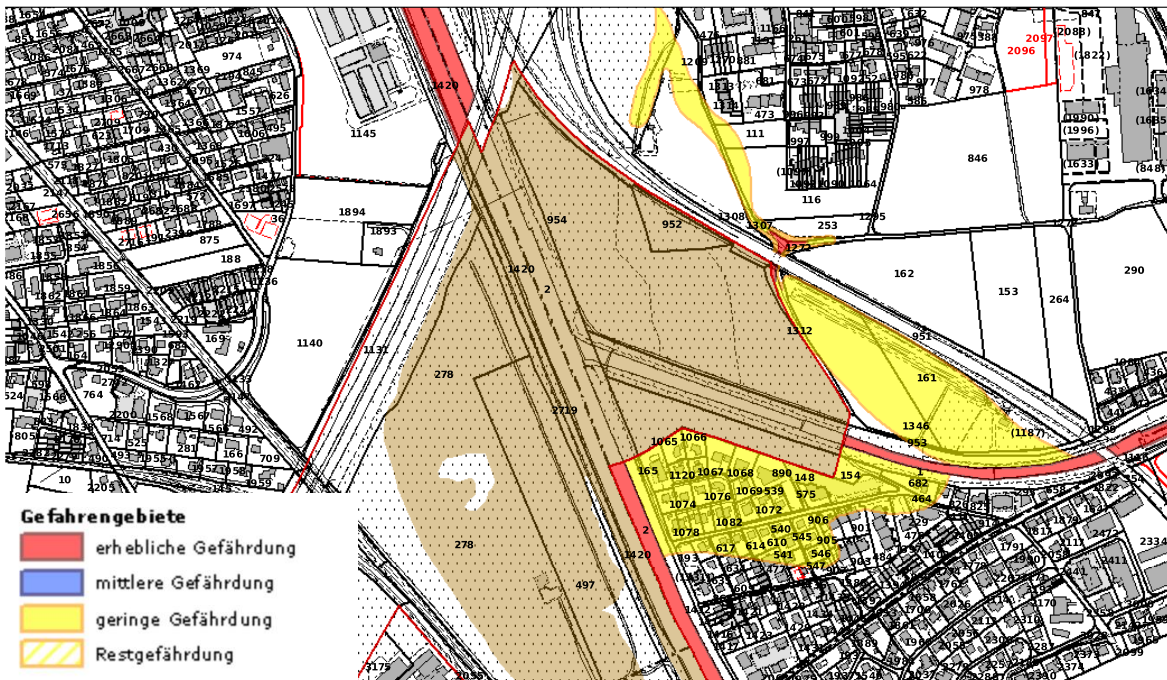


Abbildung 4: Ausschnitt kantonale Gefahrenkarte (Geoportal Kanton Bern)

Gewässer- und Grundwasserschutz

Das Delta liegt vollständig im Gewässerschutzbereich Au. Zu diesem Bereich gehören sämtliche Grundwasserleiter mit nutzbarem Grundwasser. Der Gewässerschutzbereich Au ist als Instrument des

flächendeckenden, ressourcenorientierten Grundwasserschutzes gleichermaßen auf den quantitativen wie auf den qualitativen Grundwasserschutz ausgerichtet. Er umfasst die nutzbaren unterirdischen Gewässer sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete.

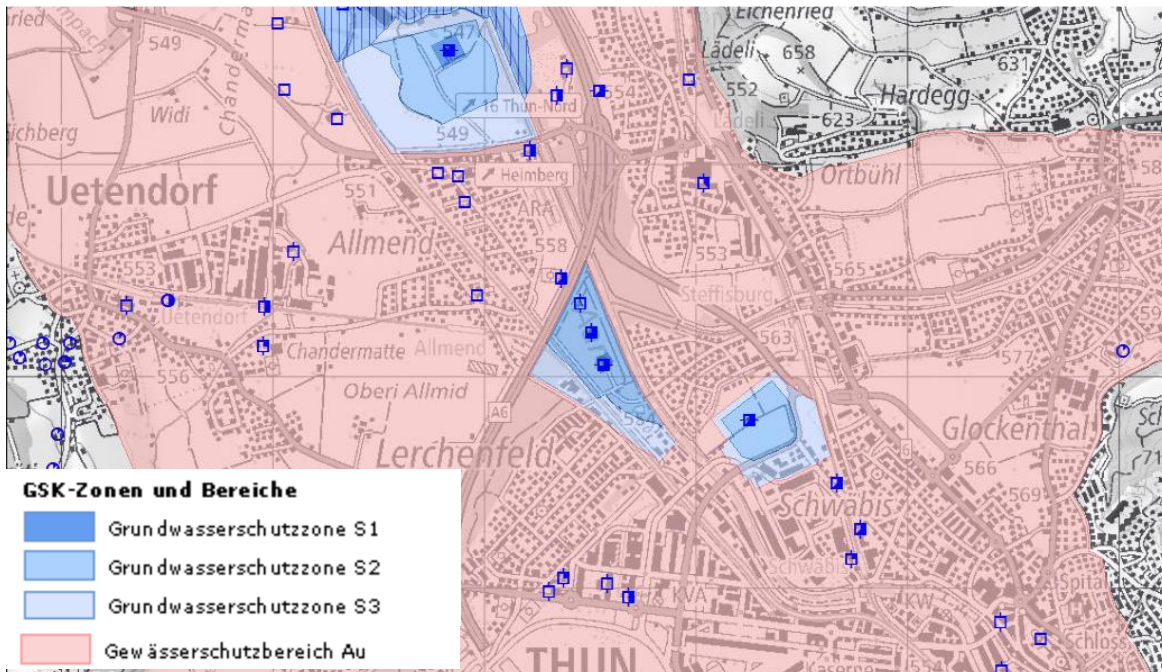


Abbildung 5: Ausschnitt Gewässerschutzkarte (Geoportal Kanton Bern)

Schutzwaldhinweiskarte

Der Bereich der Zulgmündung ist beidseitig als Gerinneschutzwald ausgewiesen.

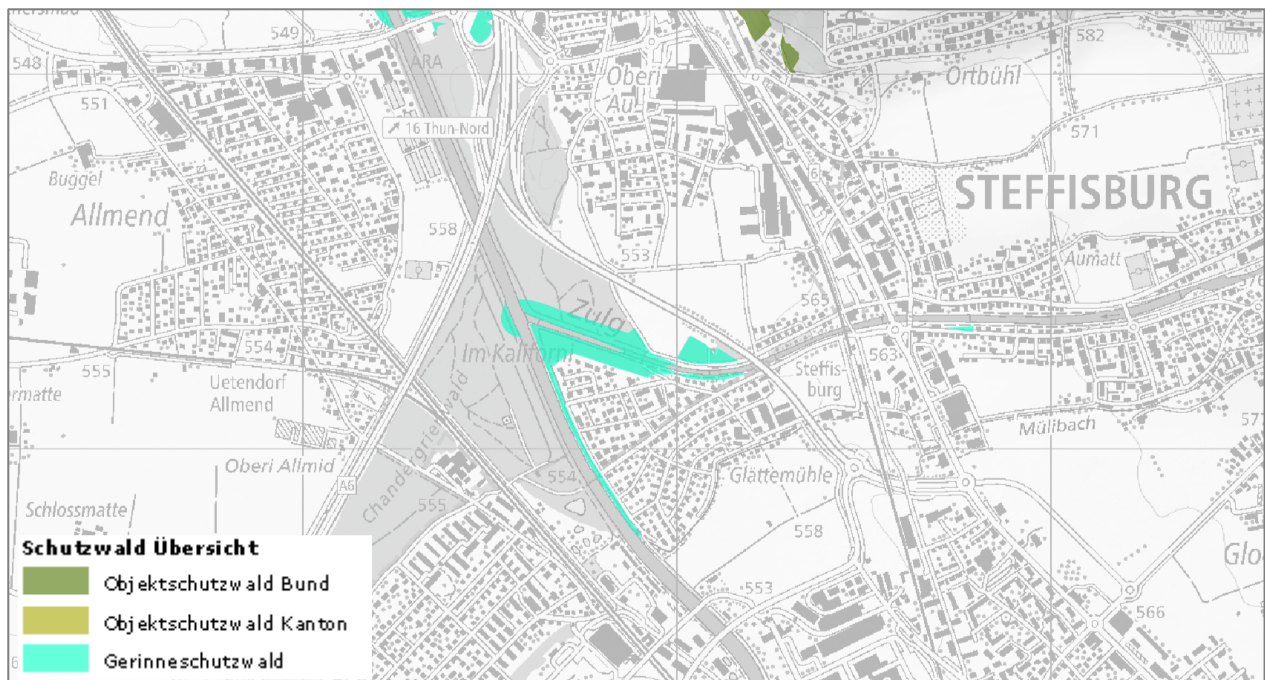


Abbildung 6: Ausschnitt kantonale Schutzwaldhinweiskarte (Geoportal Kanton Bern)

Regionales Waldnaturnaturinventar

Die Zulgmündung selbst ist von keinem Waldnaturnaturinventar betroffen. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich das Objekt «Unterer Kandergrienwald».



Abbildung 7: Ausschnitt WNI

Kantonales Wildschutzgebiet

Die Zulgmündung befindet sich in den drei Wildräumen Belpberg, Kiesen und Niederhorn, enthält aber keine Wildschutzgebiete.



Abbildung 8: Ausschnitt kantonale Jagdkarte und Wildschutzgebiete (Geoportal Kanton Bern)

Amphibienlaichgebiete – Ortsfeste Objekte

Die Zulg-Mündung selbst überschneidet sich nicht mit einem Amphibienlaichgebiet. Auf der gegenüberliegenden Aareseite befindet sich das ortsfeste Amphibienlaichgebiet «Schintere Lerchenfeld».

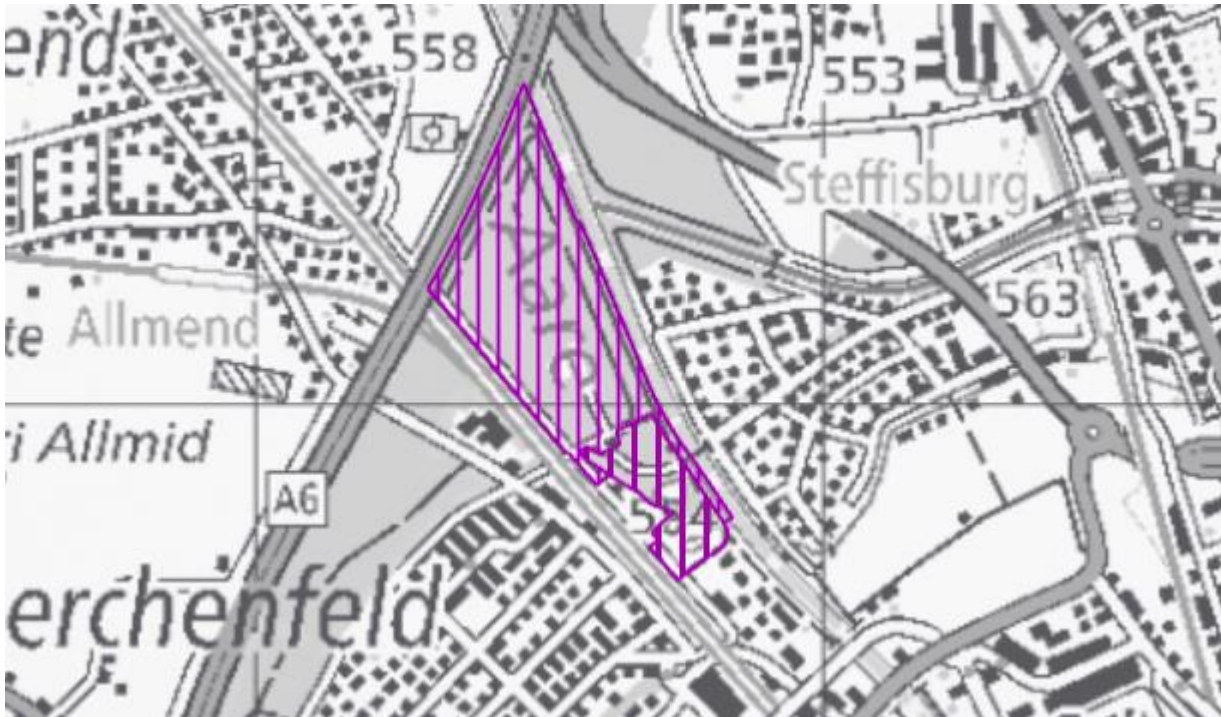


Abbildung 9: Amphibienlaichgebiet (ortsfeste Objekte) Schintere Lerchenfeld auf der gegenüberliegenden Aareseite (Geoportal Kanton Bern)

Potenzielles Biotop Auenlandschaft

Die Zulg-Mündung ist als potenzielle Auenlandschaft (ausserhalb des Bundesinventars) registriert.



Abbildung 10: Potenzielles Biotop Auenlandschaft. (Geoportal Kanton Bern)

3.3.3 Kommunale Planung

In der kommunalen Nutzungsplanung sind im Bereich der Mündung weder im Zonenplan noch im Schutzzonenplan spezielle Hinweise enthalten. Die Mündung befindet sich im Uferschutzplan, der auf die Vorschriften des See- und Uferschutzgesetzes (SFG) sowie die Uferschutzplanung der Gemeinde verweist. Es muss frühzeitig geprüft werden, was die Uferschutzplanung nach SFG und das entsprechende Realisierungsprogramm enthalten und vorgeben. Im Rahmen der Ausarbeitung des Bauprojekts ist zu klären, ob und im Bedarfsfalle wie (Inhalte und Verfahren) die Uferschutzplanung resp. das Realisierungsprogramm aufgrund des Wasserbauprojektes angepasst werden muss.

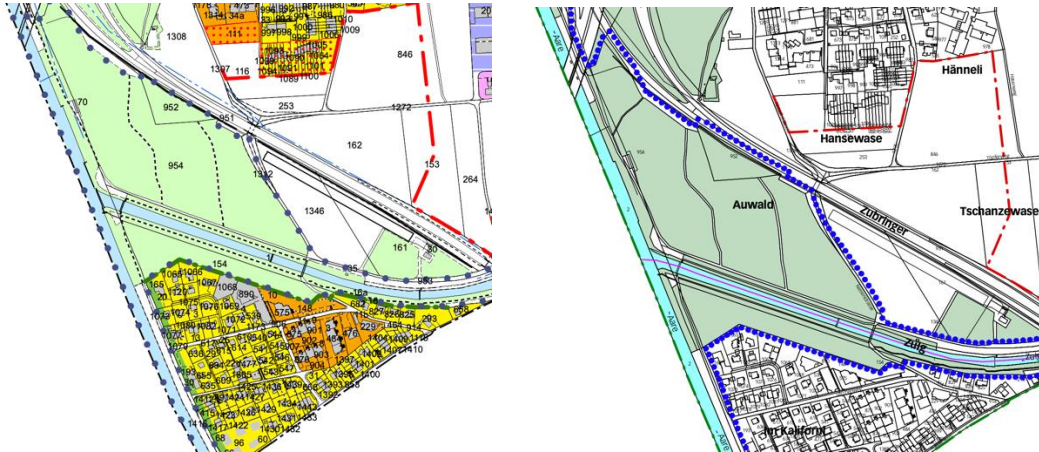


Abbildung 11: Ausschnitte aus dem Zonenplan und dem Schutzzonenplan der Gemeinde Heimberg

Gewässerräume

Die Umsetzung der gesetzlich geforderten Gewässerräume gemäss neuer Gewässerschutzgesetzgebung obliegt den Gemeinden im Rahmen der Ortsplanung und muss nicht mehr im Wasserbauplanverfahren planrechtlich gesichert werden. Die Herleitung des Gewässerraus erfolgt im Rahmen des Wasserbauprojektes, wird aber in der Ortsplanungsrevision planrechtlich gesichert werden.

3.3.4 Sonstige raumwirksame Planungen und Nutzungen

Langsamverkehr

Rund um die Mündung sind dicht am Gewässer Wanderwege auf chaussiertem Untergrund vorhanden, die direkt betroffen sind. Die Veloroute führt an der östlichen Perimetergrenze vorbei.



Abbildung 12: Ausschnitt aus map.geo.admin.ch: orange Wanderwege; blau Veloroute

3.3.5 Schlussfolgerungen für das Projekt

Das Projekt steht grundsätzlich gut im Einklang mit den bestehenden raumplanerischen Vorgaben.

Zu prüfen ist die Fläche mit dem belasteten Standort und der Umgang mit dem Gerinneschutzwald, wenn das Gerinne sich entsprechend dem Projekt verändert. Die Wegführung der Wanderwege muss im Projekt mitberücksichtigt und die Anforderungen der Berner Wanderwege beachtet werden.

4 Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt

4.1 Luftreinhaltung, Klimaschutz

4.1.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.1.2 Ausgangszustand

Die Karten zur Luftqualität (Stand 2015) zeigen, dass im Ausgangszustand im Untersuchungsraum um die Zulg-Mündung keine flächige Überschreitung der Jahresmittelwerte beim Stickstoffdioxid NO_2 ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und beim Feinstaub PM_{10} ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zu erwarten sind. An Strassen mit viel Verkehr kommt es regelmässig zu Überschreitungen des Grenzwertes für die Stickstoffdioxid-Belastung. 2020 waren die Werte im Vergleich zum 5-Jahresschnitt tiefer. Mögliche Gründe für den Rückgang könnten der milde Winter, die Corona-Massnahmen oder aber verbesserte Motoren sein. Durch die Aufhebung der Corona-bedingten Massnahmen ist daher ein erneuter Anstieg nicht auszuschliessen. Im 5-Jahresschnitt hat die Feinstaubbelastung an allen Messstationen (innerhalb Kartenperimeter) abgenommen. Die Ozonbelastung ist hingegen seit Jahrzehnten zu hoch – der Grenzwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird nach wie vor jedes Jahr an deutlich zu vielen Stunden überschritten, auch innerhalb des Untersuchungsraums, was allerdings nicht durch Aktivitäten innerhalb des Perimeters verursacht werden dürfte.

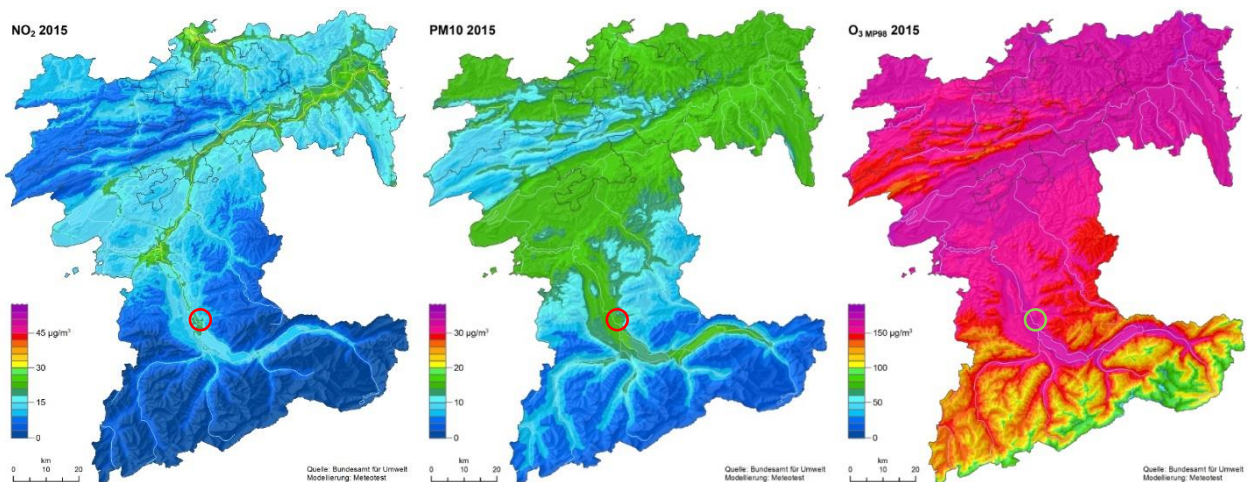


Abbildung 13: Stickstoffdioxid-, Feinstaub- und Ozonbelastung im Jahresmittel 2015 am Standort (Luftqualitaet.ch)

4.1.3 Projektauswirkungen

Bauphase

Während der Bauphase entstehen lokal zusätzliche Luftschadstoffbelastungen, einerseits durch die verschiedenen Baumaschinen, andererseits durch die notwendigen LKW-Anlieferungen und Abtransporte (Bauverkehr) entlang der Zufahrten. Weiter können die Bewegungen der Fahrzeuge und Geräte auf unbefestigten Pisten innerhalb des Perimeters oder auf verschmutzten Strassen zu Staubemissionen führen.

Die BAFU-Vollzugshilfen «Baurichtlinie Luft» [16] und «Luftreinhaltung bei Bautransporten» [17] bilden die Grundlage für die Beurteilung und für gezielte Massnahmen zur Reduktion der Luftschadstoffe während der Bauphase.

Die Baustelle liegt in einem Agglomerationsgebiet und ist infolge der Fläche der Baustelle (>4'000 m²), der Dauer (>1 Jahr) sowie der umgeschlagenen Kubaturen (>10'000 m³) der Massnahmenstufe B gemäss der «Baurichtlinie Luft» [16] zuzuordnen. Das heisst, es sind nebst Basismassnahmen («gute Baustellenpraxis») spezifische Massnahmen auf den Baustellen umzusetzen und im Rahmen der Ausschreibung einzufordern.

Wenn kleine Quartierstrassen gemieden werden, trägt der Bauverkehr voraussichtlich nur in geringem Masse zu den Immissionen entlang der Strassen bei, dann dürfte sich die Zusatz-Belastung für empfindliche Gebiete im Rahmen halten. Genauere Angaben bezüglich Kubaturen, Anzahl Transporte und Transportwegen können erst im nächsten Planungsschritt gemacht werden.

Betriebsphase

Nicht relevant. Nach Abschluss der Bautätigkeiten sind keine relevanten Luftschadstoffemissionen mehr zu erwarten.

4.1.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht folgende Massnahmen vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Luft-01	Abschätzen und Beurteilen der Emissionen der erforderlichen Bautransporte auf dem öffentlichen Strassennetz (exkl. baustelleninterne Transporte)	Planer, Baufirmen	Ausführungsplanung

4.1.5 Beurteilung

Die Massnahmen zum Schutz der Umwelt müssen in der Hauptuntersuchung vertieft werden. Können die Zuständigen aufzeigen, wie die Massnahmen zur Luftreinhaltung während der Bauphase gemäss den BAFU-Vollzugshilfen «Baurichtlinie Luft» [15] und «Luftreinhaltung bei Bautransporten» [16] umgesetzt werden können, ist das Projekt als umweltverträglich zu beurteilen.

4.1.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Bauphase

- Aufzeigen von Massnahmen zur Reduktion der Luftschadstoffe gemäss «Luftreinhaltung bei Bautransporten» [16]
- Aufzeigen von Massnahmen zur Reduktion der Luftschadstoffe gemäss «Baustellenrichtlinie Luft» [15].
- Aufzeigen von Massnahmen, um Staubemissionen und die Verschmutzung von öffentlichen Strassen und Wegen soweit möglich zu vermeiden.
- Ausarbeiten des Pflichtenhefts für die UBB

Auf detaillierte Emissionsberechnungen wird verzichtet. Zum Zeitpunkt der Erarbeitung der Hauptuntersuchung werden die dazu nötigen Daten zu Art, Anzahl und Einsatzdauern der einzelnen Baumaschinen nicht im erforderlichen Detaillierungsgrad vorliegen.

Betriebsphase

Nicht relevant.

4.2 Lärm

4.2.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.2.2 Ausgangszustand

Die Autobahn A6, der Autobahnzubringer A6, die Bahnlinie sowie der Verkehrsknoten um den Kreisel Bernstrasse / Aarestrasse / Bahnhofstrasse in der Gemeinde Steffisburg sind die grössten Lärmquellen im näheren Umfeld des Projekts. Insbesondere der Autobahnzubringer A6 verursacht Strassenlärm, der im Untersuchungsraum die Erholungsnutzung und störungsempfindliche Tiere beeinflusst.

4.2.3 Projektauswirkungen

Bauphase

Bauarbeiten, lärmintensive Bauarbeiten und Bautransporte führen zu Lärmemissionen, welche als „Baulärm“ bezeichnet werden. Zur Beurteilung der Lärmbelastung durch Baulärm und zur Festlegung geeigneter Massnahmen wird die «Baulärm-Richtlinie» des BAFU [21] angewendet.

Betriebsphase

Nach Abschluss der Bauarbeiten hat das Projekt selbst keine lärmrelevanten Auswirkungen. Durch das Projekt wird der Weg auf der rechten Aareseite, zwischen Kalisteg und der Zulgmündung näher an den Autobahnzubringer der A6 hin verlegt. Dadurch wird die Lärmbelastung auf dem betroffenen Wegabschnitt und auf dem neuen Grillplatz geringfügig erhöht. Um diese Auswirkung zu minimieren, wurde die Aufweitung der Zulgmündung reduziert, ein lärmdämmender Waldstreifen bleibt bestehen. Eine Überschreitung von Immissionsgrenzwerten ist dabei nicht möglich, für die betroffenen Gebiete gibt es keine festgelegten Empfindlichkeitsstufen.

4.2.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht folgende Massnahmen vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Lärm-01	Umsetzen von angemessenen Massnahmen zur Emissionsbeschränkung im Baustellenbereich gemäss Baulärm-Richtlinie	Baufirmen, UBB	Bauphase
Lärm-02	Frühzeitige und Information der Anwohnerschaft über Transporte/Arbeitszeiten und -phasen etc.	Planer	Vor Beginn Bauphase

4.2.5 Beurteilung

Die Beurteilung der Umweltverträglichkeit hängt von der Umsetzung der Vorgaben gemäss der «Baulärm-Richtlinie» des BAFU [21] ab. Können die Massnahmen festgelegt und umgesetzt werden, wird das Projekt als umweltverträglich eingeschätzt.

4.2.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Bauphase

- Ausgehend von der Baulärm-Richtlinie des BAFU [21] werden den verschiedenen Baustellenabschnitten Massnahmenstufen zugewiesen und geeignete Massnahmen zur Reduktion bzw. Vermeidung von Lärmimmissionen festgelegt. Dazu gehören auch Installations- und Materialzwischendepots sowie die voraussichtlich benutzten Bautransportrouten.
- Pflichtenheft für die UBB erarbeiten.

Betriebsphase

Nicht relevant.

4.3 Erschütterungen

4.3.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.3.2 Ausgangszustand

Es liegen keine Hinweise vor, dass im erwähnten Untersuchungsperimeter heute wesentliche und störende Erschütterungsbelastungen vorhanden sind. Als mögliche geringfügige Emittenten kommen allenfalls Strassen mit viel Schwerverkehr infrage (z.B. die Autobahzubringer A6 und Autobahn A6) sowie der Schienenverkehr im Bereich der Bahnstrecke Thun - Konolfingen. Allenfalls können auch in unmittelbarer Umgebung der Widerlager der Brücken geringfügige Erschütterungsimmissionen auftreten.

4.3.3 Projektauswirkungen

Bauphase

Nach heutigem Kenntnisstand werden die vorgesehenen Bauarbeiten voraussichtlich zu kaum mess- und wahrnehmbaren Erschütterungsimmissionen führen. Sollten Baumethoden notwendig werden, welche im Nahbereich von Wohnhäusern oder erschütterungsempfindlichen Gebäuden Erschütterungen bewirken könnten (z.B. Spunden von Baugrubenabschlüssen im Wasserbereich), so sind erschütterungsarme Verfahren einzusetzen (Ein vibrieren statt Einschlagen von Spundwänden).

An erschütterungsempfindlichen Bauten in der Nähe (ev. ältere Wohnhäuser), sind vorgängig allenfalls auch Rissprotokolle aufzunehmen, damit eindeutig durch die Baumassnahmen entstandene Schäden an Bauten und Infrastruktur wieder behoben werden können.

Geringfügige Erschütterungen können grundsätzlich auch bei strassennahen Gebäuden entlang der vom Schwerverkehr benutzten Transportachsen auftreten. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diese im vorliegenden Fall unerheblich sind.

Betriebsphase

Nicht relevant. Nach Abschluss der Bautätigkeiten sind keine Erschütterungen zu erwarten.

4.3.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht weiterhin folgende Massnahmen vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Ers-01	Einsetzen von erschütterungsarmen Verfahren im Umfeld von erschütterungsempfindlichen Gebäuden	Baufirmen, Planung	Bauphase

4.3.5 Beurteilung

Die im Rahmen der Bauarbeiten möglicherweise auftretenden Erschütterungen sind im Nahbereich von empfindlichen Gebäuden einzuschränken. Unter der Voraussetzung, dass alle erschütterungsempfindlichen Gebäude im Bauperimeter vorgängig erfasst sind, ist das Projekt nach heutigem Wissensstand als umweltverträglich zu betrachten.

4.3.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Ausgangszustand

- Erfassen von allenfalls erschütterungsempfindlichen Gebäuden im Bauperimeter.

Bauphase

- Sofern im Einflussbereich von allfälligen erschütterungsintensiven Bauarbeiten erschütterungsempfindliche Bauten vorhanden sind, werden die bei diesen Bauarbeiten zu berücksichtigenden Vorschriften und Massnahmen aufgezeigt.
- Pflichtenheft für die Umweltbaubegleitung erarbeiten

Betriebsphase

Nicht relevant.

4.4 Nicht ionisierende Strahlung

4.4.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.4.2 Ausgangszustand

Im gesamten Projektperimeter sind keine relevanten Objekte vorhanden.

4.4.3 Projektauswirkungen

Es sind keine Projektauswirkungen bekannt.

4.4.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Es sind keine Massnahmen im Projekt vorgesehen.

4.4.5 Beurteilung

Der Fachbereich nicht ionisierende Strahlung ist vom Projekt nicht betroffen. Das Projekt ist als umweltverträglich einzustufen.

4.4.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Es sind keine weiteren Untersuchungen notwendig.

4.5 Grundwasser

4.5.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.5.2 Ausgangszustand

Der Untergrund innerhalb des Projektperimeters besteht aus Bachschuttablagerungen der Zulg und darunter befindlichen Aareschottern. Die Schotterablagerungen wirken als Grundwasserleiter. Das Grundwasser fliesst in etwa parallel zur Zulg in Richtung Aare. Die hydraulische Durchlässigkeit des anstehenden Materials wird im Bereich von 2×10^{-4} bis 2×10^{-3} m/s erwartet.

Der Grundwasserspiegel weist ein Gefälle von ca. 2 ‰ auf. Der Grundwasserspiegel liegt meist mehrere Meter unter der Zulgssole. Entsprechend herrschen ausser während extremem Grundwasserhochstand vollständig perkolative Infiltrationsverhältnisse der Zulg in den Untergrund. Allerdings scheint die Sole der Zulg zumindest im Mündungsbereich kolmatiert zu sein und gibt deshalb kaum Wasser ins Grundwasser ab. Nur unterhalb der letzten Schwelle der Zulg (ca. 30 m vor der Mündung) liegt der Grundwasserspiegel während extremen Hochstands oberhalb der Zulgssole. Da zu dieser Zeit in diesem Bereich auch ein deutlich erhöhter Zulgpegel vorliegen dürfte, dürfte auch dann keine Exfiltration von Grundwasser in die Zulg stattfinden.

Der Grundwasserspiegel kann in Zeiten extremer Verhältnisse (langanhaltende Niederschlagsperioden, Schneeschmelze, Trockenheit, etc.) um bis zu 2 m vom Mittelwasserstand ansteigen resp.

absinken. In direkter Nähe zur Aare ist zusätzlich mit einem erhöhten Einfluss des Aarewasserpegels auf den Grundwasserspiegel zu rechnen. Allein durch einen extremen Aarepegel ist in Folge starker Schneeschmelze (ohne Niederschlagseinfluss) mit einem Aufstau des Grundwassers im gesamten Projektperimeter zu rechnen.

Im Quartier "im Kaliforni" auf der linken Seite der Zulgmündung wird das Grundwasser in diversen Vertikalfilterbrunnen für den Betrieb von Grundwasserwärmepumpen-Anlagen genutzt.

4.5.3 Projektauswirkungen

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist neben einer neuen Linienführung der Zulg auch die Vertiefung der Sohle vorgesehen. Das Projekt kommt bei mittlerem Grundwasserspiegel bis ca. 100 m vor der Mündung in die Aare oberhalb des Grundwasserspiegels zu liegen.

Durch die Verbreiterung des Bachbettes sowie der neu erstellten, nicht kolmatierten Bachbettsohle im meist grobkörnigen, gut durchlässigen Schottermaterial ist gegenüber dem heutigen Zustand mit einer erhöhten Infiltrationsrate von Flusswasser ins Grundwasser zu rechnen. Da das Grundwasser im Bereich der Zulg vollständig mit dem mächtigen Grundwasservorkommen des Aaretals korrespondiert und das aus der Zulg infiltrierende Wasser im Grundwasserstrom des Aaretals abfließen kann, ist nicht mit einem nennenswerten Anstieg des Grundwasserspiegels durch die geplanten Projektmaßnahmen zu rechnen. Zudem befindet sich der Grundwasserspiegel einige Meter (ca. 6 bis 10 m) unter Terrain, womit ein möglicher Anstieg des Grundwasserspiegels von wenigen Zentimetern im Bereich der Zulg keinen Einfluss auf das Gelände oder bestehende Infrastrukturen haben sollte.

Bei Grundwasserhochstand muss damit gerechnet werden, dass die projektierte Sohletiefe ca. ab Kalisteg bis zur Aaremündung unter dem Grundwasserspiegel liegt. Entsprechend würde in dem Fall, dass die Zulg nur wenig Wasser führt respektive es keinen bedeutenden Rückstau an der Aare gibt, Grundwasser in die Zulg exfiltrieren. Da jedoch während extremer Grundwasserhochstände in der Zulg sowie der Aare tatsächlich ebenfalls deutlich erhöhte Pegel vorliegen, dürfte sich die Differenz Grundwasserspiegel – Zulgspegel bis hin zu einem Gleichgewicht stark relativieren.

Bei einem Niederwasserstand liegt die projektierte Zulgssole über dem Grundwasserspiegel und es kann keine Exfiltration von Grundwasser stattfinden. Mit den geplanten Projektmaßnahmen wird der Grundwasserspiegel bei Niederwasserstand deshalb gegenüber dem heutigen Zustand nicht verändert.

Im Bereich des Kalistegs liegt der Grundwasserspiegel stets unter der aktuellen Zulgssole. Die projektierte Sohle liegt in diesem Bereich bei hohen Grundwasserverhältnissen im Bereich des Grundwasserspiegels. Abhängig von der gewählten Foundation des neuen Kalisteges ergibt sich eine Beeinflussung des Grundwassers. Bei einer Foundation oberhalb des maximalen Grundwasserspiegels ist eine Beeinflussung durch diese Baumassnahme nicht gegeben. Bei einer Foundation unterhalb des maximalen Grundwasserspiegels ist eine Beeinflussung nicht auszuschliessen. In der Folge sind die Vorgaben des Merkblatts Bauten im Grundwasser und Grundwasserabsenkung des Amts für Wasser und Abfall (AWA) zu beachten.

Da das Projekt voraussichtlich nicht zu nennenswerten Veränderungen der hydrogeologischen Verhältnisse führen wird, ist auch nicht mit einer Beeinflussung der benachbarten Grundwasserfassungen der Wärmepumpen-Anlagen im Quartier "im Kaliforni" zu rechnen.

Durch die geplanten Massnahmen kommt es zu einer Verletzung der Filterschicht. Dadurch kann vorübergehend eine qualitative Beeinflussung des Grundwassers in ufernahen Bereichen entstehen (Trübung, Bakteriologie). Ein gewisses Risiko einer qualitativen Gefährdung besteht während der Bauzeit dadurch, dass wassergefährdende Flüssigkeiten von der Baustelle infolge Unachtsamkeit oder Unfall in den Untergrund bzw. in die Zulg und von dort ins Grundwasser gelangen könnten. Die von der Energie Thun AG genutzte Grundwasserfassung Lerchenfeld auf der Westseite der Aare liegt oberstromig der Zulgmündung und wird somit von den Projektmaßnahmen an der Zulg nicht beeinflusst.

4.5.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht weiterhin folgende Massnahmen vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Gw-01	Quantitatives Grundwassermonitoring im Projektbereich	Geologiebüro	ca. 1 Jahr vor bis 1 Jahr nach Projektausführung
Gw-02	Instruktion Baustellenpersonal	Bauleitung	Bauphase
Gw-03	Einhalten Gewässerschutzvorschriften auf der Baustelle	Baufirma	Bauphase
Gw-04	Tadelloser Zustand der Baumaschinen	Baufirma	Bauphase
Gw-05	Alarmkonzept	Bauleitung	Bauphase

4.5.5 Beurteilung

Die Auswirkungen aufs Grundwasser sind quantitativ als positiv zu bewerten. Das Grundwasser wird durch die Zulug verstärkt alimentiert. Durch die Verbreiterung der Zulgmündung kann längerfristig eine weitere Eintiefung des Aarebetts und damit ein generelles Absinken des Grundwasserspiegels vermieden werden.

Die verstärkte Infiltration kann evtl. in der Bauphase und in der Zeit danach bis zum Aufbau einer Kolmatierungsschicht zu leichten Veränderungen des Grundwasserchemismus führen. Das Risiko eines potenziellen Schadstoffeintrags ins Grundwasser wird aufgrund der fehlenden Filterschicht in der Anfangsphase erhöht.

4.5.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Für die detaillierten Untersuchungen der geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse sollen weitere Sondierbohrungen mit Einbau von 2"-Piezometern ausgeführt werden. Von den ursprünglich vorgeschlagenen neun Sondierbohrungen wurden in der ersten Untersuchungsphase nur deren vier für den unteren Projektbereich ausgeführt. Insbesondere sollen die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse auch für den oberen Projektteil untersucht werden. Entgegen der ursprünglichen Projektversion wird der Kalisteg nun doch nicht weiter nach oben verschoben. Er wird gemäss aktuellem Projektstand am heutigen Standort neu erstellt. Die Baugrundverhältnisse müssen deshalb für die Planung der Fundation auf beiden Seiten der Zulug erneut mit Sondierbohrungen untersucht werden. Die Auswirkungen der Stegfundation auf das Grundwasser müssen beurteilt werden.

- Ausführung von weiteren Sondierbohrungen (ca. 5 bis 7 Stück) mit Einbau von 2"-Piezometerrohren für Abklärung geologisch-hydrogeologische Verhältnisse im oberen Projektbereich und beim Standort Kalisteg
- Grundwasserspiegelmessungen bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen
- Beurteilung Beeinflussung des Grundwassers durch Projekt der Hauptuntersuchung (Verbreiterung und Abtiefung der Zulug, Neubau Kalisteg)

4.6 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme

4.6.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.6.2 Ausgangszustand

Die Zulg ist ein mittelgrosser Bach der Alpennordflanke, an der Grenze zum Mittelland. Ihr Einzugsgebiet umfasst 90 km² und ihr Abflussregime kann als nivo-pluvial voralpin bezeichnet werden. Sie entspringt im montanen Bereich des Grünenbergpasses. Bevor sie ein stellenweise schluchtartiges Tobel passiert, fliesst sie zuerst an Innereriz und Eriz vorbei. Vor Steffisburg im Gebiet Zulgbode wird das Gefälle wieder flacher und das ursprüngliche Bachbett breiter. Heute ist die Zulg ab Beginn Siedlungsgebiet Steffisburg bis zu ihrer Mündung in die Aare stark verbaut. Die Längsvernetzung ist aufgrund einer Vielzahl hoher Schwellen unterbrochen. Ihre Wiederherstellung ist einer der Hauptgründe für das vorliegende Projekt.

Geschiebe

Die Zulg weist ein grosses Geschiebepotential auf und gilt als wichtigste Geschiebelieferantin der Aare im Abschnitt zwischen Thun und Bern. Weil die Aare in diesem Bereich ein Geschiebedefizit und somit Erosionstendenzen aufweist, ist die vollständige Passage des Zulg-Geschiebes ein erstrebenswertes Ziel. Das von ihr mitgeführte Material lagert sich jedoch teilweise oberhalb der Müllerschwelle ab. Dies erfordert kostenintensive und immer wiederkehrende Baggerungen. Dieses Defizit wird hauptsächlich durch die Absenkung der Müllerschwelle in einem Drittprojekt behoben.

Ökomorphologie

Wird die Ökomorphologie bis oberhalb Steffisburg noch mit überwiegend naturnah bis wenig beeinträchtigt angegeben, ändert sich dies ab hier. Die Ökomorphologie der Zulg ab Beginn des Siedlungsgebietes bis zu ihrer Mündung in die Aare ist über weite Strecken als stark beeinträchtigt oder naturfremd bezeichnet. Eine Ausnahme bildet eine als wenig beeinträchtigt eingestufte Strecke im Bereich des Oberstufenschulhauses von Steffisburg. Auf aktuellen Luftbildern sind jedoch keine massgeblichen Unterschiede bezüglich Ökomorphologie in diesem Teil verglichen mit ober- und unterhalb liegenden Flächen festzustellen. Deshalb muss diese Einordnung als nicht plausibel eingestuft werden. Gründe für die schlechte ökomorphologische Einstufung sind das kanalisierte Flussbett, die hart verbauten Ufer sowie die zahlreichen z.T. hohen Abstürze, welche eine Längsvernetzung für viele aquatische Organismen verhindern.

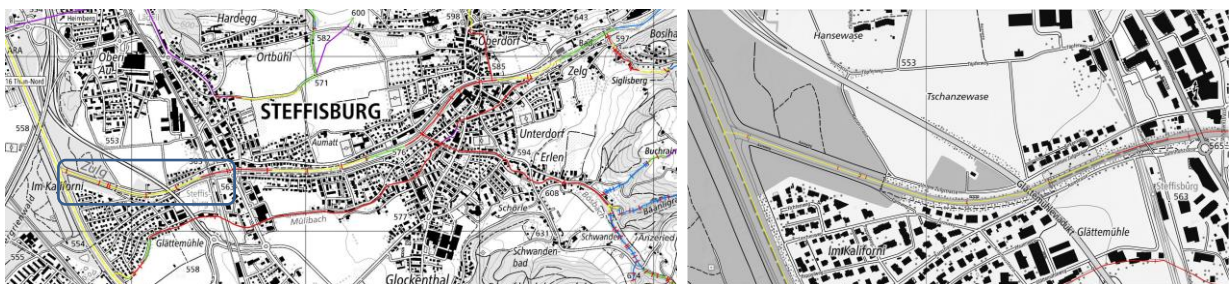


Abbildung 14: Ökomorphologie der Zulg ab Beginn Siedlungsgebiet Steffisburg bis zur Mündung und im Projektperimeter. Blau: natürlich/naturnah, grün: wenig beeinträchtigt, gelb: stark beeinträchtigt, rot: naturfremd/künstlich. Rote Balken: Abstürze. Blaue Umrandung: Projektperimeter

Fische

Die Zulg liegt bis oberhalb des Siedlungsgebietes von Steffisburg in der oberen Forellenregion. Dort kann auch das Habitatangebot für Fische als gut bezeichnet werden. Im unteren Teil bis zur Mündung ist die Zulg der unteren Forellenregion zuzuordnen. Im Projektperimeter ist das Habitatangebot für

Fische sehr beschränkt. Im stark verbauten und monotonen Gerinne fehlt es an Unterständen und Laichhabitaten. Das Nährtierangebot ist ausreichend für einen standortgemässen Fischbestand.

Nachgewiesene Arten sind gemäss einer Datenabfrage beim CSCF die als potenziell gefährdet gelten Forellen (*Salmo trutta*) und Groppen (*Cottus gobio*) sowie die nicht einheimische Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*). Diese Tiere stammen vermutlich aus Speisefisch-Zuchten. Die Daten stammen allerdings aus dem Jahr 1998. Gemäss der Fischfangstatistik wurden im Patentgewässer Zulg im Jahr 2020 neben 339 Forellen und einer Regenbogenforelle auch zwei Barben (*Barbus barbus*) gefangen. Dies erstaunt, ist doch diese Art in grossen, tiefen und langsamer fliessenden Gewässern wie der Aare heimisch. Eine natürliche Besiedlung, welche die Überwindung der Abstürze im Mündungsbereich erfordert hätte, kann ausgeschlossen werden. Besatz findet in der Zulg offiziell nur mit Forellen statt; 2020 wurden 12'070 Vorsommerlinge besetzt (Quelle Fischfangstatistik).

Die als stark gefährdet geltenden Äschen kommen bis heute nicht in der Zulg vor. Sie leben jedoch in deren Mündungsgebiet in der Aare. Es ist davon auszugehen, dass diese sehr temperatursensible Fischart die Zulg insbesondere in heissen Sommern als Rückzugsgebiet nutzen wird.

Gewässerqualität, Kieselalgen und Makrozoobenthos

Das Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern hat während den letzten 30 Jahren etwa alle 10 Jahre die Gewässerqualität sowie das Vorkommen und die Häufigkeit von Kieselalgen und Makrozoobenthos eruieren lassen. Kieselalgen sind ein- oder wenigzellige Algen, welche eine Hülle aus Siliziumdioxid bilden. Das Makrozoobenthos setzt sich zusammen aus aquatischen Insektenlarven, Egel, Würmern, Milben, Schnecken und Krebsen. Die Zusammensetzung der Gemeinschaften von Kieselalgen und dem Makrozoobenthos kann als Indikator für die Wasserqualität eines Gewässers dienen. In der Zulg erfüllten über die Jahre alle Parameter die rechtlichen Anforderungen. Rote Liste Arten konnten jedoch keine nachgewiesen werden.

Basierend auf diesen Daten erfolgte die Beurteilung des Ausgangszustandes. Dafür wurde für den Lebensraum Zulg die Methode BESB_{FG} (Beurteilung von Eingriffen in schützenswerte Biotop – Methodenergänzung Fließgewässer, Entwurf, Stand 07.07.2020) verwendet. Die Zulg wurde dafür in drei Unterabschnitte gegliedert.

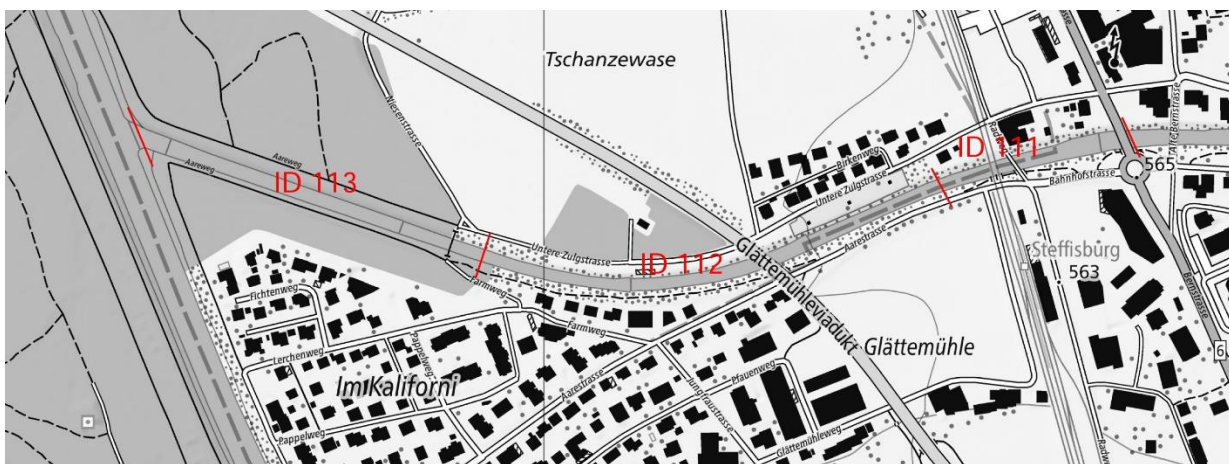


Abbildung 15: Unterabschnitte des Projektperimeters für die Beurteilung des Ausgangszustandes. © map.geo.admin.ch

Es wurden jeweils die drei Kriterien «Biodiversität» (K3), «Morphologie & Habitate» (K4) und «Abfluss & Geschiebe» (K5) bewertet. Jedem Kriterium wurde eine Wertestufe von 0–5 zugeordnet, wobei das Kriterium 4 methodengemäss doppelt gewichtet wurde. Jeder Stufe zugeordnet ist eine gewisse Anzahl von Punkten, welche aufsummiert den Biotopwert ergeben (siehe Tabelle 2). Je höher dieser ist,

desto besser ist der Zustand des Gewässers aus Sicht der Gewässerökologie (Minimalwert = 0, Maximalwert = 64).

Tabelle 1: Grundlagen-Tabelle mit Angabe der Punktezahl pro Stufe und Kriterium.

	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Punkte Kriterium 3 «Biodiversität»	0	1	2	4	8	16
Kriterium 4 «Morphologie & Habitate»	0	2	4	8	16	32
Kriterium 5 «Abfluss & Geschiebe»	0	1	2	4	8	16

Tabelle 2: Resultate der Bewertung des Ausgangszustandes pro Kriterium und Abschnitt

Abschnitt	Fischregion	Kriterium 3	Kriterium 4	Kriterium 5	Biotopwert
Oberster Abschnitt	Untere	3	4	8	15
	Forellenregion				
Mittlerer Abschnitt	Untere	3	4	8	15
	Forellenregion				
Untester Abschnitt	Untere	3	3	8	14
	Forellenregion				

Tabelle 3 zeigt die Resultate der Ausgangszustands-Bewertung unterteilt in die drei Abschnitte. Grundsätzlich unterscheiden diese sich in Bezug auf die Bewertung nur marginal. Bei Kriterium 3 (Biodiversität) resultierten drei Punkte, weil der IBCH-Wert des Makrozoobenthos bei 3 (= gut) liegt. Es sind jedoch keine Rote Liste-Arten nachgewiesen. Die Wassertemperatur ist für die charakteristischen und auch nachgewiesenen Arten Forelle und Groppe günstig. Es sind jedoch kaum potenzielle Laichstandorte vorhanden. Bei Kriterium 4 (Morphologie und Habitate) ergibt sich die Bewertung für den obersten und mittleren Abschnitt einerseits aus der stark beeinträchtigten Ökomorphologie und der mehrheitlich begradigten Linienführung, und andererseits aus der relativ naturnah strukturierten Sohle und den vereinzelt Blöcken und Auflandungen andererseits. Solche Strukturelemente fehlen im untersten Abschnitt. Er muss als monoton bezeichnet werden. Daraus resultiert der Unterschied in der Bewertung dieses Abschnitts im Vergleich zu den beiden oben liegenden. Die relativ hohe Punktezahl aller Abschnitte bei Kriterium 5 (Abfluss & Geschiebe) rührt daher, dass das Abflussregime wenig verändert und die Geschiebedynamik wenig beeinträchtigt sind.

4.6.3 Projektauswirkungen

Bauphase

Die Lebensräume von Forellen zählen gemäss NHV Art. 14 zu den schützenswerten Biotopen. Gemäss dem Bundesgesetz über die Fischerei sollen Massnahmen zur Verbesserung der Lebensbedingungen der Wassertiere ergriffen, bzw. zerstörte Lebensräume wiederhergestellt werden. Technische Eingriffe in Gewässer brauchen eine Bewilligung der Fischereibehörde.

Der Ablauf der Bauarbeiten ist noch nicht bekannt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass während der Bauphase der Lebensraum für Fische abschnittsweise vollumfänglich verschwindet. Es ist deshalb jeweils vor der Installation der Wasserhaltung eine Abfischung vorzusehen. Im Rahmen der Hauptuntersuchung ist zu prüfen, ob die daraus resultierende Aufnahme des Fischbestandes als Vorheraufnahme im Rahmen einer Wirkungskontrolle verwendet werden kann bzw. wie die Abfischung auszuführen

wäre, damit dies der Fall ist. Allgemein ist das Vorgehen für die angesprochene Wirkungskontrolle im Rahmen der Erarbeitung der Hauptuntersuchung mit der Fischereibehörde zu diskutieren.

Daten über eine allfällige Laichaktivität von Forellen im Projektperimeter liegen keine vor. Diese sind im Hinblick auf die Hauptuntersuchung zu erheben. Sollten Laichgruben festgestellt werden, ist zu prüfen, ob das Bauprogramm auf die Fortpflanzungsperiode der Tiere abgestimmt werden muss.

Beim Makrozoobenthos und den Kieselalgen ist während den Bauarbeiten mit einem Totalausfall zu rechnen. Die Wiederbesiedlung ausgehend von Gewässerbereichen ober- und unterhalb erfolgt jedoch unter normalen Umständen innerhalb kurzer Zeit.

Betriebsphase

Im oberen Teil des Projektperimeters wird die Zulg für Fische und andere Wasserorganismen kaum interessantere Strukturen aufweisen als heute. Dies wegen den engen Platzverhältnissen und aus Gründen des Hochwasserschutzes. Durch die Entfernung der hohen Abstürze kann jedoch die Längsvernetzung und somit die freie Fischwanderung zwischen der Zulg und der Aare wiederhergestellt werden. Im grösseren Kontext muss auch das Projekt zur Herstellung der Längsvernetzung bei der Müllerschwelle erwähnt werden. Nach der Umsetzung beider Projekte wird es für Fische erstmals nach langer Zeit wieder möglich sein, von der Aare bis in den Zulgbode und noch weiter aufwärts bis ins Eriz zu schwimmen. Insbesondere die temperatursensitiven Äschen und Forellen aus der Aare werden im Hinblick auf den Klimawandel in der Zulg ein wertvolles Rückzugshabitat vorfinden, wenn die Wassertemperaturen der Aare im Sommer über ca. 22^o Celsius steigen. Im Rahmen der Hauptuntersuchung wird die Fischgängigkeit über die gesamte Projektstrecke anhand des DWA-Merkblattes «Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung» beurteilt.

Der naturnahe Mündungsbereich wird als Lebensraum für Fische, insbesondere Forellen sehr wertvoll. Durch die grosse Wassertiefen- und Strömungsvariabilität und die damit einhergehende grössenfraktionierte Kiessohle im Mündungsbereich entstehen Laichgebiete sowie Juvenil- und Adulthabitate. Der Eintrag von Totholz wird sich auf Geäst und Baumstämme von Bäumen, welche auf der Insel stehen gelassen werden und an den Ufern wachsen beschränken. Trotzdem entstehen dadurch wertvolle Unterstände. Die Art und Menge an (Tot-)Holz, welches als Strukturierungselemente während den Bauarbeiten eingebaut wird, wird im Hinblick auf die Hauptuntersuchung noch abgeklärt.

Es ist davon auszugehen, dass sich der grössere und diversere Lebensraum im Mündungsbereich auch positiv auf die Individuenanzahl und Artenvielfalt des Makrozoobenthos auswirken wird.

4.6.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht weiterhin folgende Massnahmen vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Aqua-01	Abfischung vor Installation Wasserhaltung	Bauleitung – Fischereiaufseher	Vor Installation Wasserhaltung
Aqua-02	Einbau der Holzstrukturen aus Rodungen in die Ufer- und Böschungsbereiche unter Beizug der Fischereifachstelle	Planer	Bauphase

4.6.5 Beurteilung

Die Längsvernetzung zwischen der Zulg und der Aare ist aus fischökologischer Sicht ein enormer Gewinn, nicht zuletzt angesichts der Klimaerwärmung und dem neu geschaffenen Rückzugsgebiet für temperatursensible Fischarten aus der Aare. Ebenfalls sehr positiv für alle aquatischen Organismen zu werten ist die Revitalisierung des Mündungsbereiches. Dass eine eigentliche Aufwertung des Lebensraums oberhalb des Mündungsbereiches nicht erzielt werden kann, ist den engen Platzverhältnissen

sowie den Anforderungen des Hochwasserschutzes geschuldet. Dies stellt jedoch die Umweltverträglichkeit des Projektes nicht in Frage.

4.6.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Ausgangszustand

- Fortpflanzung Forellen: Zur Ergänzung der Datengrundlage ist abzuklären, ob und in welchem Ausmass im Projektperimeter Laichaktivitäten der Forellen festgestellt werden können. Basierend auf dieser Grundlage ist mit der Fischereibehörde abzusprechen, ob die Bauarbeiten im Gewässer ausserhalb der Zeitperiode stattfinden sollen, während der sich die Eier und Brütlinge der Forellen im Interstitial befinden.
- Es ist ein Konzept für eine Erfolgskontrolle zu erarbeiten. Prioritär soll darin definiert werden, wie die angestrebte Längsvernetzung für die Fischfauna überprüft werden kann und soll. Die Resultate der Abfischungen vor Baubeginn können ev. darin integriert werden. Weitere Ziele, Indikatoren, Methoden und Untersuchungsschritte sollen ebenfalls aufgeführt und erläutert werden. Soweit möglich ist die Wegleitung des BAFU «Wirkungskontrolle Revitalisierung» zu berücksichtigen.
- Der Bereich aquatische Lebensräume ist in das Pflichtenheft der Umweltbaubegleitung zu integrieren.
- Die Fischgängigkeit ist im gesamten Projektperimeter und für die Zielarten Forelle und Äsche anhand des DWA-Merkblattes «Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung» zu überprüfen.
- Die detaillierte Festlegung von Strukturierungsmassnahmen im Gerinne / an der Böschung erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Fischereiinspektorat. Im Fokus stehen sollen dabei insbesondere Strukturen aus (Tot-)Holz und die Wiederverwertung des anfallenden Holzes aus den Rodungsflächen.
- In einem Querprofil soll die Detailgestaltung einer Schwelle in einem Traversesystem dargestellt werden. Auch die Gestaltung der Niederwasserrinne im unteren Raubettgerinne soll in den Plangrundlagen ersichtlich sein. Die Projektunterlagen werden mit dem Fischereiinspektorat besprochen.
- Die Behandlung und Einleitung des Baustellenabwassers inkl. vorgesehene Massnahmen in einem Notfall (z.B. Ölunfall) ist zu definieren und auf die gesetzlichen Vorgaben abzustimmen.
- Es sind Massnahmen zur Vermeidung von Gewässerverschmutzungen durch Bauaktivitäten zu definieren und auf die gesetzlichen Vorgaben abzustimmen.

Bauphase

- Abhängig von den Resultaten der Laichaktivitäts-Überprüfung ist abzuwägen, ob das Bauprogramm darauf abgestimmt werden muss.
- Vor Beginn der Bauarbeiten muss bei der Fischereibehörde ein Antrag für die Bewilligung eines technischen Eingriffs eingereicht werden. Diese muss mit Beginn der Bauarbeiten vorliegen.

Betriebsphase

- Die im Konzept der Erfolgskontrolle definierten Ziele sind zu überprüfen und zu dokumentieren. Allenfalls notwendige Nachbesserungen sind mit den kantonalen Behörden abzusprechen und soweit möglich umzusetzen.

4.7 Siedlungsentwässerung

4.7.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.7.2 Ausgangszustand

Im Bereich der heutigen Zulg-Mündung verläuft unter der Flusssohle die ARA-Sammelleitung. Ebenso verläuft nahe an der Brücke Bernstrasse flussabwärts eine weitere ARA-Leitung unter der Flusssohle. Im Bereich zwischen dem Viadukt Autobahnzubringer und der Brücke Bernstrasse gibt es zudem mehrere Regenwasserleitungen, die in die Zulg entwässern.

4.7.3 Projektauswirkungen

Bauphase

Durch die Absenkung des Terrains im Bereich der Mündung muss die ARA-Sammelleitung neu konstruiert werden. Mittels eines Düker-Bauwerks mit Entlastungsleitung in die Aare wird das Abwasser südlich des aufgeweiteten linken Ufers gefasst, um 26 Meter abgesenkt, unter der Zulg durchgeleitet, anschliessend wieder um 26 Meter angehoben, von da durch das nördliche Dükeroberhaupt durch einen neuen Kanal zurück in die bestehende ARA-Leitung geleitet. Die genaue Ausgestaltung des Endzustands ist weiterhin abhängig von der geplanten Aareaufweitung im Rahmen des WBP Aare Thun Nord. Diese Aufweitung hat einen Einfluss auf das Dükerkopf-Bauwerk. Die Projektierung des Düker-Bauwerks liegt in der Verantwortung der ARA-Thunersee.

Das obere Traversensystem zur Sicherstellung der Längsvernetzung beginnt erst unterhalb der ARA-Leitung. Diese ist in der Bauphase entsprechend zu sichern, eventuell gibt es dabei Abhängigkeiten mit dem Projekt des Düker-Bauwerks.

Aufgrund der Aufweitungen im oberen Projektabschnitt, zwischen dem Viadukt Autobahnzubringer und der Eisenbahnbrücken, müssen mehrere Ausläufe der Regenwasserleitungen zurückversetzt werden.

In der Bauphase fallen insbesondere bei den Installations- bzw. Materialumschlagsplätzen verschiedene Klassen von Abwasser an. Diese müssen entsprechend der kantonalen und kommunalen Gesetze und Richtlinien gefasst und entsorgt werden. Vor Baustart ist ein Entwässerungskonzept vorzulegen.

Die Entwässerung der Baupisten und der Dämme erfolgt über die Schulter.

Betriebsphase

Die ARA-Leitung unterhalb der Brücke Bernstrasse bleibt bestehen. Die ARA-Sammelleitung im Bereich der Zulgmündung führt künftig durch die Düker-Leitung. Mehrere Ausläufer der Regenwasserleitungen bleiben im Endzustand zurückversetzt.

4.7.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht weiterhin folgende Massnahmen vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Entw-01	Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit der (privaten) Regenwasserleitungen im Bereich zwischen Viadukt und Eisenbahnbrücke. Koordination der Rückversetzung.	Baufirmen, Planung	Vor Baubeginn
Entw-02	Sorgfältige Planung der Baustellenentwässerung/Abwasserbehandlung. Vor Baustart ist dem AWA ein Entwässerungskonzept vorzulegen.	Planer, UBB	Ausarbeitung Bauprojekt

4.7.5 Beurteilung

Unter der Voraussetzung, dass das Entwässerungskonzept sorgfältig geplant und umgesetzt wird, ist das Projekt nach heutigem Wissensstand als umweltverträglich zu betrachten.

4.7.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Ausgangszustand

- Projektkoordination der betreffenden Umweltfachbereiche mit dem Düker-Bauwerk

Bauphase

- Ausformulieren von Massnahmen gemäss kantonalem Merkblatt „Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen“ [45] und SIA-Empfehlung „Entwässerung von Baustellen“ [46].
- Prüfen des Entwässerungskonzepts
- Pflichtenheft für die Umweltbaubegleitung erstellen.

Betriebsphase

- Prüfung der Übereinstimmung des Endzustands mit dem GEP

4.8 Bodenschutz

4.8.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.8.2 Ausgangszustand

Der Untergrund innerhalb des Projektperimeters besteht aus Bachschuttablagerungen der Zulg und darunter befindlichen Aareschottern. Diese setzten sich gemäss bisherigen Erkenntnissen aus kiesig-sandigem Material mit unterschiedlichem Stein- und Feinkorngehalt sowie einzelnen Blöcken zusammen. Vereinzelt können auch geringmächtige (schwach kiesige) Sandlinsen vorkommen. Im Weiteren können geringmächtige Überschwemmungssedimente aus tonig-siltigem Material vorhanden sein. Die Zulg wird seitlich durch künstliche Dammschüttungen aus kiesig-sandigem Material mit Steinen begrenzt. [35]

Im Bereich der Brückenpfeiler des Viadukts Autobahnzubringer sind Bohrprofile vorhanden (Bohrprofil links, Abbildung 16). Im Rahmen der hydrogeologischen Untersuchungen für das vorliegende Projekt wurden auch Bohrprofile beim Kalisteg (Bohrprofil Mitte, Abbildung 16) und im Mündungsbereich (Bohrprofil rechts, Abbildung 16) erstellt, anhand derer sich eine Einschätzung der Bodenverhältnisse im ursprünglich natürlichen Gewässerraum der Zulg machen lässt. Die Bohrprofile sind als Anhang beigelegt.

Die Bodenschichten im Bereich der Mündung und beim Kalisteg weisen nur gerade eine Mächtigkeit zwischen 0.3 und 0.6 m auf. Im obersten Bereich der Sondierungen wurde dabei ein weites Spektrum an Material angetroffen. Sowohl Sand, Kies als auch Silt bilden standortabhängig den Hauptanteil. Generell war das Material braun, humos bis stark humos, durchwurzelt und sehr locker bis locker gelagert. [35]

Diese Waldböden im Bereich der Zulgmündung konnten sich erst nach der Begradigung der Aare und der Zulg entwickeln. Der heutige Zustand ist anthropogen beeinflusst.

Im Untersuchungsraum befindet sich eine zurzeit als Weide genutzte Kulturlandfläche ohne Fruchtfolgequalität.

Die Schadstoffbelastung der Böden ist von der Nähe von relevanten Schadstoffquellen (im vorliegenden Fall dem Autobahnzubringer A6 sowie der Bernstrasse) abhängig.

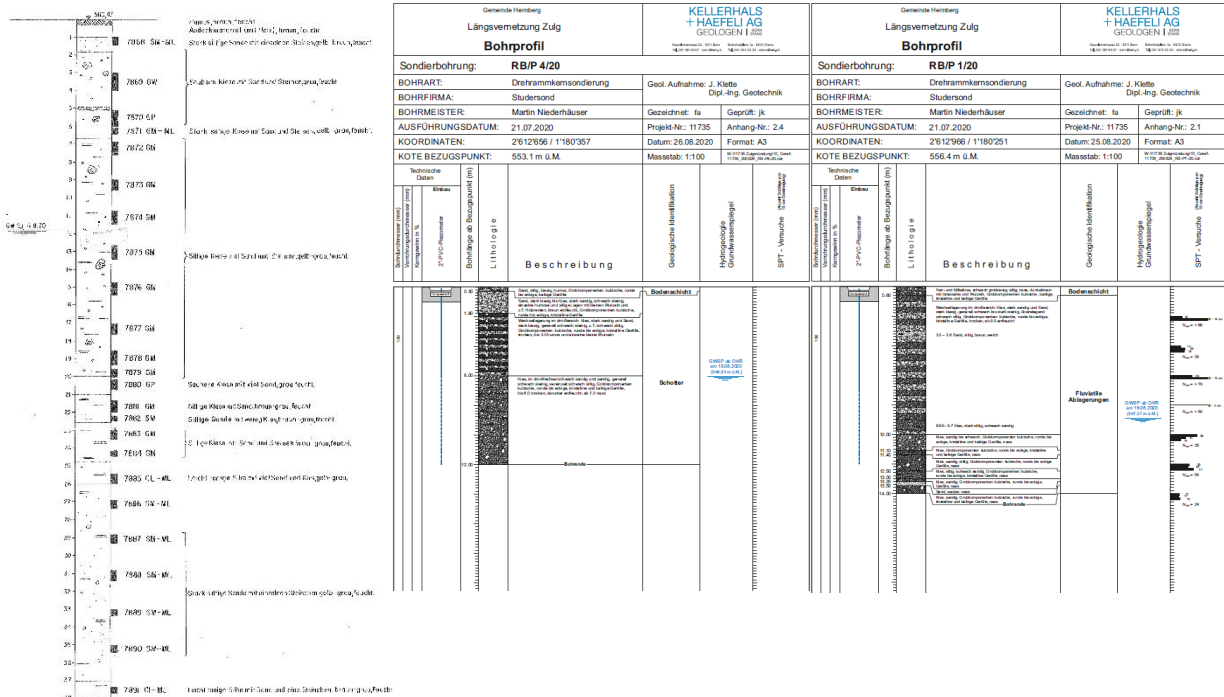


Abbildung 16: Bohrprofile aus dem Bereich des Pfeilers Autobahnzubringer-Viadukts bei der Zulug, beim Kalisteg Rechts) und in der Zulgmündung (Mitte) (Geoportal / Bericht K+H)

4.8.3 Projektauswirkungen

Der Boden wird durch das Vorhaben in mehrfacher Hinsicht beeinflusst.

Einerseits wird gewachsener Boden für die vorgesehenen baulichen Massnahmen (Aufweitung, neue Verbauungen, neue Wegführung, Ersatzmassnahmen, Düker-Bauwerk) definitiv beansprucht bzw. wird der bisherigen Nutzung (vor allem bewaldete Fläche) entzogen. Durch die Aufweitung im Bereich der Zulgmündung erhält der Fluss ausserdem die Möglichkeit, sein Flussbett eigendynamisch zu gestalten. Dabei wird auch Boden abgetragen und umgelagert. Dies betrifft insbesondere den Bereich um die Mittelinsel, auf der teilweise der Bodenaufbau bestehen bleibt, bis sie durch die Zulug erodiert wird.

Andererseits wird Boden nur vorübergehend beansprucht - für Baupisten, Installationsflächen oder Zwischenlager für Bodenaushub. Dabei besteht die Gefahr, dass die Bodenstruktur (z. B. durch Verdichtung) insofern negativ verändert wird, als die Fruchtbarkeit des Bodens und damit dessen weitere Verwendbarkeit beeinträchtigt wird. Mit geeigneten Bodenschutzmassnahmen (z.B. temporäre Schutzkörper) und Rekultivierung soll in diesen Bereichen der Ausgangszustand wiederhergestellt werden.

Im Bereich der neuen Uferverbauungen wird Oberboden entfernt. Aushub wird auf den anstehenden Unterboden bzw. Untergrund geschüttet. Für die Böschungsabflachungen im Bereich der heutigen Familiengärten wird ebenfalls Boden entfernt, der anschliessend wieder vegetationsfähig ausgestaltet wird.

Bei der Wieder- resp. Weiterverwendung des abgetragenen Bodens ist dessen Schadstoffbelastung zu berücksichtigen (insbesondere entlang von Strassen und dem Autobahnviadukt).

Die durch Bautätigkeit, aber auch durch dynamische Umlagerungen entstehenden offenen Bodenflächen laufen Gefahr, von invasiven Neophyten besiedelt zu werden (siehe auch Kapitel 4.11).

Das Projekt beansprucht deutlich mehr als 2000 m² Bodenfläche. Mit dem Umweltverträglichkeitsbericht ist dem AWA deshalb zusätzlich ein Bodenschutzkonzept einzureichen. Das Bodenschutzkonzept ist durch eine zertifizierte Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) zu erstellen. Die vorgesehenen Erdarbeiten sind zudem durch eine BBB zu begleiten.

Durch den Bau werden keine Fruchtfolgeflächen tangiert.

4.8.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht folgende Massnahmen vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Bo-01	Einhalten der Bodenschutzmassnahmen gemäss Bodenschutzrichtlinien	Baufirmen	Ausführung

4.8.5 Beurteilung

Die Umweltverträglichkeit des Projekts wird erst nach der Hauptuntersuchung abschätzbar. Für eine vorläufige Beurteilung fehlen zu viele Grundlagen.

4.8.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Bauphase

- Definition der relevanten Flächen und Vorgänge (Abtrag, Zwischenlagerung, Befahren, Auftrag / Rekultivierung, Folgebewirtschaftung) und zu berücksichtigenden Massnahmen zum Schutz des Bodens in Abhängigkeit der Eigenschaften der betroffenen Böden und der Etappen.
- Erarbeiten eines Bodenschutzkonzepts. Die Bearbeitung und Umlagerung von Boden erfordert ein Bodenschutzkonzept, welches durch das AWA bewilligt werden muss.
- Pflichtenheft für die Umweltbaubegleitung (Bodenkundliche Baubegleitung, BBB) erstellen.

Betriebsphase

Nicht relevant. Nach Abschluss der Bautätigkeiten sind bezgl. Boden keine relevanten Auswirkungen zu erwarten.

4.9 Altlasten

4.9.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.9.2 Ausgangszustand

Mit der Verbreiterung des Bachbetts der Zulg im Mündungsbereich in die Aare wird ein im Kataster der belasteten Standorte (KbS) des Kantons Bern eingetragener Ablagerungsstandort angeschnitten. Beim Standort handelt es sich um die unter der KbS-Nummer 09280073 eingetragene «Deponie Auwald».

Die Sanierungsbedürftigkeit des Standortes nach Artikel 8 der Altlasten-Verordnung (AltIV) ist nicht definiert. In den Jahren 2012 und 2016 durchgeführte altlastenrechtliche Untersuchungen geben jedoch Aufschluss über die ungefähre räumliche Ausdehnung des Deponiekörpers sowie zum Deponieinhalt. Demzufolge muss innerhalb des Projektperimeters auf einer Fläche von schätzungsweise rund 1'300 m² bis in eine Tiefe von 1.6 m ab OKT mit Deponiematerial gerechnet werden. Das Material weist erhöhte mineralische Fremdanteile auf und ist chemisch stark mit Schwermetallen und wenig mit organischen Schadstoffen (aliphatische & polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) verschmutzt.

Andere Einträge von belasteten Standorten oder Altlasten als der Vorgenannte sind weder im KbS des Kantons Bern noch im KbS im Bereich des öffentlichen Verkehrs sowie des Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS vorhanden.

4.9.3 Projektauswirkungen

Für die Verbreiterung des Bachbetts ist eine gleichzeitige (Teil-)Sanierung der Deponie erforderlich. Die Sanierung beschränkt sich auf den südöstlichen Bereich der Deponie, wo sich die Deponie innerhalb der Projektlinie oder in dessen Nahbereich befindet. Hier gilt es mit geeigneten Massnahmen schädliche oder lästige Einwirkungen auf das betroffene Schutzgut Oberflächengewässer zu vermeiden. Konkret gilt es einerseits zu verhindern, dass sich beim Durchsickern Schadstoffe aus dem Deponiematerial lösen und in das Gewässer exfiltrieren. Andererseits muss eine vertikale und horizontale Erosion der Deponie beziehungsweise der damit einhergehende Eintrag von Abfällen in das Oberflächengewässer unterbunden werden. Nicht saniert werden muss der Bereich des Ablagerungsstandortes ausserhalb der Projektlinie, da dessen allenfalls erforderliche spätere Sanierung durch das Bauvorhaben nicht wesentlich erschwert wird (AltIV Art 3).

Für die Sanierung sind verschiedene Massnahmen erforderlich. Eine vollständige Sanierung mittels Dekontaminationsaushub ist zwangsläufig überall dort zwingend, wo die die Projektlinie unterhalb der Deponiesohle zu liegen kommt. Im Böschungsbereich der angeschnittenen Deponie sind Sicherungsmassnahmen erforderlich. Dies kann beispielsweise mit einem Blocksatz als Erosionsschutz sowie einer mineralischen Abdichtung zur Verhinderung einer Auswaschung von gelösten Schadstoffen erfolgen.

4.9.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht folgende Massnahme vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Alt-01	Vollständiger Dekontaminationsaushub innerhalb des Projektperimeters	Altlastenspezialist	Planungsphase
Alt-02	Seitlicher Schutz der angeschnittenen Deponie zur Verhinderung einer Erosion von Abfällen	Projektingenieur/Altlastenspezialist	Planungsphase
Alt-03	Seitliche Abdichtung der angeschnittenen Deponie zum Schutz vor Freisetzung gelöster Schadstoffe	Projektingenieur/Altlastenspezialist	Planungsphase

4.9.5 Beurteilung

Die (Teil-)Sanierung führt zu einer Reduktion des von der Deponie ausgehenden Gefährdungspotentials, was aus Sicht der Umwelt positiv zu bewerten ist. Voraussetzung hierfür ist eine weiterführende, sorgfältige Ermittlung der räumlichen Lage und des Deponieinhalts, um insbesondere im Böschungsbereich der angeschnittenen Deponie eine Gefährdung des Oberflächengewässers ausschliessen zu können.

4.9.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

- Technische Untersuchung der Deponie mittels Baggersondierungen zur Ermittlung der genauen räumlichen Lage und der Qualität des Deponiematerials im Projektperimeter
- Massnahmenevaluation für Erosionsschutz im Böschungsbereich der angeschnittenen Deponie
- Massnahmenevaluation für Schutz vor Freisetzung gelöster Schadstoffe im Böschungsbereich der angeschnittenen Deponie
- Erstellung eines Aushub- und Entsorgungskonzepts mit Beschreibung der gewählten Massnahmen

4.10 Abfälle und umweltgefährdende Stoffe

4.10.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.10.2 Ausgangszustand

Gestützt auf die Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) [86] gilt neben belastetem Material auch Abbruchmaterial und unverschmutztes Aushubmaterial als Abfall. Die Menge der produzierten Abfälle sind grundsätzlich so gering wie möglich zu halten. Falls dies nicht möglich ist, ist das vorrangige Ziel die Verwertung des anfallenden Materials. Eine Ablagerung bzw. Entsorgung kommt erst in Frage, wenn eine Verwertung aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht möglich ist.

4.10.3 Projektauswirkungen

Bauphase

Im Rahmen der Bauarbeiten fällt Material unterschiedlicher Art an: Aushub, überschüssiger Boden, Holz, Betonabbruch etc. Dieses Material muss gemäss seiner Qualität nach Möglichkeit wiederverwendet bzw. verwertet oder sonst fachgerecht entsorgt werden.

Der Umgang mit dem Aushub aus dem als Deponie bekannten Standort im Auwald (Kapitel 4.9) ist entsprechend den vorhandenen Richtlinien genau zu planen und umzusetzen.

Material aus Rückbau und Aushub muss möglichst wiederverwendet (bei entsprechender Eignung z.B. für die Uferverbauungen). Wo nötig kann die erforderliche Qualität auch durch eine Materialaufbereitung erreicht werden. Beim Rückbau der Uferschutzmassnahmen anfallende Blocksteine werden für die neuen Uferschutzmassnahmen wiederverwendet. Der bei der Erstellung der Aufweitung anfallende Kies wird der Aare zurückgegeben. Dafür verwendetes Material muss den Qualitätsanforderungen gemäss VVEA, Anhang 3 Ziffer 1 genügen.

Rechtzeitig vor Baubeginn muss ein Entsorgungskonzept gemäss SIA-Empfehlung 430 erstellt werden, welches über die Mengen, die Materialqualitäten, die Verwertungs- oder Entsorgungswege und die Entsorgungsanlagen Auskunft gibt. Abzuführendes Bodenmaterial wird ebenfalls mit einbezogen. Das Konzept wird der zuständigen Behörde (AWA) zur Genehmigung eingereicht (vor Baubeginn).

Betriebsphase

Nach Abschluss der Bauarbeiten sind bzgl. Abfälle und umweltgefährdende Stoffe keine Auswirkungen zu erwarten. Der Umgang mit Littering durch Freizeitaktivitäten/Naherholung wird von den betroffenen Gemeinden gemeinsam geprüft.

4.10.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht folgende Massnahme vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Abf-01	Abschätzen der Mengen nach Abfallarten und zeitlichem Aufkommen (Aushub- / Ausbruchmaterial, mineralische Bauabfälle, andere Bauabfälle, Sonderabfälle etc.).	Planer	Projektierung

4.10.5 Beurteilung

Wird das Entsorgungs- und Materialbewirtschaftungskonzept gemäss den Richtlinien des Bundes [88] geplant und sorgfältig umgesetzt, ist das Projekt als umweltverträglich einzustufen.

4.10.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Bauphase

- Prüfung von Verwertungsoptionen und –kapazitäten
- Evaluation und Bezeichnung der vorgesehenen Entsorgungswege und Entsorgungsanlagen pro Abfallart. Angaben zu den verfügbaren Entsorgungskapazitäten.
- Erstellen eines Entsorgungs- / Materialbewirtschaftungskonzepts. Insbesondere Rücksichtnahme auf die aus der Deponie anfallenden Stoffe.
- Pflichtenheft für die Umweltbaubegleitung erstellen.

Betriebsphase

Nicht relevant.

4.11 Umweltgefährdende Organismen (Neophyten)

4.11.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.11.2 Ausgangszustand

Invasive gebietsfremde Pflanzen

Im Projektperimeter gibt es wenig Bestände von invasiven Neophyten. Sie beschränken sich auf einzelne Zonen.



Abbildung 17 Standorte mit Vorkommen invasiver Neophyten im oder angrenzend an den Projektperimeter.

1) Sommerflieder an der Zulgmündung; 2) Gartenabfälle im Kaliforni, z.B. Kirschlorbeer; 3) alte Robinnien im Ufergehölz; 4) Goldruten in Ruderalfläche; 5) Japanknöterich, Kirschlorbeer, Goldruten und Berufkraut am Ufer des Privatgrundstücks (Grundlage: map.geo.admin)

In der Datenbank von Info species sind Kirschlorbeer, Kanadische und Spätblühende Goldrute aufgeführt.

Der Unterhalt entlang der Zulg erfolgt heute durch die Gemeinde, entlang der Aare durch Auftragnehmer des Kantons, welche Neophytenbekämpfung als festen Bestandteil in ihrem Unterhalts- und Pflegekonzept umsetzen.



Abbildung 18 Ausgedehnter Robinienbestand entlang der Aarestrasse



Abbildung 19 Kirschchlorbeer im Wald, ausgehend von deponierten Gartenabfällen



Abbildung 20 Mehrere invasive Arten am Ufer vor einem Privatgebäude

Invasive gebietsfremde Tiere

Vorkommen von invasiven Neozoen im Projektperimeter oder in dessen unmittelbarer Nähe sind keine bekannt. Die Zulug ist kein Krebsgewässer und hat gemäss Auskunft von O. Hartmann, FI, auch künftig kein Potenzial für Krebse. Entsprechend besteht momentan auch keine Gefahr einer Einschleppung der Krebspest via Kamberkrebse.

4.11.3 Projektauswirkungen

Bodenverschiebungen im Rahmen der Bauarbeiten bergen das Risiko, dass Pflanzenteile invasiver Neophyten weiterverschleppt werden und sich weiter ausbreiten können. Entsprechend ist bei Erdarbeiten und Bodentransporten Vorsicht geboten. Nach Abschluss der Bauarbeiten werden an vielen Standorten offene Bodenflächen bestehen, die prädestiniert sind dafür, dass sich invasive Arten ansiedeln und rasch weiter ausbreiten. Auch aufgrund von natürlicher Dynamik entstehende Pionierflächen im Mündungsbereich bergen das Risiko, von invasiven Pflanzenarten besiedelt zu werden. Aus dem Gewässer verbreiten sich die Bestände dann leicht weiter aareabwärts.

4.11.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht folgende Massnahmen vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Neo-01	Entfernen der heutigen Bestände invasiver Neophyten	Bauleitung / UBB	Baubeginn
Neo-02	Bekämpfen neu auftretender invasiver Neophyten	UBB	Bauzeit bis 5 Jahre nach Abschluss der Bauarbeiten
Neo-03	Definieren des langfristigen Umgangs mit invasiven Neophyten im Unterhalts- und Pflegekonzept inkl. Koordination mit obliegenden Zulgabschnitten	UBB	Für die Zeit > 5 Jahre nach Bauabschluss

4.11.5 Beurteilung

Es ist positiv, dass im Ausgangszustand nur sehr wenige Bestände invasiver Neophyten vorkommen. Die Bauarbeiten mit Bodenverschiebungen und die entstehenden offenen Bodenflächen können die Ausbreitung invasiver Neophyten aber begünstigen. Unter Einhaltung der oben beschriebenen Massnahmen ist das Projekt im Bereich invasive Neophyten als umweltverträglich zu bezeichnen.

4.11.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Im Wasserbaugesetz des Kantons Bern ist festgehalten, dass zum Gewässerunterhalt die Bekämpfung von gebietsfremden, invasiven Pflanzen im Ufer- und Böschungsbereich gehört. In der Wasserbauverordnung wird verdeutlicht, dass wesentliche Unterhaltsarbeiten subventionsberechtigt sind. Eine langfristige Kontrolle und Bekämpfung von Neophytenbeständen sind daher gesetzlich unterlegt. Folgende Aspekte sind im Rahmen der Hauptuntersuchung UVB zu berücksichtigen:

- Erstellen eines kurzen Neophytenkonzepts inkl. konkrete Anleitung zur Entfernung und Entsorgung der bestehenden invasiven Neophyten; Koordination mit Zuständigen für obliegende Zulgabschnitte, damit der Neueintrag invasiver Neophyten möglichst verhindert werden kann.
- Anweisungen fürs Pflichtenheft UBB: Sanieren der bestehenden Standorte zu Beginn der Bauarbeiten; Durchführen von Material-Qualitätskontrollen; Kontrolle allfälliger Material-Zwischen-depots; Sensibilisierung des Baustellenpersonals
- klare Festlegung, wie lange die Neophytenkontrolle durch die UBB erfolgt und wann sie in den Unterhalt der Wasserbaupflichtigen übergeht
- Integration des sachgemässen Umgangs mit invasiven Neophyten mitsamt regelmässiger Kontrollrundgänge in das Unterhaltskonzept Zulg.

4.12 Störfall

4.12.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.12.2 Ausgangszustand

Die Konsultationsbereichskarte der Störfallverordnung des Kantons Bern zeigt im Projektperimeter ein Betrieb und zwei Anlagenperimeter, die es zu beachten gilt:

- Standort Betrieb: Berger Apparatebau AG, Glättemühleweg 24, 3613 Steffisburg
- Konsultationsbereich Erdgashochdruckleitungen
- Konsultationsbereich Autobahn (Autobahnzubringer-Viadukt)

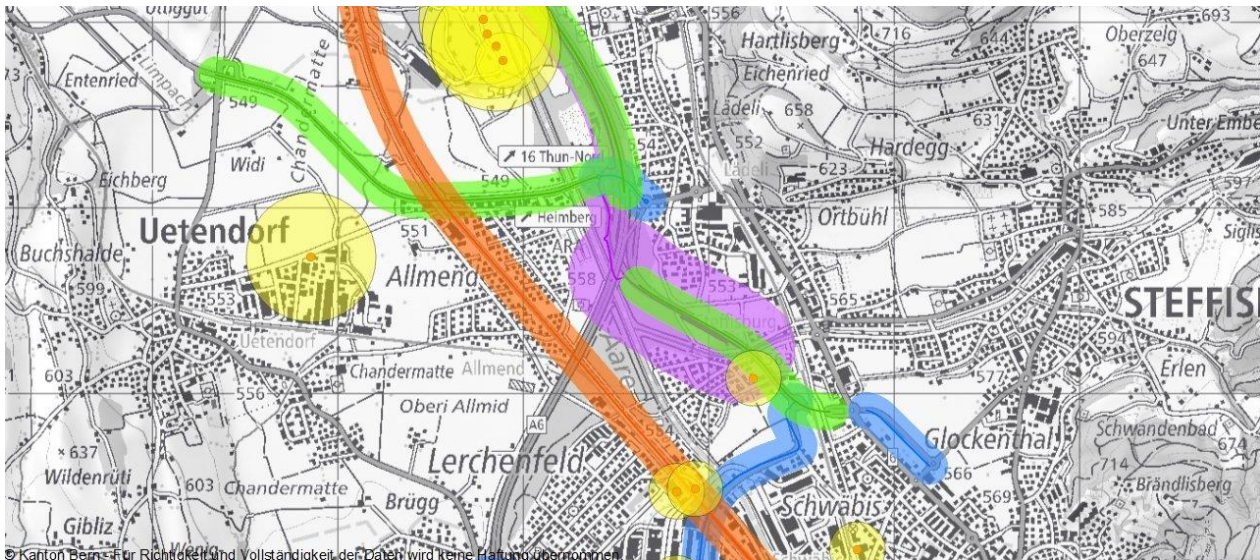


Abbildung 21: Konsultationsbereichkarte des Kantons Bern. Oranger Punkt: Standort Betriebe, violetter Bereich: Erdgashochdruckleitungen, Grüner Bereich: Autobahn

4.12.3 Projektauswirkungen

Das Projekt selbst unterliegt weder in der Bau- noch in der Betriebsphase der Störfallverordnung (StFV) [98]. Es handelt sich weder um eine der unter Art. 1 Abs. 2 aufgeführten Anlagen noch werden Mengenschwellen von Stoffen, Erzeugnissen oder Sonderabfällen nach Anhang 1.1 überschritten.

Für die in der unmittelbaren Umgebung des Projektperimeters bestehenden Infrastrukturanlagen, die der StFV unterliegen, gilt es auszuschliessen, dass durch das vorliegende Projekt das Risiko und das Gefahrenpotenzial bei Störfällen ansteigen.

Der im Umfeld des Betrachtungsperimeters liegende Betrieb wird vom Projekt nicht tangiert. Die Zulug berührt den Konsultationsbereichradius des Betriebs nur auf einer sehr kleinen Fläche.

Durch die Sicherstellung des Hochwasserschutzes wird die Gefährdung durch schädliche Hochwassereinwirkungen auf die Anlagen minimiert.

4.12.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Im Projekt sind keine Massnahmen vorgesehen.

4.12.5 Beurteilung

Das Projekt stellt keine Anlage dar, die der Verordnung über den Schutz vor Störfällen (StFV) unterliegt. Das Projekt ist demzufolge als umweltverträglich einzustufen.

4.12.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Es sind keine weiteren Untersuchungen notwendig.

4.13 Wald

4.13.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.13.2 Ausgangszustand

Vom Projekt sind ca. 32'960 m² Wald betroffen, wobei noch offen ist, welcher Teil dieser Fläche aktiv gerodet werden muss und welcher Anteil erst mit der Zeit durch die Dynamik der Zulug verändert wird. Die Flächenschätzung beruht auf der durch die Waldabteilung Voralpen durchgeführten Waldausscheidung vom 24.06.2020.

Der Wald liegt auf 546-557 m ü.M. und ist der kollin-submontanen Stufe der Voralpen zuzuordnen.

Gemäss Bericht Walderhaltung des Projekts Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun - Bern ("aarewasser") vom 31. Mai 2012 handelt es sich beim betroffenen Wald um ein "Standortmosaik von ehemaligem Ulmen-Eschen-Auenwald [28^{ex}] und ehem. Eschen-Zweiblatt-Mischwald auf Auenböden [29a^{ex}], kleinere Stellen auch in Ausbildung mit Weisser Segge [29e^{ex}]. Starke Strauchschicht mit viel Traubenkirsche. Alles seltene und sehr seltene Wald-Gesellschaften.

Bestockung: Es, Ei, BUI, Li, BAh, Ki, SAh, Fö, Fi (Esche, Eiche, Bergulme, Linde, Bergahorn, Kirsche, Spitzahorn, Föhre, Fichte). *Fi-Anteil hoch v.a. entlang Aareweg. Übrige Flächen meist Typ mässig beeinflusster Auenwald (auentyp. Baumarten 60-90 %), Eindruck: wüchsiger Es-Wald".*

Es findet ein langsamer Entwicklungsprozess vom Auenwald mit den genannten Eschenwaldstandorten hin zu einer nicht von der Gewässerdynamik beeinflussten Übergangsform mit Ausprägung von Buchenwaldgesellschaften statt.

Generell ist der Wald eher als jung und durch die vielen Waldrandbereiche (Zulg, Aare, Strassen) als eher struktur- und (somit) auch als artenreich (Lichtverhältnisse) zu beurteilen. Es treten diverse Straucharten auf und bis auf die (mutmasslich gepflanzten) Fichtenbestände sind die Arten als standortgerecht zu beurteilen. Unter anderem aufgrund des flachgründigen Bodens sind mehrere kleinere Windwurfflächen entstanden. Zum Teil tritt die Waldrebe verstärkt auf, was erschwerend für die Entwicklung des aufkommenden Gehölzes ist.

Die Bestände sind grundsätzlich, aber insbesondere im rechtsufrigen Bereich südlich des Kalistegs, als anthropogen überprägt zu beurteilen.

Drei Teilbereiche lassen sich angesichts des Geländes bzw. des Bestandesaufbaus unterteilen:

- Bereich zwischen Aare und Kalisteg, rechtsufrig
Nadelholzanteil (NdH) zwischen 40-50%; Jungwuchs (JW) 15%, Stangenholz (StH) 1 und 2 je 25%, Baumholz (BH)1 30%, BH2 5%; weniger artenreich als linksufrig, da eher einschichtiger Aufbau (viel NdH im Alter StH-BH1); forstwirtschaftlich bedeutend und auch stärker genutzt als linksufrig (Baumarten, gut ausgebaute Erschliessung). Bestände an Einjährigem Berufkraut.
- Bereich zwischen Aare und Kalisteg, linksufrig
NdH-Anteil zwischen 30-40 %; JW 10%, StH1 15%, StH2 30%, BH1 40%, BH2 5%; durch die vielen Sträucher relativ artenreich; forstwirtschaftlich weniger stark als rechtsufrig genutzt. Vorkommen von Kirschlorbeer.
- Bereich Kalisteg bis Autobahnzubringer, linksufrig
NdH-Anteil zwischen 20-25%; JW 30%, StH1 15%, StH2 50%, BH1 5%; durch die vielen Sträucher relativ artenreich, zusätzlich viele Birken und Weiden; forstwirtschaftlich nicht von Bedeutung. Anscheinend wurden aus Sicherheitsgründen für die nahen Anrainer (Liegenschaften) einzelne Bäume gefällt.

Waldfunktionen

Schutz vor Naturgefahren

Beidseits der Zulg ist der Wald gemäss Schutzwaldhinweiskarte (SHK16) als Gerinneschutzwald (GSW) ausgeschieden. Durch das flache Gelände und die stark verbauten Uferböschungen erbringt der Wald hier v.a. eine hydrologische Wirkung; es sind seitlich keine Naturgefahrenprozesse mit potenzieller Gefährdung der Zulg zu erwarten.

Natur und Lebensräume

Es befinden sich keine inventarisierten Naturschutz-Objekte im betroffenen Wald, dieser gilt als ehemaliger Auenwald (s.o.) aber als "potentielles Biotop Auenlandschaft" gemäss kantonalem Geoportal (Naturschutz). Wie oben erwähnt, weist der Wald aufgrund seiner Struktur eine gewisse Bedeutung als Lebensraum auf und beherbergt somit verschiedene Flora- und Fauna-Arten (siehe Kap. 4.14).

Erholung und Freizeit

Der vom Bauvorhaben betroffene Abschnitt der Zulg, insbesondere im Mündungsbereich, ist grundsätzlich interessant für die Naherholung. Beidseits der Zulg befinden sich inventarisierte Wanderwege (gemäss Sachplan Langsamverkehr) sowie diverse Erholungseinrichtungen (Grillplatzinfrastruktur, Sitzbänke inkl. Kehrreiteimer).

Gemäss RWP ist der Auwald beidseits der Zulg und bis hinauf zum Kalisteg als Teil des Objekts "43 Lerchenfeld - Heimberg" (Thema Erholung und Sport mit Priorität (sachlich) 2) ausgeschieden. Die Wälder "[...] sind überall stark begangene Erholungswälder. Sie sind bei Bikern, Hundehaltern, Fussgängern, Joggern und Reitern (auf nicht mit Belag versehenen Wegen) sehr beliebt. Daher sind Konflikte unter den Freizeitinteressenten und mit der Waldbewirtschaftung unausweichlich". Dabei wird auch auf die erschwerte Waldbewirtschaftung und die speziellen Massnahmen für die Erholungssuchenden hingewiesen.

Als Ziele sind das "Aufwerten des Erholungs- und Naturraumes, sicherstellen der Walderhaltung und der verschiedenen Waldfunktionen" definiert, wobei folgende Massnahmen genannt werden: "Örtliche Trennung von konfliktträchtigen Ansprüchen durch entsprechende Vereinbarungen (inkl. Ausscheiden von Schutzgebieten). Signalisation und Information von Waldbenutzern und Öffentlichkeit (z.B. mit Infotafeln, etc.). Angebotsaufwertung für Erholungssuchende. Regelung der Entschädigungsfrage für Mehraufwendungen des Forstbetriebs."

Der Handlungsbedarf wird als mittel bis hoch eingestuft, u.a. auch durch das zunehmende Konfliktpotential "[...] durch die zusätzlichen Ansprüche seitens der Erholungssuchenden und den zunehmenden Kostendruck bei den Waldeigentümern".

Bei der Begehung wurden weitere Beobachtungen festgehalten: Vorhandener Abschnitt Helsana-Trail auf dem Aareweg ("Steffisburg grün und gelb"), div. einfache Waldhütten aus Naturmaterialien, wilde Feuerstellen (z.T. mit Holzfrevel), div. z.T. stark begangene Trampelpfade im Wald.

Siehe in diesem Zusammenhang auch die Ausführungen im Kap. 4.15 Landschaft und Ortsbild (Langsamverkehr).

Holzproduktion

Die Bestände vor Ort mit ihrem mässig bis guten Wuchspotential und die gute Erschliessung machen den Wald für die Holzproduktion grundsätzlich attraktiv. Es sind unterschiedliche Bewirtschaftungs- und Betriebsformen sowie eine breite Baumartenmischung möglich. Für die Bewirtschaftung ergeben sich gewisse Einschränkungen durch die ausgeprägte Erholungsfunktion (viele Passanten, Signalisation, Sicherheitskonzept inkl. -dispositiv für die Holzerei etc.). Weiter leiden z.T. auch die Verjüngung und die Holzqualität in den intensiv durch Erholungssuchende genutzten Bereichen.

4.13.3 Projektauswirkungen

Bauphase

Durch das Bauvorhaben wird insbesondere der Mündungsbereich der Zulg stark aufgeweitet; weiter wird zwischen dem Kalisteg und dem Autobahnzubringer das Gerinne verbreitert. Weitere Beanspruchungen sind zur Verlegung des Aarewegs (beidseits der Zulg) sowie im Bereich des neuen Grillplatzes "Zulgspitz" nötig. Im Bereich der geplanten Inseln kann der dort mittig stockende Waldbestand erhalten werden, dieser ist jedoch für die Bewirtschaftung nicht mehr zugänglich.

Es sind somit umfangreiche Holzerei- bzw. Rodungsarbeiten nötig. Zusätzlich sind neben den temporären Rodungen für die Bauphase (Baupiste, Installationsplätze und Bodendepots, welche soweit möglich im Flussbett positioniert werden sollen) auch solche für die Verlegung der ARA-Leitung vorgesehen. Auf dem Aareweg und den umliegenden Waldstrassen und -wegen wird es während der Bauphase zu Sperrungen und Umleitungen infolge der Bauarbeiten kommen.

Die temporär beanspruchten Flächen werden nach der Bauphase durch natürlichen Einwuchs wieder zu Wald. Der verlegte Aareweg wird trotz neuer Linienführung weiterhin als Waldfläche gelten (forstliche Baute). Der Bereich der heutigen Zulg im Mündungsbereich wird künftig ebenfalls zu Waldfläche, allenfalls mit Ausnahme der neuen Grillstelle am rechten Seite Ufer der Zulg.

Im Rahmen des Bauprojekts müssen die effektiven Rodungsflächen aufgrund der geplanten baulichen Massnahmen definiert werden. Ebenfalls ist in dieser Projektphase die Frage des Rodungersatzes zu klären und sind ggf. benötigte Ersatzflächen zu sichern.

Betriebsphase

Die künftigen bestockten Flächen in Gewässernähe sollen wie bis anhin im Zuge des Gewässerunterhaltes periodisch gepflegt werden (Gerinneschutzwald).

Die Pflege wird sich jedoch verändern, da auf den neuen, flacheren Uferböschungen voraussichtlich ein relativ unterhaltsintensiver Auenwaldgürtel/Niederwald entsteht.

Auf den Inseln im Mündungsbereich sowie den temporär überschwemmten Flächen in der Aufweitung wird eine dynamische, massgeblich durch die Zulg gestaltete, unterhaltsarme Waldentwicklung stattfinden. Langfristig wird dies zu grösseren Veränderungen in der Bestandsstruktur und der Baumartenzusammensetzung führen, was jedoch explizit gewollt und Teil der Renaturierungsbestrebungen innerhalb des Projekts ist.

Nach Bauabschluss besteht zumindest zu Beginn ein teilweise erhöhtes Sonnenbrand-Risiko (v.a. Südost-Südwest-Exposition) der neu am Waldrand exponiert stehenden Bäume. Auch bezüglich Windanfälligkeit ist eine erhöhte Vorsicht bei den westexponierten Waldrändern und eine entsprechende Anpassung der Bestockung geboten. Beide Effekte verlieren mit der Zeit an Bedeutung, da sich die betroffenen Bäume langfristig an die neuen Bedingungen gewöhnen werden.

Die künftig weiterhin als Waldareal geltenden Abschnitte entlang der Zulg werden als Niederwald mit vielen Sträuchern ausgestaltet und die "Waldränder" entlang des neuen Aarewegs abseits der Zulg sollen mittels Waldrandpflege strukturreich und ökologisch wertvoll ausgebildet werden (Zusammensetzung Gehölzarten, Buchten, punktuelle Aufwertungsmassnahmen für Reptilien etc.). Die Bewirtschaftungsformen werden in diesen Bereichen zur Erhaltung dieser wertvollen Strukturen entsprechend vereinbart.

Letztlich stehen rund 3.3 ha weniger Waldfläche zur wirtschaftlich interessant(er)en Holzproduktion bereit, was die potenzielle Nutzungsmenge entsprechend minimiert.

4.13.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht folgende Massnahmen vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Wald-01	Rodung und Rodungseratz gemäss Rodungsentcheid. Anzeichnung von Rodungsflächen durch den zuständigen Revierförster. Schonung des verbleibenden Bestands.	Revierförster / Forstbetrieb	Vor und während Bauphase
Wald-02	Die Eingriffe für Arbeits- und Installationsplätze sind auf eine minimale Flächenbeanspruchung zu begrenzen, wo nötig nach Bauende rückzubauen und Flächen mit Konkurrenzvegetation sind ggf. zu bepflanzen.	Bauunternehmer / UBB	Vor bis nach Bauphase
Wald-03	Die Wiederbewaldung auf den temporär gerodeten Flächen soll wo möglich mit Naturverjüngung erfolgen. Sind Pflanzungen unumgänglich, werden die Flächen mit standortgerechten Baum- und Straucharten bestockt. Die nötigen Pflegemassnahmen für die Folgejahre werden für natürlich verjüngte und bepflanzen Flächen festgelegt.	UBB / Forstbetrieb	Nach Bauphase
Wald-04	Die allfällige Ersatzaufforstung (Vorbehalt Gesamtbilanzierung Rodungseratz) hat in den dafür vorgesehenen Flächen gemäss noch zu erstellendem Bepflanzungsplan mit standortgerechten Baumarten zu erfolgen. Im Bepflanzungsplan sollen auch die nötigen Pflegemassnahmen für die Folgejahre festgelegt werden.	UBB / Forstbetrieb	Während / nach Bauphase
Wald-05	Während der Rodungsarbeiten und der Bauphase sollen Informationen und Umleitungen für Erholungssuchende erstellt und signalisiert werden.	Bauunternehmer	Vor und während Bauphase

4.13.5 Beurteilung

Das Projekt hat einen bedeutenden Einfluss auf den bestehenden Wald. Aus dem Blickwinkel der Holzproduktion betrachtet geht eine bedeutende Waldfläche dauerhaft verloren. Die temporär beanspruchten Waldflächen werden wiederaufgeforstet oder gelten künftig als unbestocktes Waldareal (forstliche Bauten).

Schutz vor Naturgefahren

Der bestehende Gerinneschutzwald (GSW) wird infolge der Gerinneaufweitung teilweise gerodet, während eine flächenmässig vergleichbare Fläche an neuem GSW mit vergleichbarer Wirkung entlang den neuen Uferlinien entsteht.

Natur und Lebensräume

Es ist davon auszugehen, dass in der Aufweitung durch die Zulug eine sehr dynamische Entwicklung stattfinden wird (wechselnde temporär überschwemmte Flächen). Speziell auch der auf den verbleibenden Kiesinseln stockende Wald wird mittel-langfristig stark beeinflusst. Zusammen mit den ökologisch aufgewerteten Uferböschungen sowie Waldrandbereichen führt das zu mehr Diversität an Natur- und Lebensräumen, welche von einer grösseren Anzahl Arten genutzt werden können als dies in der Ausgangssituation der Fall ist.

Erholung und Freizeit

Die Erholungssuchenden und Freizeitnutzer profitieren von den im Projekt geplanten Aufwertungsmassnahmen (landschaftliche Attraktivitätssteigerung, intensiveres Naturerlebnis), der neu gestalteten Erholungsinfrastruktur (Grillplatz Zulgspitz) und dem neu erstellten Kalisteg. Ein Zugang zum Wasser und den Uferbereichen ist in den entsprechenden Bereichen weiterhin vorgesehen und erwünscht. Der aufgeweitete Bereich an der Zulgmündung lädt zum Spielen und Verweilen sowie zu Natur- und

Tierbeobachtungen ein. Die geplanten Warnleuchten unterhalb der Brücken gehen bei Gewitterereignissen im Einzugsgebiet der Zulg (Eriz) in Betrieb und warnen dadurch die im Gerinne befindlichen Personen rechtzeitig vor Flutwellen.

Holzproduktion

Der neu verlegte Aareweg ermöglicht weiterhin eine effiziente Waldbewirtschaftung und -pflege im verbleibenden Waldareal. Durch das Projekt geht aber eine Holzproduktionsfläche von ca. 3.3 ha verloren. Dieser Verlust wird einerseits durch die definitive Rodung für das neue Gerinne verursacht, andererseits ergibt er sich in den ökologisch aufgewerteten Bereichen (Uferböschungen und Teile Waldrandbereiche) die geplante Bewirtschaftungseinschränkungen und den im Einflussbereich der Zulg stockenden, wirtschaftlich weniger interessanten Auenwald.

Gesamtbilanz

Der Wald im Aufweitungsbereich soll sich zumindest auf Teilflächen grundsätzlich wieder in Richtung seiner natürlichen Ausprägung entwickeln können (Weich- und Hartholzauenbestände im Mündungsbereich der revitalisierten Aare und Zulg). Neben der Lebensraumfunktion wird auch die Erholungsfunktion des Waldes im Projektperimeter verbessert, während die Hochwasserschutzfunktion des Waldes unverändert bleibt.

Es wird erwartet, dass die Beeinträchtigung der Holzproduktionsfunktion durch den Erhalt oder die Förderung der anderen Waldfunktionen mindestens kompensiert werden kann. Sollte dies nicht der Fall sein, wird ergänzend noch ein entsprechender Realersatz geleistet (Ersatzaufforstung).

4.13.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Für die Hauptuntersuchung sind insbesondere folgende Punkte noch zu klären bzw. zu erarbeiten:

- Bestimmung der definitiven und der temporären Rodungsflächen im Rahmen des Rodungsge-suchs. Massgebend für diesen Entscheid ist im Gerinne die bei Mittelwasser benetzte Fläche und ausserhalb des Gerinnes die geplante Nutzung und Ausdehnung der beanspruchten Flächen.
- Klärung der Art des Rodungersatzes: Primär: Verzicht auf Rodungersatz durch Nachweis einer positiven Gesamtbilanz Rodungersatz; falls eine negative Bilanz resultiert, die Differenz in Form von Realersatz (Ersatzaufforstung) oder ggf. Ersatzmassnahmen für Natur und Landschaft aus-gleichen.
- Klärung der waldrechtlichen Tatbestände pro Flächeneinheit und Erarbeiten der entsprechenden Gesuche um Ausnahmegewilligung: **Rodung und Ersatzaufforstung** nach Art. 5 bis 7 WaG, Art. 5ff WaV und Art. 19 KWaG; **Unterschreitung des gesetzlichen Waldabstandes** nach Art. 17 WaG, Art. 25-27 KWaG und Zustimmung des Kantons (Formular 4.2 Bauten nach Waldgesetz; keine Bundesvorgabe); **Nachteilige Nutzung (Nichtforstliche Kleinbauten und -anlagen)** nach Art. 16 WaG und Art. 35 KWaV; **Forstliche Bauten und Anlagen** nach Art. 13a WaV
- Bedürfnisgerechte Detailplanung für die Rekultivierung des Abschnitts "Farmweg" unter Einbezug der Waldabteilung, der Gemeinde Steffisburg und der Anwohnerschaft.

4.14 Flora, Fauna, Lebensräume

4.14.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.14.2 Ausgangszustand

Im Rahmen der Voruntersuchung wurden folgende Kartierungen durchgeführt:

- Reptilien
- Lebensräume (Istzustand für die Lebensraumbilanzierung nach BESB und BESB_{FG})

Nebst der ausführlichen Beschreibung dieser zwei Bereiche wird kurz auf jede Artengruppe eingegangen, für welche Daten von Info species angefordert wurden. Fische und andere aquatische Organismen werden im Kapitel 4.6 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme behandelt.

Lebensräume

Im Geoportal ist der gesamte Bereich unterhalb des Kalistegs als potenzielle Auenlandschaft ausgewiesen. Der Wald weist einen trockenen Untergrund auf, was sich in der Artenzusammensetzung spiegelt. Der Höhenunterschied zwischen der Gewässersohle und dem Waldboden ist ausserordentlich gross resp. der Austausch der Vegetation mit dem Grundwasser kaum mehr gewährleistet. Entsprechend zeugen heute vorab alte Eschenwaldbestände und Restbestände der Weissen Segge vom ehemaligen Eschen-Auenwald. Bemerkenswert sind die Bereiche, in denen auf dem Schottergrund alte Föhren den Eschenwald ergänzen.

Als Grundlage für die Massnahmenplanung in der Hauptuntersuchung wurde die Kartierung des Ausgangszustands der Lebensräume bereits in der Voruntersuchung vorgenommen. In Abstimmung mit dem Massnahmenpool Aare Thun-Bern für die Aareprojekte zwischen Thun und Bern folgte auch diese Kartierung der Bewertungsmethode BESB und für den Gewässerlebensraum der Methodenergänzung BESBFG (Stand Juli 2020).

Der Projektperimeter wurde nach Norden erweitert bis an den Autobahnzubringer (siehe Abb. 22).

Flächenmässig den grössten Anteil im Untersuchungsperimeter macht erwartungsgemäss der Hartholz-Auenwald aus, der in der Bewertung unterschieden wird je nach Alter der Bäume und Durchmischungsgrad mit Fichten. Dem Hartholz-Auenwald, der fragmentartig Föhrenwaldbestandteile enthält, wurde – nebst dem Streifen Halbtrockenrasen entlang des Aareufers - der grösste Biotopwert beige-messen.

Diese schützenswerten Lebensraumtypen resp. Rote Liste- oder national prioritäre Lebensräume werden durch das Projekt tangiert:

Tabelle 3 Rote Liste- resp. schützenswerte Lebensraumtypen nach NHV, die durch das Projekt beeinträchtigt werden.

ID	Lebensraumtyp	Delarze et al.	RL / NP	Schützenswert nach NHV Anh. 2	Standort
123	Hartholz-Auenwald	6.1.4 Fraxinion	LC	ja	Uferbereiche, Wald im Mündungsbereich
131	Trockenwarme Mauerflur	7.2.1 Centrantho-Parietaron	VU NP 3	-	Zulgspitz, rechtes Ufer
132	Trockenwarme Ruderalflur	7.1.5 Onopordion	EN NP 3	ja	Kleine (Weide-) Fläche oberhalb Kalisteg

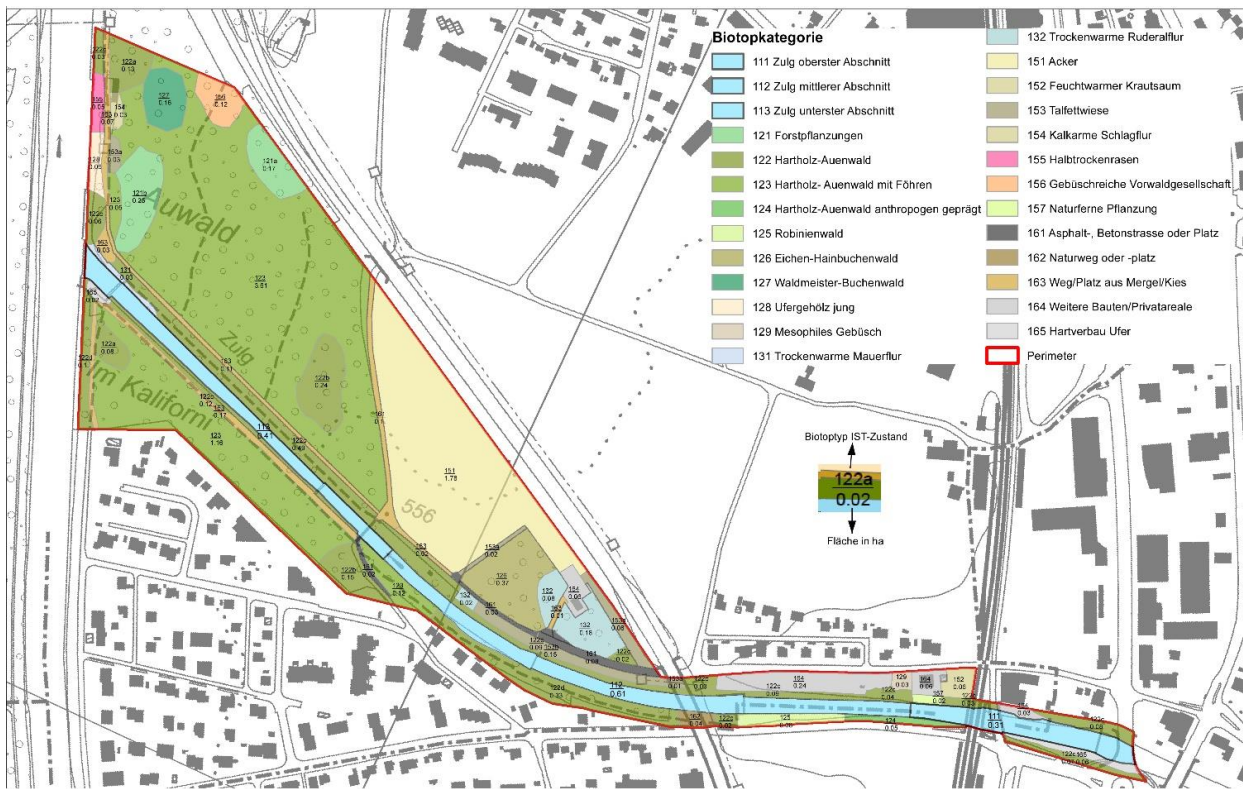


Abbildung 22 Istzustandsaufnahme der Lebensräume gemäss der Methode BESB (und Ergänzung BESB_{FG})

Die Bilanztafel sowie die erläuternde Tafel zur Istzustandsaufnahme ist in Anhang 4.14.-1 ersichtlich.

Für Erläuterungen zu den IDs 111-113 (Fließgewässer) siehe Kap. 4.6 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme.

Reptilien

In der Datenliste von Infofauna sind folgende Reptilienarten enthalten:

Tabelle 4 Im Projektperimeter gemeldete Reptilien (Quelle: Info fauna)

FAMILIE	GATTUNG	ART	DEUTSCH	PRIO	LR	PROT_CH
Anguidae	Anguis	fragilis	Blindschleiche		LC	1
Colubridae	Coronella	austriaca	Schlingnatter	4	VU	1
Colubridae	Natrix	helvetica	Barrenringelnatter	3	VU	
Lacertidae	Lacerta	agilis	Zauneidechse	4	VU	1
Lacertidae	Podarcis	muralis	Mauereidechse		LC	1

Bereits im Projekt aarewasser wurde den Reptilien im Bereich Zulgmündung besondere Beachtung geschenkt. Die bestehenden grossflächigen, südexponierten Ufersicherungen im Mündungsbereich, aber auch die Uferverbauungen flussaufwärts bieten gute, etablierte Standortbedingungen und Vernetzungselemente für mehrere Arten. Als Highlight erwies sich damals der Fund der Schlingnatter.

Entsprechend wurde die genaue Kartierung von Reptilien bereits im Rahmen der Voruntersuchung durch Max Dähler, ausgewiesener Reptilienexperte und Ortskenner, vorgenommen.

Die Bestandesaufnahme wurde zwischen Mai und Juli 2020 mittels 12 ausgelegten Platten vorgenommen. Nebst der Kartierung der aktuellen Vorkommen lag der Fokus auf dem Vergleich mit der Bestandesaufnahme 2009, die im Rahmen von aarewasser gemacht worden war sowie Schlussfolgerungen und Empfehlungen für das vorliegende Projekt. Der detaillierte Projektbericht ist in Anhang 4.14.-2 ersichtlich.

Resultate 2020:

Tabelle 5 Resultate des Reptilienmonitorings 2020

Schlingnatter:	keine Nachweise
Ringelnatter:	wenig Nachweise (im Vergleich zu den letzten Monitorings 2009 und 2010)
Blindschleiche:	einige Nachweise
Zauneidechse:	keine Nachweise
Mauereidechse:	grosse und stellenweise sehr dichte Populationen, im Vergleich zu den letzten Monitorings 2009 und 2010 zunehmend

Ein direkter Vergleich mit der Aufnahme 2009/2010 ist nicht konsistent, da der Kartieraufwand im Rahmen von aarewasser deutlich grösser war. Trotzdem lassen sich aus den Resultaten 2020 einige Schlussfolgerungen ableiten.

Tabelle 6 Folgerungen aus den Kartierresultaten 2020 (Quelle: Max Dähler, Bestandesaufnahme Reptilien, Aktualisierung gegenüber Stand aarewasser (2009); 7.8.2020)

Schlingnatter:	Die Art wurde letztmals 2010 an der Zulg nachgewiesen. Bis anfangs der 1970er-Jahre lebte noch eine kleine Population am damaligen Baggersee Heimberg, von der Zulgmündung 1,4km aareabwärts. Mit dem Ende der Kiesentnahme aus dem Baggersee begann die Verbuschung der Uferzonen und der näheren Umgebung; das einst schöne Reptilienhabitat wurde im Verlauf der Jahrzehnte für die Schlingnatter wertlos. Ähnlich hat im ganzen Gebiet Zulg/Aare die Vegetation kontinuierlich zugenommen, sodass günstige Schlingnatter-Habitate heute kaum mehr oder nur sehr punktuell vorhanden sind. Es erscheint trotzdem unwahrscheinlich, dass die Art im Gebiet Aare/Zulg/Steffisburg/Heimberg ausgestorben ist. Umso dringender sind für diese Art Fördermassnahmen im zukünftigen, renaturierten Zulgdelta.
Ringelnatter:	Diese sehr mobile Art ist im gesamten Gebiet noch vorhanden, jedoch wahrscheinlich infolge der zunehmenden Verbuschung vermehrt an andere, günstigere, neu entstandene Orte ausgewichen. Zum Beispiel in das neue Schutzgebiet Schintere auf der anderen Aareseite (Adulttiere dieser Art überqueren nachweislich die Aare) oder zulgaufwärts in neu entstandene, strukturreiche Gärten, wo sie in den letzten Jahren vermehrt, beobachtet wurde.
Blindschleiche:	Die Monitoring-Resultate lassen für diese Art keine Veränderung in der Häufigkeit erkennen (auch darum, weil die Art in den Jahren 2009 und 2010 nicht durchwegs quantitativ erfasst wurde). Die zunehmende Verbuschung wirkt sich sicher auch auf diese Art negativ aus, jedoch reagiert sie wahrscheinlich weniger empfindlich.
Zauneidechse:	Diese Art ist eindeutig abnehmend, wahrscheinlich schon seit mehreren Jahrzehnten. Zwei für die Art negative Veränderungen stehen dabei im Vordergrund: <ul style="list-style-type: none"> - Prädationsdruck durch die zunehmenden Mauereidechsen-Populationen - zunehmende Verbuschung Es ist fraglich, ob die Zauneidechse zusammen mit der sehr produktiven Mauereidechse überhaupt überleben kann, selbst bei Realisierung von optimalen Förder- und Schutzmassnahmen.

	<p>Andernorts hat sich gezeigt, dass die Mauereidechse bei zunehmender Individuendichte auch Zauneidechsen-typische Habitate einnimmt: einige Dutzend Meter entfernt von Steinen/Mauern/Felsen. Das bedeutet, dass Massnahmen für die Zauneidechse immer auch die Mauereidechse fördern, sofern diese bereits im Gebiet vorhanden ist.</p> <p>Hauskatzen: wurden im Gebiet Zulgmündung/Aareweg noch nie gesehen; möglicherweise eine Folge der zahlreichen und oft auch freilaufenden Hunde.</p>
Mauereidechse:	<p>Fortgesetzte Arealausweitung seit mehreren Jahrzehnten gilt für diese Art wie fast überall in der Schweiz auch im Gebiet Aare/Zulg. Durch die Klimaerwärmung wird dieser Prozess wahrscheinlich noch begünstigt und beschleunigt. Die Monitorings 2009/2010 und aktuelle Beobachtungen zeigen, dass die Art in den letzten 11 Jahren von der Aareböschung her entlang der Zulg über eine Strecke von 5km vorgedrungen ist. Entlang der Migrationsroute besteht eine zusammenhängende Population mit stellenweise sehr hohen Individuendichten.</p> <p>Die grünen Tiere sind in der Überzahl (Einflüsse der aus Mittelitalien eingeschleppten Unterart).</p>

Als vorgezogene Massnahme wurde Ende Jahr 2020 die wertvolle rechtsufrige Böschung der Zulgmündung entbuscht und so in einen reptilienfreundlichen Zustand versetzt.

Insekten (und andere Wirbellose)

Die Datenliste von Info fauna enthält nebst einigen Arten des Makrozoobenthos (siehe Kap. 4.6) nur Schmetterlingsarten und eine Meldung des Grossen Glühwürmchens aus dem Jahr 2002 in der näheren Umgebung des Projektperimeters.

Unter den Meldungen von Schmetterlingen sind zwei potenziell gefährdete Arten:

Tabelle 7 Im erweiterten Projektperimeter gefundene potenziell gefährdete Insektenarten laut Info fauna.

FAMILIE	GATTUNG	ART	DEUTSCH	PRIO	LR	PROT_CH
Hesperiidae	Carcharodus	alceae	Malven-Dickkopffalter		NT	
Lycaenidae	Cupido	argiades	Kurzschwänziger Bläuling		NT	

Der Fundort des Malven-Dickkopffalters liegt in einem Ufergehölz im oberen Projektteil. Der Kurzschwänzige Bläuling wurde im Kaliforni-Quartier beobachtet.

Für Insekten ist der Projektperimeter im Ausgangszustand von mässigem Wert; gerade die Ruderalfläche beim Gaswerk und die schmale Weidefläche am rechten Ufer bergen nebst gewissen Straucharten der Ufervegetation interessante Nahrungsgrundlagen für eine breitere Palette an Insekten. Artenreiche Wiesen, offene Bodenstellen und Totholz als wichtige Lebensräume sind nur in sehr beschränktem Mass vorhanden.

In der Liste der Schnecken von Info fauna kommen keine gefährdeten Arten vor.

Vögel

Die Artenliste der Vogelwarte enthält für den erweiterten Perimeter zwei gefährdete und sieben potenziell gefährdete Arten:

Tabelle 8 Vogelarten der Roten Liste gemäss Datenbank der Vogelwarte.

Artnamen Dt	wiss Artname	Rote Liste (2010)
Waldlaubsänger	Phylloscopus sibilatrix	VU
Wacholderdrossel	Turdus pilaris	VU
Mauersegler	Apus apus	NT
Turmfalke	Falco tinnunculus	NT
Baumfalke	Falco subbuteo	NT
Mehlschwalbe	Delichon urbicum	NT
Gartengrasmücke	Sylvia borin	NT
Gartenrotschwanz	Phoenicurus phoenicurus	NT
Bluthänfling	Linaria cannabina	NT

Zusätzlich kommen 12 weitere Arten mit nationaler Priorität vor:

Tabelle 9 National prioritäre Vogelarten (zusätzlich zu den Rote Liste-Arten) gemäss Datenbank der Vogelwarte.

Artnamen Dt	wiss Artname	Rote Liste (2010)	prior_BAFU-Brutvöge
Sperber	Accipiter nisus	LC	3
Rotmilan	Milvus milvus	LC	1
Schwarzmilan	Milvus migrans	LC	3
Mäusebussard	Buteo buteo	LC	3
Tannenmeise	Parus ater	LC	3
Haubenmeise	Lophophanes cristatus	LC	3
Sumpfmehle	Poecetes palustris	LC	3
Wasseramsel	Cinclus cinclus	LC	3
Misteldrossel	Turdus viscivorus	LC	3
Hausrotschwanz	Phoenicurus phoenicurus	LC	3
Wintergoldhähnchen	Regulus regulus	LC	3
Sommergoldhähnchen	Regulus ignicapilla	LC	3

Direkt an den Lebensraum Zulug gebunden ist dabei einzig die Wasseramsel. Für die anderen Arten ist die Zulug aufgrund der Wasserinsekten resp. Insekten interessant, die nach dem wassergebundenen Larvenstadium aus dem Fluss aufliegen und als Nahrungsbasis dienen. Laut UVB aarewasser haben die Zulugmündung, aber auch die betroffenen Waldstandorte im Ausgangszustand (und in der Bau-phase) keine besondere Bedeutung für Vögel.

Amphibien

Für den Projektperimeter liegen bei Info fauna keine Daten vor, alle Fundorte des Kilometerquadrats liegen auf der anderen Aareseite. Innerhalb des Projektperimeters liegen keine Fortpflanzungsgewässer. Im Rahmen von aarewasser wurde im UVB auf den Bedarf nach Trittsteinbiotopen auch auf der rechten Aareseite resp. im Bereich der Zulugmündung hingewiesen:

Ein Teil des Landlebensraumes (Wald) des Amphibienlaichgebietes von nationaler Bedeutung Schintere Lerchenfeld (BE 1063), dem Lebensraum einer grossen Laubfroschpopulation, liegt im Massnahmenperimeter MN1 (siehe auch MN0). Auf dem Gelände der ARA befindet sich ein Amphibienlaichgewässer. Beidseitig der Aare fehlen jedoch weitere Trittsteinhabitats, die gerade für den Laubfrosch (vor allem auf der linken Aareseite), und auf der rechten Aareseite auch für die Gelbbauchunke sehr wichtig wären. Stellenweise fehlen sogar vernetzende, etwas breitere Landlebensraumstrukturen. Ein Wassersammler an der Autobahn könnte im heutigen Zustand wandernden Amphibien eine Falle sein.

Säuger

Laut Info fauna kommen folgende Arten der Roten Liste resp. geschützte oder national prioritäre Arten im Umfeld des Projektperimeters vor:

Tabelle 10 Bei Info fauna gemeldete Säugerarten im Umfeld des Projektperimeters. *= prov. Status

FAMILIE	GATTUNG	ART	DEUTSCH	PRIO	RL	PROT_CH
Mustelidae	Mustela	putorius	Illtis	4	VU*	1
Erinaceidae	Erinaceus	europaeus	Westigel		NT*	2
Castoridae	Castor	fiber	Europäischer Biber		LC*	1
Gliridae	Muscardinus	avellanarius	Haselmaus	4	VU*	1
Sciuridae	Sciurus	vulgaris	Eichhörnchen		LC*	1

Daten zu Fledermausvorkommen liegen keine vor.

Flora

Laut Datenbank von Infoflora kommen im Projektperimeter zwei Arten der Roten Liste (VU) resp. mit nationaler Priorität sowie zwei potenziell gefährdete Arten (NT) vor. Zusätzlich kommt eine schweizweit geschützte Art vor.

Tabelle 11 Gefährdete/geschützte/prioritäre Pflanzenarten im Umfeld des Projektperimeters gemäss Liste Info flora.

taxon	name_de	family	redlist	priority	measures	monitoring	ch_protection
<i>Rosa majalis</i> Herm.	Zimt-Rose	Rosaceae	VU	2	1	1	
<i>Cypripedium calceolus</i> L.	Frauenschuh	Orchidaceae	VU	4	2	1	2
<i>Allium carinatum</i> L.	Gekielter Lauch	Amaryllidaceae	NT				
<i>Lithospermum officinale</i> L.	Echter Steinsame	Boraginaceae	NT				
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	Gewöhnliche Breitblättrige Stendelwurz	Orchidaceae	LC	K			2

Zimt-Rose (Rosa majalis)

Der einzige gemeldete Standort der Zimt-Rose liegt rechtsufrig auf der Höhe Zulgmündung, aufgrund ihrer Standortbedürfnisse mit grosser Wahrscheinlichkeit am Wegrand. Es ist anzunehmen, dass deutlich mehr Individuen vorhanden sind. Entlang der Aare zwischen Thun und Bern liegt einer der Verbreitungsschwerpunkte der Rosenart.

Frauenschuh (Cypripedium calceolus)

Die Funddaten des Frauenschuhs stammen aus den Jahren 1992 bis 1994; offenbar gab es noch einen späteren Nachweis im Jahr 2000. Der Standort lag linksufrig im Waldstreifen beim Kaliforni. Die Nachfrage beim Orchideenspezialisten Chr. Gnägi, ob die Art aktuell noch vorkommt, ergab, dass sie an diesem Standort mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht mehr wächst. Der Standort sei im Rahmen des Aktionsplans Frauenschuh durch T. Caspari überprüft worden und es habe keine Rückmeldung darauf gegeben.

Anlässlich der Kartierung der Zimtrose (siehe Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung) soll noch einmal spezifisch nach dem Frauenschuh und anderen Orchideenarten gesucht werden. Im Rahmen der Projekterarbeitung «WBP Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg» konnten im Zulgboden durch die Projektverfasser mehrere Orchideenarten festgestellt werden.

Gewöhnliche Breitblättrige Stendelwurz (Epipactis helleborine)

Eine Art des Orchideen-Buchenwalds, deren gemeldeter Standort an der Perimetergrenze gegen den Autobahnzubringer liegt.

Potenziell gefährdete Arten

Der Gekielte Lauch (*Allium carinatum*) ist eine typische Art des Xerobromions; der Standort des Vorkommens liegt am rechten Ufer bei der zweituntersten Schwelle. Auch der gemeldete Standort des Echten Steinsames (*Lithospermum officinale*), einer Art des Mesophilen Krautsaums, liegt im Uferbereich der Mündung.

Moose

Von den neun Arten, von denen bei Info species Daten für das Kilometerquadrat vorliegen, gilt keine als gefährdet oder national prioritär.

Pilze und Flechten

Laut Auskunft der WSL resp. SwissLichens gibt es für den Projektperimeter keine Fundmeldungen von Pilzen und Flechten.

4.14.3 Projektauswirkungen

Lebensräume

Durch die Baumassnahmen werden schützenswerte Lebensräume nach Anhang 2 NHV resp. ein Lebensraum der Roten Liste beeinträchtigt: Hartholz-Auenwald, Trockenwarme Mauerflur und Trockenwarme Ruderalflur. Für diese Flächen ist Ersatz zu leisten.

Wie sich die Projektmassnahmen auf die Lebensräume auswirken, soll im Rahmen der Hauptuntersuchung UVB anhand der Bilanzierung gemäss Bewertungsmethode für Eingriffe in schützenswerte Biotope (BESB) beurteilt und prognostiziert werden. Es wird gesamthaft eine Verschiebung von statischen Lebensraumstrukturen hin zu dynamischen Auenbereichen stattfinden. Der Ersatz für die tangierten schützenswerten Lebensraumtypen wird vorderhand durch Weichholz-Auenwald- und neu geschaffene Ruderal- und Pionierflächen geschaffen.

Die Folgen für den Wald und die aquatischen Ökosysteme werden in Kap. 4.12 resp. Kap. 4.6 behandelt.

Reptilien

Bauphase

Die Bauphase stellt eine grosse Störung für wildlebende Tiere dar und ist eine sensible Zeit für Reptilien: Findet sie im Winter statt, befinden sich die Tiere in der Winterstarre und können nicht fliehen. Viele Tiere werden bei Bauarbeiten getötet. Deshalb soll vor den Bauarbeiten eine Reptilienfachperson beigezogen werden, welche die in Frage kommenden Lebensräume untersuchen und allfällige Tiere in der Winterstarre behändigen und in die bereitgestellten Strukturen (vorgezogene Ersatzmassnahmen) verlegen kann.

Die Ersatzmassnahmen sind vor der Zerstörung der bestehenden Lebensräume im Uferbereich der Zulg zu erstellen, so dass die Tiere frühzeitigen Ersatzlebensraum finden.

Zum Schutz der bestehenden Populationen wird der obere Bereich der heutigen Uferverbauung wo immer möglich stehen gelassen, obwohl er zur Ufersicherung nicht mehr notwendig wäre.

Die Anlage der Ersatzmassnahmen ist zwingend unter fachkundiger Anleitung der UBB oder einer Reptilienfachperson vorzunehmen.

Betriebsphase

Die zukünftige Zulgmündung stellt unter der Bedingung, dass die Ersatz- und Aufwertungsmassnahmen umgesetzt werden, einen hochinteressanten Lebensraum für Reptilien dar. Wir gehen davon aus, dass sich die Schlingnatter noch im Gebiet befindet und ihren Lebensraum in die Zulgmündung erweitern kann. Das wird aber einige Jahre dauern. Mit der (Wieder-)Besiedlung des Gebiets durch

Ringelnatter, Blindschleiche und Mauereidechse ist bereits früher zu rechnen. Ob sich die Zauneidechse mit den besseren Bedingungen wieder einfindet, ist insbesondere aufgrund des Drucks der häufigen Mauereidechse nicht vorauszusagen.

Zentral für eine langfristige Etablierung grösserer Reptilienpopulationen im Projektperimeter ist die sachgemässe Anlage der Ersatzmassnahmen sowie angepasste Pflege und Unterhalt. Die südexponierte Böschung der Zulgmündung ist langfristig von zu starkem Bewuchs freizuhalten.

Die langgezogenen Geröllriegel in der Uferböschung sowie entlang des Wanderwegs sollen ausserhalb des regelmässigen Hochwasserbereichs liegen, aber Geröllablagerungen wie nach einem HQ100 nachempfunden sein. Sie sind lang und flach und mit Holz durchsetzt. Folgende Bilder zeigen ideale natürliche Lebensräume für Reptilien entlang von Fliessgewässern:



Foto: Max Dähler



Foto: Andreas Meyer



Foto: Andreas Meyer



Foto: Andreas Meyer

Abbildung 23 Beispiele natürlicher Lebensräume für jene Reptilienarten, die entlang der Zulg anhand geeigneter Ersatzmassnahmen gefördert werden sollen.

Liegt ein Teil der Steinstrukturen im Boden, dienen sie Reptilien und anderen Kleintieren auch als Unterschlupf für die Überwinterung. Das Steinmaterial (Korngrösse 20-50 cm) kann aus dem Zulgmaterial gesiebt werden.

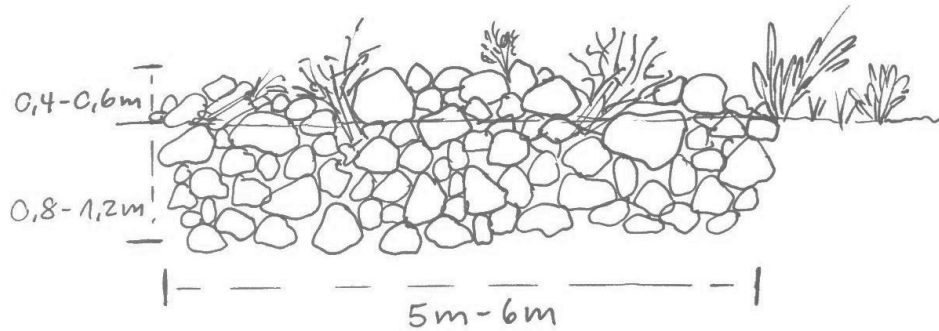


Abbildung 24 Skizze der langgezogenen Ersatzmassnahmen für Reptilien. Nur etwa 50 cm der Struktur liegt oberirdisch, der Rest unterirdisch.

Insekten

Für die grosse Masse an Insekten dürften die Projektmassnahmen längerfristig sehr positive Auswirkungen haben. Mit der Anlage von Kleinstrukturen sowie artenreichen Wiesen- und Strauchmischungen werden viele neue Lebensgrundlagen für Insekten geschaffen; es kann erwartet werden, dass sich bei entsprechendem Nahrungsangebot und entsprechender Pflege der Strukturelemente auch seltene resp. gefährdete Arten ansiedeln werden. Auch für die beiden potenziell gefährdeten Schmetterlingsarten Malven-Dickkopffalter und Kurzschwänziger Bläuling wird das Nahrungsangebot im Projektperimeter erweitert.

Im Mündungsbereich entstehen durch die Erosionstätigkeit der Zulg offene Bodenflächen, die für die zahlreichen bodennistenden Arten förderlich sind.

Eine Erhöhung der Zahl an Insekten wirkt sich positiv auf die Bestände von Fischen, Vögeln, Fledermäusen und Reptilien aus.

Zu hoffen ist, dass sich mit den vielfältigen Böschungsstrukturen und dem strukturierten Waldrand auch das Grosse Glühwürmchen ausbreiten kann. Bedingung dafür ist, dass keine neuen Lichtquellen geschaffen werden.

Vögel

Bauphase

Rodungen und Bauarbeiten sind ausserhalb der Brutzeit durchzuführen. Nistplätze der Wasseramsel dürften durch die baulichen Arbeiten am Uferverbau beeinträchtigt werden. Auch durch die Rodungen werden potenzielle Nistbäume zerstört.

Betriebsphase

Aufgrund der getroffenen Massnahmen sind mittelfristig trotz der verkleinerten Waldfläche Aufwertungen für Vögel zu erwarten: Ein Teil des Waldes wächst in Form von Ufergehölzen und Weichholz-Auenbereichen in der Aufweitung wieder nach; angepflanzte Beeresträucher und Kleinstrukturen sorgen für Unterschlupf und Nahrungsgrundlage, ebenso die erwartbare Zunahme an Insekten. Ob sich der Eisvogel im dynamischen Mündungsbereich einfindet und allenfalls unterstützende Massnahmen vorzunehmen sind, ist Gegenstand weiterer Abklärungen. Die Art kommt nachweislich zulgaufwärts vor.

Interessant dürfte die Entwicklung des Mündungsbereichs auch im Zusammenhang mit dem Flussregenpfeifer sein, der im hinteren Zulgbereich brütet (siehe UVB Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg von 2018).

Amphibien

Werden keine Bauarbeiten während der Hauptwanderzeit der Amphibien durchgeführt, sollten während der Bauzeit keine negativen Einflüsse auf Amphibien entstehen.

Im Rahmen von aarewasser war im Bereich Zulgmündung die Neuanlage mehrerer Mulden vorgesehen, um einen neuen zu Heimberg vernetzten Standort der Gelbbauchunke und weiterer Arten (Laubfrosch, Fadenmolch) zu schaffen.

In der Betriebsphase dürften im Mündungsbereich aufgrund dynamischer Prozesse und den Auswirkungen der Holzstrukturen im Übergangsbereich Wasser-Land temporäre Tümpel entstehen, welche als Fortpflanzungsgewässer für die Gelbbauchunke in Frage kommen, was eine deutliche Aufwertung gegenüber dem Ausgangszustand darstellt.

Säuger

Die Situation wird sich längerfristig dank dem aufgeweiteten Mündungsbereich und der besseren Strukturierung der Zone bei den heutigen Familiengärten für diverse Säugerarten verbessern. Der Biber dürfte sich rasch ansiedeln. Eine Verschlechterung der Situation kann allenfalls aufgrund der verkleinerten bisherigen Waldfläche erwartet werden. Hierzu soll im Rahmen der Hauptuntersuchung der Wildhüter kontaktiert werden.

Flora

Bauphase

Das gemeldete Vorkommen der Zimt-Rose wird durch das Bauprojekt tangiert. Entsprechend müssen die genauen Standorte vorgängig kartiert und die Pflanzen vor Baubeginn umgesiedelt werden.

Falls der Frauenschuh (oder andere Orchideenarten) vorkommen, ist sicherzustellen, dass das Vorkommen durch die Baumassnahmen nicht beeinträchtigt wird (Materiallager, Baupiste etc.). Der bekannte Standort des Gekielten Lauchs liegt am rechten Ufer im Mündungsbereich und wird durch das Projekt tangiert. Das gemeldete Vorkommen des Echten Steinsames liegt am linken Ufer im Mündungsbereich und wird ebenfalls durch die Bautätigkeit zerstört.

Es ist im Rahmen der Hauptuntersuchung zu klären, inwiefern die Bestände dieser beiden Arten geschützt resp. umgesiedelt werden sollen.

Betriebsphase

In der Betriebsphase ist eine vielfältigere Flora als im Ausgangszustand zu erwarten. Zum einen wird im Mündungsbereich eine dynamische Zone geschaffen, welche insbesondere Bedingungen für die Ansiedlung von Pionierarten schafft. Wir gehen davon aus, dass sich eher häufige autotypische Arten ansiedeln werden. Die seltene Deutsche Tamariske, die in den 1940er-Jahren noch im Zulgboden vorkam, wurde im Rahmen der Projekterarbeitung «WBP Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg» nicht mehr gefunden und dürfte aus dem Gebiet verschwunden sein. Zum anderen wird im Bereich der heutigen Familiengärten der Oberboden abgetragen und mittels vielfältiger Bodenreibungen, Strukturen, Ansaaten und Strauchpflanzungen eine reiche Pflanzenvielfalt ermöglicht. Nicht zuletzt dürfte sich auch der südexponierte Waldrand im Mündungsbereich dank Strukturierungsmassnahmen und den Ersatzmassnahmen für Reptilien sowie langfristig angepasstem Unterhalt vielfältiger entwickeln als heute. Insbesondere entstehen ideale Bedingungen für die Zimt-Rose. In Bezug auf die Orchideenarten sind derzeit keine nennenswerten Änderungen in den Standortbedingungen gegenüber heute zu erwarten.

Die offenen Bodenflächen bergen das Risiko der Ansiedlung von invasiven Neophyten (siehe Kap. 4.11)

Für Moose, Flechten und Pilze sind keine negativen Projektauswirkungen zu erwarten.

4.14.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht folgende Massnahmen vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
FloFa-00	Vorgezogene Massnahme / Sofortmassnahme für Reptilien: Entbuschen der rechtsufrigen Uferböschung an der Zulgmündung; Beschattung von max. 25% der Uferböschung	Gem. Heimberg	Bereits erledigt
FloFa-01	Vorgezogene Ersatzmassnahme für Reptilien: an 6 Stellen landseitig des verlegten Wanderwegs am rechten Ufer im Mündungsbereich Anlage von langgezogenen Geröllriegeln aus Zulgmaterial, mit Holz ergänzt und zu 2/3 in den Boden verlegt	Baufirma, UBB	VOR Bauphase
FloFa-02	Vorgezogene Ersatzmassnahmen für Reptilien: Strukturierter Waldrand mit Buchten landseitig des verlegten Wanderwegs am rechten Ufer im Mündungsbereich	Baufirma, Forstdienst, UBB	VOR Bauphase
FloFa-03	Beizug einer Reptilienfachperson zu Beginn der Bauphase jeder Bauetappe	Bauherr, UBB	Baubeginn
FloFa-04	Ersatzmassnahmen für Reptilien: 1/3 der südexpontierten Uferböschung in der Mündung werden nicht aktiv bestockt; Anlage von langgezogenen Geröllriegeln aus Zulgmaterial, mit Holz ergänzt und zu 2/3 in den Boden verlegt	Baufirma, UBB	Bauphase
FloFa-05	Anlage von Kleinstrukturen im Bereich der heutigen Familiengärten. Elemente: Steinlinsen, Holzhaufen, offenen Bodenstellen, Wurzelstöcke, Strauchgruppen, Ansaat für Ruderalstandorte	Baufirma, UBB	Bauphase
FloFa-06	Baumassnahmen und Rodungen sind ausserhalb der Brutzeit von Vögeln resp. der Setzzeit des Wilds vorzunehmen (01. April-15. Juli).	Planer, Bauherr	Planung Bau
FloFa-07	Massnahmen zum Schutz, zum Ersatz oder zur Wiederherstellung der Standorte gefährdeter Pflanzenarten	Planer, Bauleitung, UBB	Vor Baubeginn und während Bau

4.14.5 Beurteilung

Das Projekt tangiert mehrere Flächen schützenswerter Lebensräume sowie die Lebensräume mehrerer geschützter, gefährdeter oder national prioritärer Tier- und Pflanzenarten. Für diese Lebensräume und Arten sind entsprechende Schutz-, Wiederherstellungs- und/oder Ersatzmassnahmen vorzusehen und in der Hauptuntersuchung detailliert darzulegen.

Mit Umsetzung der Massnahmen ist vorab im Mündungsbereich mit einer ökologischen Aufwertung zu rechnen, da die Anzahl und Vielfalt an Lebensräumen für lokal und potenziell vorkommende Arten deutlich zunehmen. Das Ermöglichen von eigendynamischen Erosionsprozessen ist zwar auf den Mündungsbereich beschränkt, wird dort aber auentypische Vegetationstypen aufweisen.

4.14.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

- Ausweisen des Ersatzbedarfs und der Ersatzflächen für die tangierten schützenswerten Lebensräume
- Erstellen Bilanzierung der Lebensräume gemäss BESB und Methodenergänzung BESB_{FG}
- Detailbeschreibung zu den Ersatzmassnahmen für Reptilien im Uferbereich sowie im Bereich des strukturierten Waldrands
- Prüfen, ob weitere Fördermassnahmen für Reptilien im Bereich des Projektperimeters möglich sind (Waldauslichtung, Amphibientümpel)

- Planung einer Wirkungskontrolle für Reptilien
- Detailplanung der Kleinstrukturen im Bereich der heutigen Familiengärten mit besonderem Fokus auf Insekten, Vögel und Kleintiere
- Abklären, ob für die gefährdeten/prioritären Vogelarten Massnahmen nach Art. 18 NHG notwendig sind
- Abklären Aufwertungsmassnahmen für den Eisvogel
- Kontaktaufnahme Wildhüter betreffend Situation für Säuger
- Punktgenaue Kartierung der Zimtrose (*Rosa majalis*) im Projektperimeter; der Kartierzeitpunkt ist so zu legen, dass gleichzeitig eine Überprüfung des Gebiets nach Frauenschuh und weiteren Orchideenarten (u.a. Gewöhnliche Bereitblättrige Stendelwurz) gemacht werden kann. In der Hauptuntersuchung sollen Aussagen zu Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen für die Art(en) gemacht werden.
- Unterhaltskonzept für die Betriebsphase
- Ausarbeiten Pflichtenheft für die UBB
- Gesuch für Ausnahmegewilligung für Eingriffe in Ufervegetation

4.15 Landschaft und Ortsbild

4.15.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.15.2 Ausgangszustand

Innerhalb des Projektperimeters, auf der Strecke der Zulg zwischen der Brücke Bernstrasse und der Mündung in die Aare, gibt es keine inventarisierten Objekte von nationaler Bedeutung, die für den Landschafts- und Ortsbildschutz von Bedeutung sind. Das Gebiet der Zulg-Mündung ist als potenzielles Biotop Auenlandschaft, ausserhalb des Bundesinventars vermerkt (Abbildung 10). Unterhalb der ARA-Brücke beginnen das nationale BLN-Gebiet Aarelandschaft zwischen Thun und Bern sowie das kantonale Naturschutzgebiet Aarelandschaft Thun-Bern.

Das ganze Zulgtal ist als Naherholungsgebiet für die Agglomeration Thun von grösserer Bedeutung. Wanderwege und Velorouten bilden die Grundinfrastruktur für die Erholungsnutzung und sind auch im Umfeld des Projektperimeters vorhanden (Abbildung 25). Im Bericht zum Landschaftsrichtplan ERT ist denn auch als Ziel festgehalten, dass das Zulgtal unter Berücksichtigung der natürlichen und schützenswerten Biotope als stadtnahes Naherholungsgebiet erschlossen werden soll. Dem Zulgtal wird viel touristisches Potential attestiert, insbesondere weil die Zulg zwischen dem Innereriz und Steffisburg noch in einem unverbauten Bachbett verläuft [134].

Der Mündungsbereich der Zulg gehört inklusive Auwald zum Uferschutzplan gemäss Zonenplan der Gemeinde Heimberg [135]. Für die Uferschutzzone gelten besondere Bestimmungen, insbesondere zu Baubeschränkungen, zum Unterhalt eines durchgehenden Uferwegs und Massnahmen zum Schutz und Erhalt von naturnahen Lebensräumen.

Die Zulg hatte ursprünglich auf fast der gesamten Fließsstrecke den Charakter eines Bergbachs. Dies ist an der verbauten und verlaufkorrigierten Mündung an den grossen Höhenunterschieden immer noch ablesbar.

Im Projektperimeter sind nur wenige künstliche Lichtemittenten vorhanden. Am Kalisteg gibt es Strassenbeleuchtung, weiter zulgaufwärts erst ab dem Autobahnzubringer, rechtsufrig entlang der Unteren Zulgstrasse, linksufrig entlang der Aarestrasse resp. Bahnhofstrasse.



Abbildung 25: Wanderwege (gelb) und Velorouten (blau) im Umfeld des Projektperimeters (Swisstopo)



Abbildung 26: Erscheinungsbild der Zulg im Mündungsbereich (links) und im unteren Abschnitt, zwischen Kalisteg und Aare (rechts)

Das Erscheinungsbild der Zulg im unteren Abschnitt ist stark anthropogen geprägt. Die Begradigung des Flusslaufs ist in jedem Teilbereich des Projektperimeters offensichtlich. Der Uferweg verläuft durchgehend oberhalb der Böschungsoberkante, vereinzelt sind (inoffizielle) Zugänge zum Flussbett vorhanden.

4.15.3 Projektauswirkungen

Bauphase

In der Bauphase ist die Verlegung bzw. die temporäre Umleitung der Wanderwege rund um die Zulg von Bedeutung. Es sind mehrere Umleitungen notwendig, dazu muss vor Beginn der Bauphase eine

detaillierte Planung inklusive Kommunikation aufgegleist werden. Die Veloroute Thun-Bern ist von den Bauarbeiten zur Längsvernetzung nicht betroffen.

Während der Bauphase im Bereich der Terrainveränderungen im Mündungsbereich wird der bestehende Grillplatz zurückgebaut.

Die Baustellenbeleuchtung ist vor allem im Mündungsbereich im Auwald auf ein Minimum zu beschränken und in den Wintermonaten höchstens während der regulären Arbeitszeiten einzuschalten.

Betriebsphase

Die Auswirkungen des Projekts auf das landschaftliche Erscheinungsbild der Zulg sind beträchtlich. Es handelt sich aber dabei um einen verbesserten Zustand gegenüber dem nicht natürlichen Ausgangszustand.

Das Traversensystem in der Zulg oberhalb der Mündung ist sehr technisch und wenig natürlich, entspricht als technisches Bauwerk mit den Stufen und Becken aber am ehesten dem Landschaftsbild eines natürlichen Wildbachs, wie die Zulg es ist - mehr als beispielsweise mit einer langgezogenen Blockrampe.

In der Mündung werden sich interessante Erosionsprozesse abspielen, wie sie in einem naturnahen Fluss mit Dynamik passieren. Dies nicht an den Ufern, aber auf den Inseln in der Mitte des Gerinnes. Die Ufer werden zwar gebaut und befestigt, aber überschüttet und variabel gestaltet und werden deutlich mehr einem natürlichen Gerinne entsprechen als im heutigen Zustand, vor allem nach einigen Jahren, wenn sich Bewuchs gebildet haben und aufgrund von Hochwassern natürliche Strukturen entstanden sind.

In der Betriebsphase wird der Verlauf der Fusswege angepasst. Der Kalisteg wird ersetzt, dementsprechend wird der Wanderweg die Zulg künftig noch immer an derselben Stelle queren. Nördlich der Zulg verläuft der Wanderweg künftig etwas weiter zurückversetzt, aber noch immer direkt entlang dem Gewässerraum der Zulg.

Die Lichtemissionen innerhalb des Projektperimeters werden sich mit dem Projekt nicht verändern.

4.15.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Das Projekt sieht folgende Massnahmen vor:

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Land-01	Frühzeitige Planung Umleitung des Verlaufs Wanderweg während der Bauphase	Planer	Vor Beginn Bauphase
Land-02	Frühzeitige Planung der Umleitung des Kalistegs während der Bauphase	Planer	Vor Beginn Bauphase
Land-03	Stufengerechte Information der Bevölkerung zur Umleitung der Wanderwege während der Bauphase	Planer	Vor Beginn Bauphase
Land-04	Lichtemissionen während der Bauphase auf ein Minimum beschränken, Baustellenbeleuchtung zurückhaltend und vor allem im Auwald nur während regulären Arbeitszeiten einsetzen.	Baufirmen	Bauphase

4.15.5 Beurteilung

Das Projekt hat keine nennenswerten negativen landschaftlichen Auswirkungen. Die Projektauswirkungen sind in praktisch allen Streckenabschnitten der Zulg zwischen der Brücke Bernstrasse und der Mündung in die Aare positiv, die Zulg wird viel eher wieder einem natürlichen Gewässer gleichen. Demzufolge ist das Projekt hinsichtlich Landschaft und Ortsbild als umweltverträglich zu beurteilen.

4.15.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Es sind keine weiteren Untersuchungen notwendig.

4.16 Kulturdenkmäler

4.16.1 Rechtliche und weitere Grundlagen

Eine Zusammenstellung aller massgebenden Grundlagen findet sich im Literaturverzeichnis am Ende des Berichts geordnet nach Umweltbereichen.

4.16.2 Ausgangszustand

Archäologie

Gemäss der Karte zu den archäologischen Fundstellen des Kantons Bern gibt es im gesamten Projektperimeter keine bekannten archäologische Fundstellen (Geoportal Kanton Bern).

Denkmalschutz

Im Projektperimeter gibt es keine geschützten Objekte im Bauinventar des Kantons Bern.

Historische Verkehrswege

Im Projektperimeter gibt es keine historischen Verkehrswege.

4.16.3 Projektauswirkungen

Es sind keine Projektauswirkungen bekannt.

4.16.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

Es sind keine Massnahmen im Projekt vorgesehen.

4.16.5 Beurteilung

Vom Projekt sind keine für den Kulturgüterschutz relevanten Objekte betroffen. Das Projekt ist als umweltverträglich einzustufen.

4.16.6 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Es sind keine weiteren Untersuchungen notwendig.

5 Relevanzmatrix

In der nachfolgenden Tabelle sind die Auswirkungen auf die einzelnen Umweltbereiche dargestellt, wie sie nach jetzigem Planungsstand und unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus dem UVB aare-wasser zu erwarten sind. Die Relevanzmatrix dient insbesondere dazu, die relevanten von den weniger relevanten Umweltauswirkungen zu trennen, so dass in der UVB-Hauptuntersuchung das Wesentliche konkret und sorgfältig analysiert werden kann.

Tabelle 12: Relevanzmatrix

Zeitliche System- Abgrenzung	Ausgangszustand	Bauphase	Betrieb
Umweltbereich			
Luftreinhaltung, Klimaschutz	○	▲	○
Lärm	●	▲	○
Erschütterungen	○	▲	○
Nicht ionisierende Strahlung	○	○	○
Grundwasser	○	▲	▲
Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	▲	▲	▲
Siedlungsentwässerung	▲	▲	▲
Bodenschutz	○	▲	○
Altlasten	▲	▲	○
Abfälle und umweltgefährdende Stoffe	○	▲	○
Umweltgefährdende Organismen (Neophyten)	▲	▲	▲
Störfall	○	●	○
Wald	▲	▲	▲
Flora, Fauna, Lebensräume	▲	▲	▲
Landschaft und Ortsbild	○	●	●
Kulturdenkmäler	○	○	○

- keine relevanten Auswirkungen / Vorbelastung
- Auswirkungen relevant, in der Voruntersuchung abschliessend beschrieben
- ▲ Auswirkungen relevant, wird in der Hauptuntersuchung ergänzt / abschliessend behandelt

Die Relevanz einer Umweltwirkung ergibt sich aus der Empfindlichkeit des Standortes sowie dem Ausmass der Auswirkungen im jeweiligen Umweltbereich. Die Vorbelastung kann je nach Umweltaspekt einen Einfluss auf die Empfindlichkeit haben. Im Weiteren ist zu beachten, dass ein Einfluss negativ (Verschlechterung) oder positiv (Verbesserung) sein kann.

6 Massnahmentabelle

Nr.	Massnahme	Zuständigkeit	Zeitraum
Luft-01	Abschätzen und Beurteilen der Emissionen der erforderlichen Bautransporte auf dem öffentlichen Strassennetz (exkl. baustelleninterne Transporte)	Planer, Bauunternehmer	Ausführungsplanung
Lärm-01	Umsetzen von angemessenen Massnahmen zur Emissionsbeschränkung im Baustellenbereich gemäss Baulärm-Richtlinie?	Bauunternehmer, UBB	Bauphase
Lärm-02	Frühzeitige und Information der Anwohnerschaft über Transporte/Arbeitszeiten und -phasen etc.	Planer	Vor Beginn Bauphase
Ers-01	Einsetzen von erschütterungsarmen Verfahren im Umfeld von erschütterungsempfindlichen Gebäuden	Bauunternehmer, Planung	Bauphase
Gw-01	Quantitatives Grundwassermonitoring im Projektbereich	Geologiebüro	ca. 1 Jahr vor bis 1 Jahr nach Projektausführung
Gw-02	Instruktion Baustellenpersonal	Bauleitung	Bauphase
Gw-03	Einhalten Gewässerschutzvorschriften auf der Baustelle	Bauunternehmer	Bauphase
Gw-04	Tadelloser Zustand der Baumaschinen	Bauunternehmer	Bauphase
Gw-05	Alarmkonzept	Bauleitung	Bauphase
Aqua-01	Abfischung vor Installation Wasserhaltung	Bauleitung – Fischereiaufseher	Vor Installation Wasserhaltung
Aqua-02	Einbau der Holzstrukturen aus Rodungen in die Ufer- und Böschungsbereiche unter Beizug der Fischereifachstelle	Planer	Bauphase
Entw-01	Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit der (privaten) Regenwasserleitungen im Bereich der Aufweitung zwischen Viadukt und Eisenbahnbrücke. Koordination der Rückversetzung.	Bauunternehmer, Planung	Vor Baubeginn
Entw-02	Sorgfältige Planung der Baustellenentwässerung/Abwasserbehandlung. Vor Baustart ist dem AWA ein Entwässerungskonzept vorzulegen.	Planer, UBB	Ausarbeitung Bauprojekt
Bo-01	Einhalten der Bodenschutzmassnahmen gemäss Bodenschutzrichtlinien	Bauunternehmer	Ausführung
Alt-01	Vollständiger Dekontaminationsaushub innerhalb des Projektperimeters	Altlastenspezialist	Planungsphase
Alt-02	Seitlicher Schutz der angeschnittenen Deponie zur Verhinderung einer Erosion von Abfällen	Projektingenieur/Altlastenspezialist	Planungsphase
Alt-03	Seitliche Abdichtung der angeschnittenen Deponie zum Schutz vor Freisetzung gelöster Schadstoffe	Projektingenieur/Altlastenspezialist	Planungsphase
Abf-01	Abschätzen der Mengen nach Abfallarten und zeitlichem Aufkommen (Aushub- / Ausbruchmaterial, mineralische Bauabfälle, andere Bauabfälle, Sonderabfälle etc.).	Planer	Projektierung
Neo-01	Entfernen der heutigen Bestände invasiver Neophyten	Bauleitung / UBB	Baubeginn

Neo-02	Bekämpfen neu auftretender invasiver Neophyten	UBB	Bauzeit bis 5 Jahre nach Abschluss der Bauarbeiten
Neo-03	Definieren des langfristigen Umgangs mit invasiven Neophyten im Unterhalts- und Pflegekonzept inkl. Koordination mit obliegenden Zulgabschnitten	UBB	Für die Zeit > 5 Jahre nach Bauabschluss
Wald-01	Rodung und Ersatzaufforstung gemäss Rodungsplan. Anzeichnung durch den zuständigen Revierförster. Schonung des verbleibenden Bestands.	Revierförster / Forstbetrieb	Vor und während Bauphase
Wald-02	Die Eingriffe für Arbeits- und Installationsplätze sind auf eine minimale Flächenbeanspruchung zu begrenzen, wo nötig nach Bauende rückzubauen und Flächen mit erschwertem natürlichen Einwuchs sind ggf. zu bepflanzen.	Bauunternehmer / UBB	Vor bis nach Bauphase
Wald-03	Die Wiederaufforstung auf den temporär gerodeten Flächen soll wo möglich mit Naturverjüngung erfolgen. Wo nötig soll mit standortgerechten Waldgehölzarten bestockt werden, wobei im Bereich der künftigen Waldränder auch standortgerechte Straucharten beigemischt werden sollen. Es sollen auch die nötigen Pflegemassnahmen für die Folgejahre festgelegt werden.	UBB / Forstbetrieb	Nach Bauphase
Wald-04	Die allfällige Ersatzaufforstung (Vorbehalt Gesamtbilanzierung Rodungersatz) hat in den dafür vorgesehenen Flächen gemäss noch zu erstellendem Bepflanzungsplan mit standortgerechten Baumarten zu erfolgen. Im Bepflanzungsplan sollen auch die nötigen Pflegemassnahmen für die Folgejahre festgelegt werden.	UBB / Forstbetrieb	Während / nach Bauphase
Wald-05	Während der Rodungsarbeiten und der Bauphase sollen Informationen und Umleitungen für Erholungssuchende erstellt und signalisiert werden.	Bauunternehmer	Vor und während Bauphase
FloFa-00	Vorgezogene Massnahme / Sofortmassnahme für Reptilien: Entbuschen der rechtsufrigen Uferböschung an der Zulgmündung; Beschattung von max. 25% der Uferböschung	Gem. Heimberg	Bereits erledigt
FloFa-01	Vorgezogene Ersatzmassnahme für Reptilien: an 6 Stellen landseitig des verlegten Wanderwegs am rechten Ufer im Mündungsbereich Anlage von langgezogenen Geröllriegeln aus Zulgmaterial, mit Holz ergänzt und zu 2/3 in den Boden verlegt	Bauunternehmer, UBB	VOR Bauphase
FloFa-02	Vorgezogene Ersatzmassnahmen für Reptilien: Strukturierter Waldrand mit Buchten landseitig des verlegten Wanderwegs am rechten Ufer im Mündungsbereich	Bauunternehmer, Forstdienst, UBB	VOR Bauphase
FloFa-03	Beizug einer Reptilienfachperson zu Beginn der Bauphase jeder Bauetappe	Bauunternehmer, UBB	Baubeginn
FloFa-04	Ersatzmassnahmen für Reptilien: 1/3 der südexp. Uferböschung in der Mündung werden nicht aktiv bestockt; Anlage von langgezogenen Geröllriegeln aus Zulgmaterial, mit Holz ergänzt und zu 2/3 in den Boden verlegt	Bauunternehmer, UBB	Bauphase
FloFa-05	Anlage von Kleinstrukturen im Bereich der heutigen Familiengärten. Elemente: Steinlinsen, Holzhaufen, offenen Bodenstellen, Wurzelstöcke, Strauchgruppen, Ansaat für Ruderalstandorte	Bauunternehmer, UBB	Bauphase
FloFa-06	Baumassnahmen und Rodungen sind ausserhalb der Brutzeit von Vögeln resp. der Setzzeit des Wilds vorzunehmen (01. April-15. Juli).	Planer, Bauherr	Planung Bau

FloFa-07	Massnahmen zum Schutz, zum Ersatz oder zur Wiederherstellung der Standorte gefährdeter Pflanzenarten	Planer, Bauleitung, UBB	Vor Baubeginn und während Bau
Land-01	Frühzeitige Planung Umleitung des Verlaufs Wanderweg während der Bauphase	Planer	Vor Beginn Bauphase
Land-02	Frühzeitige Planung der Umleitung des Kalistegs während der Bauphase	Planer	Vor Beginn Bauphase
Land-03	Stufengerechte Information der Bevölkerung zur Umleitung der Wanderwege während der Bauphase	Planer	Vor Beginn Bauphase
Land-04	Lichtemissionen während der Bauphase auf ein Minimum beschränken, Baustellenbeleuchtung zurückhaltend und vor allem im Auwald nur während regulären Arbeitszeiten einsetzen.	Bauunternehmer, UBB	Bauphase

7 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Luftreinhaltung, Klimaschutz

- Aufzeigen von Massnahmen zur Reduktion der Luftschadstoffe gemäss «Luftreinhaltung bei Bau-transporten» [17]
- Aufzeigen von Massnahmen zur Reduktion der Luftschadstoffe gemäss «Baustellenrichtlinie Luft» [16].
- Aufzeigen von Massnahmen, um Staubemissionen und die Verschmutzung von öffentlichen Strassen und Wegen soweit möglich zu vermeiden.
- Ausarbeiten des Pflichtenhefts für die UBB

Auf detaillierte Emissionsberechnungen wird verzichtet. Zum Zeitpunkt der Erarbeitung der Hauptuntersuchung werden die dazu nötigen Daten zu Art, Anzahl und Einsatzdauern der einzelnen Baumaschinen nicht im erforderlichen Detaillierungsgrad vorliegen.

Lärm

- Ausgehend von der Baulärm-Richtlinie des BAFU werden den verschiedenen Baustellenabschnitten Massnahmenstufen zugewiesen und geeignete Massnahmen zur Reduktion bzw. Vermeidung von Lärmimmissionen festgelegt. Dazu gehören auch Installations- und Materialwischendepots sowie die voraussichtlich benutzten Bautransportrouten.
- Pflichtenheft für die UBB erarbeiten.

Erschütterungen

- Erfassen von allenfalls erschütterungsempfindlichen Gebäuden im Bauperimeter.
- Sofern im Einflussbereich von allfälligen erschütterungsintensiven Bauarbeiten erschütterungsempfindliche Bauten vorhanden sind, werden die bei diesen Bauarbeiten zu berücksichtigenden Vorschriften und Massnahmen aufgezeigt.
- Pflichtenheft für die Umweltbaubegleitung erarbeiten

Grundwasser

Für die detaillierten Untersuchungen der geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse sollen weitere Sondierbohrungen mit Einbau von 2"-Piezometern ausgeführt werden. Von den ursprünglich vorgeschlagenen neun Sondierbohrungen wurden in der ersten Untersuchungsphase nur deren vier für den unteren Projektbereich ausgeführt. Insbesondere sollen die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse auch für den oberen Projektteil untersucht werden. Entgegen der ursprünglichen Projektversion wird der Kalisteg nun doch nicht weiter nach oben verschoben. Er wird gemäss aktuellem Projektstand am heutigen Standort neu erstellt. Die Baugrundverhältnisse müssen deshalb für die Planung der Fundation auf beiden Seiten der Zulg erneut mit Sondierbohrungen untersucht werden. Die Auswirkungen der Stegfundation auf das Grundwasser müssen beurteilt werden.

- Ausführung von weiteren Sondierbohrungen (ca. 5 bis 7 Stück) mit Einbau von 2"-Piezometerrohren für Abklärung geologisch-hydrogeologische Verhältnisse im oberen Projektbereich und beim Standort Kalisteg
- Grundwasserspiegelmessungen bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen

Beurteilung Beeinflussung des Grundwassers durch Projekt der Hauptuntersuchung (Verbreiterung und Abtiefung der Zulg, Neubau Kalisteg)

Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme

- Fortpflanzung Forellen: Zur Ergänzung der Datengrundlage ist abzuklären, ob und in welchem Ausmass im Projektperimeter Laichaktivitäten der Forellen festgestellt werden können. Basierend auf dieser Grundlage ist mit der Fischereibehörde abzusprechen, ob die Bauarbeiten im Gewässer ausserhalb der Zeitperiode stattfinden sollen, während der sich die Eier und Brütlinge der Forellen im Interstitial befinden.
- Es ist ein Konzept für eine Erfolgskontrolle zu erarbeiten. Prioritär soll darin definiert werden, wie die angestrebte Längsvernetzung für die Fischfauna überprüft werden kann und soll. Die Resultate der Abfischungen vor Baubeginn können ev. darin integriert werden. Weitere Ziele, Indikatoren, Methoden und Untersuchungsschritte sollen ebenfalls aufgeführt und erläutert werden. Soweit möglich ist die Wegleitung des BAFU «Wirkungskontrolle Revitalisierung» zu berücksichtigen.
- Der Bereich aquatische Lebensräume ist in das Pflichtenheft der Umweltbaubegleitung zu integrieren.
- Die Fischgängigkeit ist im gesamten Projektperimeter und für die Zielarten Forelle und Äsche anhand des DWA-Merkblattes «Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung» zu überprüfen.
- Die detaillierte Festlegung von Strukturierungsmassnahmen im Gerinne / an der Böschung erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Fischereiinspektorat. Im Fokus stehen sollen dabei insbesondere Strukturen aus (Tot-)Holz und die Wiederverwertung des anfallenden Holzes aus den Rodungsflächen.
- In einem Querprofil soll die Detailgestaltung einer Schwelle in einem Traversesystem dargestellt werden. Auch die Gestaltung der Niederwasserrinne im unteren Raubettgerinne soll in den Plangrundlagen ersichtlich sein. Die Projektunterlagen werden mit dem Fischereiinspektorat besprochen.
- Die Behandlung und Einleitung des Baustellenabwassers inkl. vorgesehene Massnahmen in einem Notfall (z.B. Ölunfall) ist zu definieren und auf die gesetzlichen Vorgaben abzustimmen.
- Es sind Massnahmen zur Vermeidung von Gewässerverschmutzungen durch Bauaktivitäten zu definieren und auf die gesetzlichen Vorgaben abzustimmen.
- Abhängig von den Resultaten der Laichaktivitäts-Überprüfung ist abzuwägen, ob das Bauprogramm darauf abgestimmt werden muss.
- Vor Beginn der Bauarbeiten muss bei der Fischereibehörde ein Antrag für die Bewilligung eines technischen Eingriffs eingereicht werden. Diese muss mit Beginn der Bauarbeiten vorliegen.
- Die im Konzept der Erfolgskontrolle definierten Ziele sind zu überprüfen und zu dokumentieren. Allenfalls notwendige Nachbesserungen sind mit den kantonalen Behörden abzusprechen und soweit möglich umzusetzen.

Siedlungsentwässerung

- Projektkoordination der betreffenden Umweltfachbereiche mit dem Düker-Bauwerk
- Ausformulieren von Massnahmen gemäss kantonalem Merkblatt „Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen“ [45] und SIA-Empfehlung „Entwässerung von Baustellen“ [46].
- Prüfen des Entwässerungskonzepts
- Pflichtenheft für die Umweltbaubegleitung erstellen.
- Prüfung der Übereinstimmung des Endzustands mit dem GEP

Bodenschutz

- Definition der relevanten Flächen und Vorgänge (Abtrag, Zwischenlagerung, Befahren, Auftrag / Rekultivierung, Folgebewirtschaftung) und zu berücksichtigenden Massnahmen zum Schutz des Bodens in Abhängigkeit der Eigenschaften der betroffenen Böden und der Etappen.
- Erarbeiten eines Bodenschutzkonzepts. Die Bearbeitung und Umlagerung von Boden erfordert ein Bodenschutzkonzept, welches durch das AWA bewilligt werden muss.
- Pflichtenheft für die Umweltbaubegleitung (Bodenkundliche Baubegleitung, BBB) erstellen.

Altlasten

- Technische Untersuchung der Deponie mittels Baggersondierungen zur Ermittlung der genauen räumlichen Lage und der Qualität des Deponiematerials im Projektperimeter
- Massnahmenevaluation für Erosionsschutz im Böschungsbereich der angeschnittenen Deponie
- Massnahmenevaluation für Schutz vor Freisetzung gelöster Schadstoffe im Böschungsbereich der angeschnittenen Deponie
- Erstellung eines Aushub- und Entsorgungskonzepts mit Beschreibung der gewählten Massnahmen

Abfälle und umweltgefährdende Stoffe

- Prüfung von Verwertungsoptionen und –kapazitäten
- Evaluation und Bezeichnung der vorgesehenen Entsorgungswege und Entsorgungsanlagen pro Abfallart. Angaben zu den verfügbaren Entsorgungskapazitäten.
- Erstellen eines Entsorgungs- / Materialbewirtschaftungskonzepts. Insbesondere Rücksichtnahme auf die aus der Deponie anfallenden Stoffe.
- Pflichtenheft für die Umweltbaubegleitung erstellen.

Umweltgefährdende Organismen (Neophyten)

- Erstellen eines kurzen Neophytenkonzepts inkl. konkrete Anleitung zur Entfernung und Entsorgung der bestehenden invasiven Neophyten
- Anweisungen fürs Pflichtenheft UBB: Sanieren der bestehenden Standorte zu Beginn der Bauarbeiten; Durchführen von Material-Qualitätskontrollen; Kontrolle allfälliger Material-Zwischendepots; Sensibilisierung des Baustellenpersonals
- klare Festlegung, wie lange die Neophytenkontrolle durch die UBB erfolgt und wann sie in den Unterhalt der Wasserbaupflichtigen übergeht
- Integration des sachgemässen Umgangs mit invasiven Neophyten mitsamt regelmässiger Kontrollrundgänge in das Unterhaltskonzept Zulg.

Wald

- Waldrechtliche Tatbestände pro Flächeneinheit definitiv klären bzw. die entsprechenden Gesuche um Bewilligung erstellen: **Rodung und Ersatzaufforstung** nach Art. 5 bis 7 WaG, Art. 5ff WaV und Art. 19 KWaG; **Überschreitung des gesetzlichen Waldabstandes** nach Art. 17 WaG, Art. 25-27 KWaG und Zustimmung des Kantons (Formular 4.2 Bauten nach Waldgesetz; keine Bundesvorgabe); **Nachteilige Nutzung (Nichtforstliche Kleinbauten und -anlagen)** nach Art. 16 WaG und Art. 35 KWaV; **Forstliche Bauten und Anlagen** nach Art. 13a WaV
- Rodungersatz abschliessend klären. Primär: Verzicht auf Rodungersatz durch Gesamtbilanzierung Rodungersatz; falls eine negative Bilanz resultiert, die Differenz in Form von Realersatz (Ersatzaufforstung) oder ggf. Ersatzmassnahmen für Natur und Landschaft stellen.

- Ausweisen der definitiv (insb. effektiv durch Normalabfluss überschwemmte Fläche) und der temporär beanspruchten Flächen während der Bauphase (Baupiste, Installationsplätze, Bodendepots etc.) und Betriebsphase (insbesondere temporär überschwemmte Flächen) im Rodungsgesuch.
- Klärung Situation "Waldstreifen Farmweg" zwischen Waldabteilung und Gemeinde Heimberg: Die Gemeinde Heimberg wünscht sich eine definitive Rodung aufgrund aufwändigen Unterhalts und diversen Konflikten mit direkten Anrainern an den Wald. Gemäss Besprechung mit R. Bill (Bereichsleiter Waldrecht, Waldabteilung Voralpen) bleibt der Waldstreifen rechtlich Wald, kann nach der Räumung für das Bauvorhaben künftig aber als Niederwald bewirtschaftet werden.

Flora, Fauna, Lebensräume

- Ausweisen des Ersatzbedarfs und der Ersatzflächen für die tangierten schützenswerten Lebensräume
- Erstellen Bilanzierung der Lebensräume gemäss BESB und Methodenergänzung BESBFG
- Detailbeschreibung zu den Ersatzmassnahmen für Reptilien im Uferbereich sowie im Bereich des strukturierten Waldrands
- Prüfen, ob weitere Fördermassnahmen für Reptilien im Bereich des Projektperimeters möglich sind (Waldauslichtung, Amphibientümpel)
- Planung einer Wirkungskontrolle für Reptilien
- Detailplanung der Kleinstrukturen im Bereich der heutigen Familiengärten mit besonderem Fokus auf Insekten, Vögel und Kleintiere
- Abklären, ob für die gefährdeten/prioritären Vogelarten Massnahmen nach Art. 18 NHG notwendig sind
- Abklären Aufwertungsmassnahmen für den Eisvogel
- Kontaktaufnahme Wildhüter betreffend Situation für Säuger
- Punktgenaue Kartierung der Zimtrose (*Rosa majalis*) im Projektperimeter; der Kartierzeitpunkt ist so zu legen, dass gleichzeitig eine Überprüfung des Gebiets nach Frauenschuh und weiteren Orchideenarten (u.a. Gewöhnliche Bereitblättrige Stendelwurz) gemacht werden kann. In der Hauptuntersuchung sollen Aussagen zu Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen für die Art(en) gemacht werden.
- Unterhaltskonzept für die Betriebsphase
- Ausarbeiten Pflichtenheft für die UBB
- Gesuch für Ausnahmegewilligung für Eingriffe in Ufervegetation

8 Literaturverzeichnis

Das Literaturverzeichnis für die einzelnen Umweltbereiche ist folgendermassen gegliedert:

- Rechtliche Grundlagen Bund
- Wegleitungen, Richtlinien
- Rechtliche Grundlagen, Wegleitungen und Richtlinien Kanton
- Projektspezifische Grundlagen

Allgemeine rechtliche Grundlagen

- [1] Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983
- [2] Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 01. Juli 1966
- [3] Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991
- [4] Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) vom 19. Oktober 1988
- [5] Bundesamt für Umwelt 2009: UVP-Handbuch. Richtlinie des Bundes für die Umweltverträglichkeitsprüfung. Umwelt-Vollzug Nr. 0923, Bern
- [6] Kantonaler Wasserbauplan „Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun-Bern“ – «aarewasser»
- [7] Fachordner Wasserbau, Tiefbauamt des Kantons Bern (revidiert 2017)

Übereinstimmung mit der Raumplanung

- [8] Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG) vom 22. Juni 1979 (Stand am 1. Januar 2019)
- [9] Baugesetz (BauG) vom 09.06.1985 (Stand 01.01.2016)
- [10] Kantonales Richtplaninformationssystem (öffentlich-rechtliche Eigentumsbeschränkungen – ÖREB)
- [11] Geoportal des Kantons Bern (Stand Juni 2021)

Luftreinhaltung, Klimaschutz

- [12] Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2021)
- [13] Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (Stand am 1. April 2020)
- [14] Gesetz zur Reinhaltung der Luft (Lufthygienegesetz, LHG) vom 16.11.1989 (Stand 01.01.2011)
- [15] Verordnung zur Reinhaltung der Luft (Lufthygieneverordnung, LHV) vom 25.06.2008 (Stand 01.01.2021)
- [16] BAFU (2016): Richtlinie über betriebliche und technische Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoff-Emissionen von Baustellen (Baurichtlinie Luft). Ergänzte Ausgabe
- [17] BUWAL (2006): Luftreinhaltung bei Bautransporten – Richtlinie über betriebliche und technische Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoff-Emissionen von Baustellen
- [18] Luftqualität in der Nordwestschweiz, Kantone AG, BE, BL, BS, Ju, SO – 2020

Lärm

- [19] Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2021)
- [20] Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 (Stand am 7. Mai 2019)
- [21] BAFU (2011): Baulärm-Richtlinie
- [22] Zonenplan der Gemeinde Heimberg (2012)
- [23] Strassenverkehrslärm Tag (Swisstopo, Stand Juni 2021)

Erschütterungen

- [24] Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2021)
- [25] Norm DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“ (Juni 1999)
- [26] Weisung für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen (BEKS) (20. Dezember 1999)

Nicht ionisierende Strahlung

- [27] Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2021)
- [28] Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) vom 23. Dezember 1999 (Stand am 1. Juni 2019)

Grundwasser

- [29] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Januar 2021)
- [30] Amt für Wasser und Abfall (AWA) des Kantons Bern: Merkblatt Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen, 2011
- [31] Amt für Wasser und Abfall (AWA) des Kantons Bern: Merkblatt – Bauten im Grundwasser und Grundwasserabsenkungen, 2013
- [32] Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern: Grundlage für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern, Hydrogeologie Aaretal zwischen Thun und Bern 1981
- [33] Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun – Bern, Umweltverträglichkeitsbericht – Fachbericht V. Grundwasser, Altlasten
- [34] Geoportal des Kantons Bern (2020): Geologische Grundlagendaten, Grundwasserkarte, Gewässerschutzkarte abgerufen auf www.geo.apps.be.ch
- [35] Kellerhals + Haefeli AG: Längsvernetzung Zulg, Heimberg, Abklärungen zu Baugrund, Hydrogeologie und Altlasten, Bericht Nr. 11735B22484, 25.09.2020

Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme

- [36] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Januar 2021)
- [37] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Januar 2021)
- [38] Bundesgesetz über die Fischerei (BGF) vom 21. Juni 1991

- [39] Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF) vom 24. November 1993
- [40] Bundesgesetz über den Wasserbau (WBG) vom 21. Juni 1991
- [41] Verordnung über den Wasserbau (Wasserbauverordnung WBV) vom 2. November 1994
- [42] Verordnung über den Schutz der Auengebiete von nationaler Bedeutung (Auenverordnung) vom 28. Oktober 1992
- [43] Kantonales Gewässerschutzgesetz (KGSchG) vom 11. November 1996
- [44] Kantonale Gewässerschutzverordnung (KGV) vom 24. März 1999
- [45] Kantonales Fischereigesetz (FiG) vom 21. Juni 1995
- [46] Verordnung über die Fischerei (FiV) vom 20. September 1995
- [47] Gesetz über Gewässerunterhalt und Wasserbau (WBG) vom 14. Februar 1989
- [48] Wasserbauverordnung (WBV) vom 15. November 1998
- [49] Wassernutzungsgesetz (WNG) vom 23. November 1997
- [50] Renaturierungsdekret (RndD) vom 14. September 1999
- [51] Merkblatt Gewässerschutz- und Abfallvorschriften für Baustellen. AWA 2009.
- [52] Statistik über die Fischerei im Kanton Bern. Homepage FI.
- [53] Der Bereich Gewässerschutz und Fischerei im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung.
- [54] Mitteilungen zur Umweltverträglichkeitsprüfung UVP. BUWAL 1990.
- [55] Umweltverträglichkeitsbericht Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg
- [56] Technischer Bericht Hochwasserschutz und Längsvernetzung Zulg
- [57] Umweltverträglichkeitsbericht aarewasser
- [58] Technischer Bericht aarewasser
- [59] Methode BESB für Fliessgewässer (Entwurf), 2020

Siedlungsentwässerung

- [60] Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2021)
- [61] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG), vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Januar 2021)
- [62] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Januar 2021)
- [63] Kanton Bern (2011): Merkblatt Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen
- [64] SIA-Empfehlung 431(1997): Entwässerung von Baustellen
- [65] VSA (2017): Leitfaden Abwasser im ländlichen Raum
- [66] Abwasserentsorgungsreglement Heimberg (AERH) vom 06. Juni 2016

Bodenschutz

- [67] Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2021)
- [68] Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998 (Stand am 12. April 2016)

- [69] BAFU (2015): Boden und Bauen: Stand der Technik und Praktiken
- [70] Kellerhals + Häfeli (2020): Längsvernetzung Zulg, Heimberg – Abklärungen zu Baugrund, Hydrogeologie und Altlasten.

Altlasten

- [71] Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltIV) vom 26. August 1998 (Stand am 01.05.2017)
- [72] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015 (Stand 01.01.2021)
- [73] Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) vom 22.06.2005 (Stand 01.01.2020)
- [74] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28.10.1998 (Stand 01.01.2021)
- [75] Kataster der belasteten Standorte Kanton Bern (Stand 07.06.2021)
- [76] Kataster der belasteten Standorte des Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS (Stand 07.06.2021)
- [77] Kataster der belasteten Standorte im Bereich des öffentlichen Verkehrs (Stand 07.06.2021)
- [78] BAFU (2017): Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich
- [79] BUWAL (2003): Wegleitung Abfall- und Materialbewirtschaftung bei UVP-pflichtigen und nicht UVP-pflichtigen Projekten
- [80] SIA-Empfehlung 430 (Norm SN 509 430) „Entsorgung von Bauabfällen“ (1993)
- [81] BAFU (Hrsg.) 2020: Belastete Standorte und Oberflächengewässer. Übersicht und Hilfestellung für den Altlastenvollzug. Bundesamt für Umwelt, Bern. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 2015: 59 S.
- [82] Kellerhals + Haefeli AG: Längsvernetzung Zulg, Heimberg, Abklärungen zu Baugrund, Hydrogeologie und Altlasten, Bericht Nr. 11735B22484, 25.09.2020
- [83] Kellerhals+Haefeli AG (2016): Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun-Bern, Gemeinde Heimberg, Technische Untersuchung belastete Standorte Heimberg, Bericht Nr. 9698B17995 vom 07.09.2016
- [84] Kellerhals+Haefeli AG (2012): Deponie Auwald, Historische und Technische Untersuchung, Tiefbauamt des Kantons Bern Oberingenieurkreis II, Bericht Nr. 08046B14421, 11. Mai 2012

Abfälle und umweltgefährdende Stoffe

- [85] Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2021)
- [86] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015 (Stand am 1. Januar 2021)
- [87] Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) vom 22. Juni 2005 (Stand am 1. Januar 2020)
- [88] BAFU (2006): Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle
- [89] BAFU (2017): Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich
- [90] BUWAL (2003): Wegleitung Abfall- und Materialbewirtschaftung bei UVP-pflichtigen und nicht UVP-pflichtigen Projekten
- [91] Sachplan Abfall Kanton Bern (2017)

[92] SIA-Empfehlung 430 (Norm SN 509 430) „Entsorgung von Bauabfällen“ (1993)

Umweltgefährdende Organismen (Neophyten)

[93] Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2021)

[94] Freisetzungsverordnung, FrSV (SR 814.911) vom 10. September 2008 (Stand am 1. Januar 2020)

[95] Gesetz über Gewässerunterhalt und Wasserbau, WBG (Wasserbaugesetz, BSG 751.11)

[96] Wasserbauverordnung, WBV (BSG 751.111.1)

[97] Schwarze Liste/Watch List von Infloflora

Störfall

[98] Verordnung über den Schutz vor Störfällen (StfV) vom 27. Februar 1991 (Stand am 1. August 2019)

Wald

[99] Bundesgesetz über den Wald (WaG) vom 04.10.1991 (Stand 01.01.2017)

[100] Verordnung über den Wald (WaV) vom 30.11.1992 (Stand 01.01.2020)

[101] BAFU (2014): Vollzugshilfe Rodungen und Rodungersatz

[102] Kantonales Waldgesetz (KWaG) vom 05.05.1997 (Stand 01.01.2014)

[103] Kantonale Waldverordnung (KWaV) vom 29.10.1997 (Stand 01.01.2020)

[104] Delarze R, Gonseth Y, Galland P (1999): Lebensräume der Schweiz

[105] Regionaler Waldplan Thun - Spiez - Sigriswil (RWP), 2009.

[106] Waldausscheidung vom 24.06.2020. Amt für Wald und Naturgefahren, Ronald Bill, ehem. Bereichsleiter Waldrecht, Waldabteilung Voralpen (WAV)

[107] Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun - Bern, 2012. UVB - Fachbericht III Fauna Flora Wald, Tiefbauamt des Kantons Bern, OIK II, div. Verfasser, 07.05.2012.

[108] Abfrage kantonales Geoportal, Stand 05.06.2020

[109] Begehung vom 06.08.2020, Impuls AG Wald Landschaft Naturgefahren, Josias Mattli und Cyril Sägesser (Praktikant)

[110] Helsana, 2021. Trails-Standorte, Abfrage vom 27.05.2021 (<https://www.helsana.ch/de/private/services/trails.html>)

[111] Besprechung Waldrecht mit Ronald Bill, Bereichsleiter Waldrecht Waldabteilung Voralpen, 09.06.2021

Flora, Fauna, Lebensräume

[112] Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966 (Stand am 1. April 2020)

[113] Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991 (Stand am 1. Juni 2017)

[114] Kantonales Naturschutzgesetz vom 15. September 1992

[115] Kantonales Naturschutzverordnung NSchV vom 10. November 1993

- [116] Verordnung über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (JSV) vom 29. Februar 1988 (Stand am 1. März 2018)
- [117] Kantonales Gesetz über Jagd und Wildtierschutz JWG vom 25. März 2002
- [118] Kantonale Jagdverordnung JaV vom 26. Februar 2003
- [119] Kantonale Verordnung über den Wildtierschutz (WTSchV)
- [120] Delarze R, Gonseth Y, Galland P (1999): Lebensräume der Schweiz
- [121] BAFU: Rote Listen der gefährdeten Arten in der Schweiz.
- [122] BAFU (2019): Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume. In der Schweiz zu fördernde Arten und Lebensräume.
- [123] Hintermann und Weber (2017): Bewertungsmethode für Eingriffe in schutzwürdige Lebensräume (BESB)
- [124] Limnex, Sigmaphan, Hintermann und Weber (Stand Juli 2020): Methode BESB für Fließgewässer, ENTWURF.
- [125] Datenabfrage Info Flora vom Juli 2019

Landschaft und Ortsbild

- [126] Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966 (Stand am 1. April 2020)
- [127] Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG) vom 22. Juni 1979 (Stand am 1. Januar 2019)
- [128] Raumplanungsverordnung (RPV) vom 28. Juni 2000 (Stand am 1. Januar 2021)
- [129] Verordnung über das Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (VIVS) vom 14. April 2010 (Stand am 1. Juni 2017)
- [130] Verordnung über das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (VBLN) vom 29. März 2017 (Stand am 1. Juni 2017)
- [131] Verordnung über das Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (VISOS) vom 13. November 2019 (Stand am 1. Mai 2021)
- [132] Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991 (Stand am 1. Juni 2017)
- [133] Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (BLN) (Stand 8. Juni 2021)
- [134] Landschaftsrichtplan Entwicklungsraum Thun ERT (2019)
- [135] Zonenplan Gemeinde Heimberg

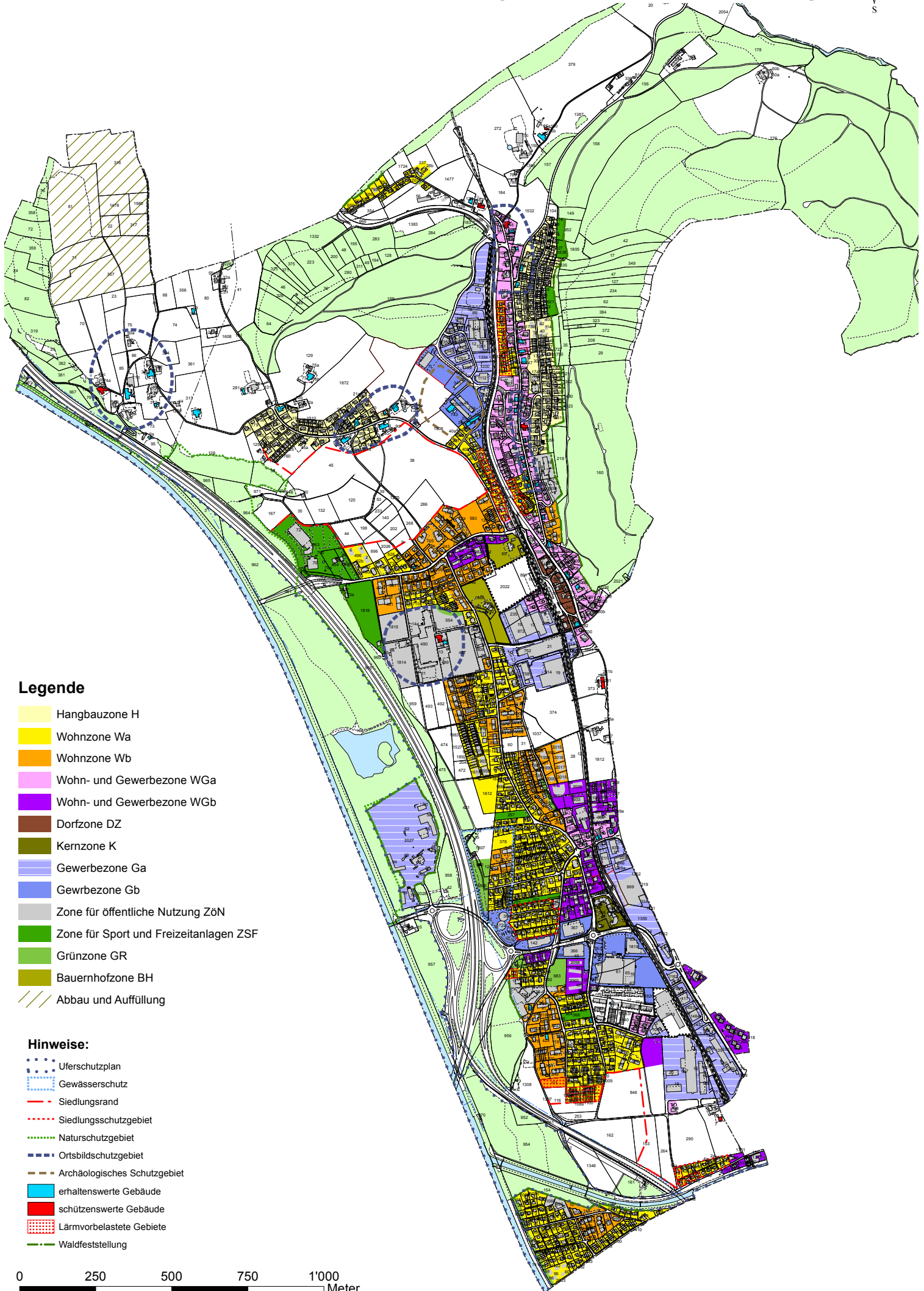
Kulturdenkmäler

- [136] Verordnung über das Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (VISOS) vom 13. November 2019 (Stand am 1. Mai 2021)
- [137] Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991 (Stand am 1. Juni 2017)
- [138] Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung (ISOS) (Stand 9. Juni 2021)
- [139] Bauinventar des Kantons Bern (Stand 9. Juni 2021)
- [140] BUWAL (2004): Archäologie und Bodenschutz – Merkblatt

Anhang

Anhang 1.3.-1	Zonenplan Heimberg
Anhang 1.3.-2	Schutzzonenplan Heimberg
Anhang 4.5.-1	Grundwasserkarte
Anhang 4.5.-2	Kellerhals + Haefeli AG: Längsvernetzung Zulg, Heimberg, Abklärungen zu Baugrund, Hydrogeologie und Altlasten
Anhang 4.8.-1	Bohrprofil Pfeiler des Autobahzubringer-Viadukt: RB400
Anhang 4.8.-2	Kellerhals + Haefeli AG: Situationsplan Sondierungen Zulg Längsvernetzung, 2020
Anhang 4.9.-1	Kellerhals+Haefeli AG: Deponie Auwald, Historische und Technische Untersuchung, Tiefbauamt des Kantons Bern Oberingenieurkreis II, Bericht Nr. 08046B14421, 11. Mai 2012
Anhang 4.14.-1	Lebensraumbilanzierung Zulgdelta - Ist-Zustand (2020)
Anhang 4.14.-2	Zulg: Bestandesaufnahme Reptilien, Aktualisierung gegenüber Stand aarewasser (2020)

Zonenplan der Einwohnergemeinde Heimberg



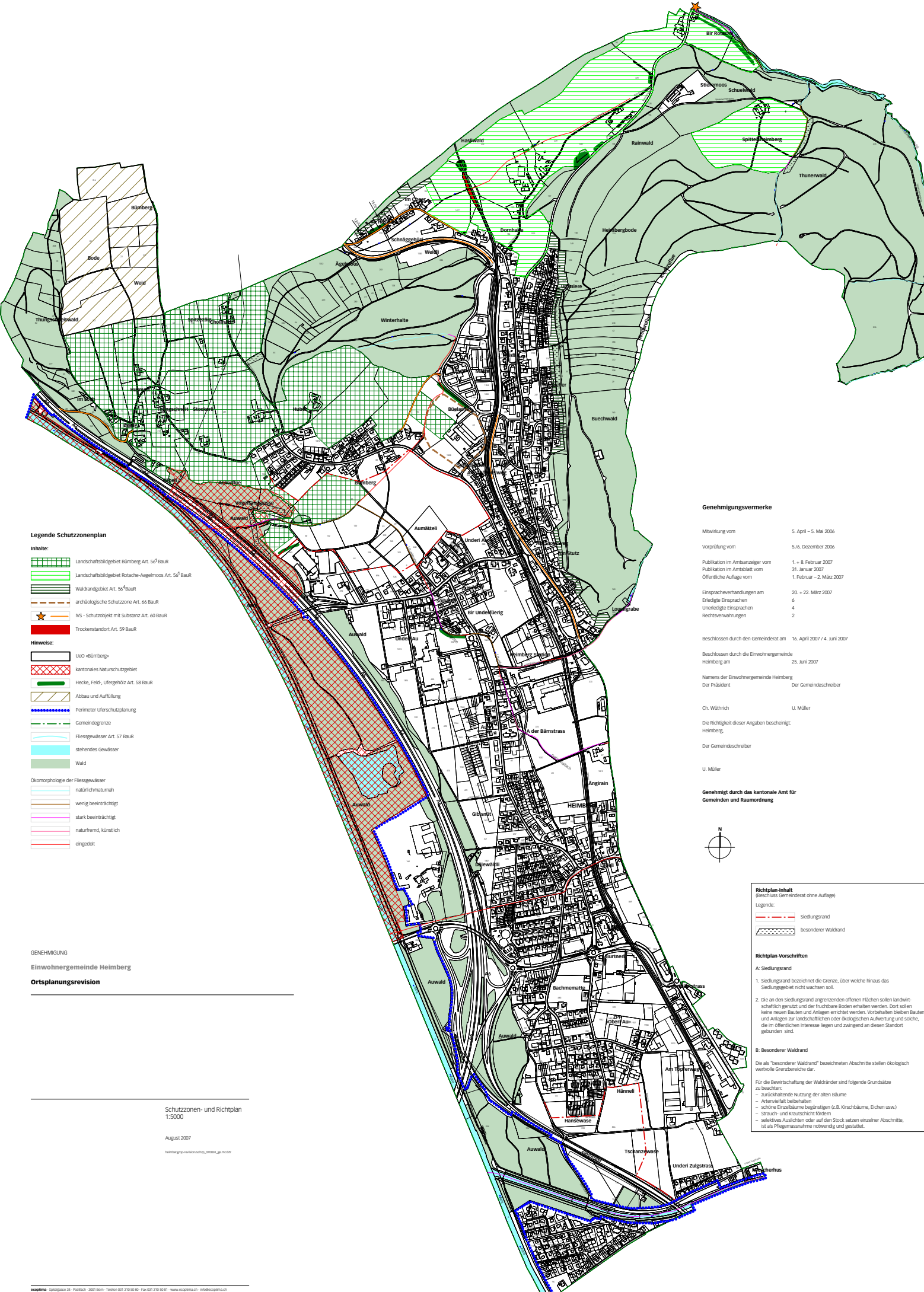
Legende

- Hangbauzone H
- Wohnzone Wa
- Wohnzone Wb
- Wohn- und Gewerbezone WGa
- Wohn- und Gewerbezone WGb
- Dorfzone DZ
- Kernzone K
- Gewerbezone Ga
- Gewerbezone Gb
- Zone für öffentliche Nutzung ZöN
- Zone für Sport und Freizeitanlagen ZSF
- Grünzone GR
- Bauernhofzone BH
- Abbau und Auffüllung

Hinweise:

- Uferschutzplan
- Gewässerschutz
- Siedlungsrand
- Siedlungsschutzgebiet
- Naturschutzgebiet
- Ortsbildschutzgebiet
- Archäologisches Schutzgebiet
- erhaltenswerte Gebäude
- schützenswerte Gebäude
- Lärmvorbelastete Gebiete
- Waldfeststellung





Legende Schutzzoneplan

- Inhalte:**
- Landschaftsblotgebiet Blumberg Art. 50⁴ BauR
 - Landschaftsblotgebiet Rotäcke-Aeglimoos Art. 50⁴ BauR
 - Waldrandgebiet Art. 56⁴ BauR
 - archaische Schutzzone Art. 66 BauR
 - NS-Schutzobjekt mit Substanz Art. 60 BauR
 - Trockenstandort Art. 59 BauR
- Hinweise:**
- Uco «Blumberg»
 - kantonales Naturschutzgebiet
 - Hecke, Feld-, Ufergehölz Art. 58 BauR
 - Abbau und Auffüllung
 - Perimeter Uferschutzplanung
 - Gemeindegrenze
 - Fließgewässer Art. 57 BauR
 - stehendes Gewässer
 - Wald
- Okomorphologie der Fließgewässer**
- naturnah
 - wenig beeinträchtigt
 - stark beeinträchtigt
 - naturfremd, künstlich
 - eingedott

Genehmigungsvermerke

Mitwirkung vom	5. April – 5. Mai 2006
Vorprüfung vom	5./6. Dezember 2006
Publikation im Amtsanzeiger vom	1. + 8. Februar 2007
Publikation im Amtsblatt vom	31. Januar 2007
Öffentliche Auflage vom	1. Februar – 2. März 2007
Einspracheverhandlungen am	20. + 22. März 2007
Erhobte Einsprachen	6
Untereinstige Einsprachen	4
Rechtsverwehungen	2
Beschlossen durch den Gemeinderat am	16. April 2007 / 4. Juni 2007
Beschlossen durch die Einwohnergemeinde Heimberg am	25. Juni 2007
Namens der Einwohnergemeinde Heimberg	Der Gemeindegrossrat
Der Präsident	Der Gemeindegrossrat
Ch. Wüthrich	U. Müller
Die Richtigkeit dieser Angaben bescheinigt: Heimberg.	
Der Gemeindegrossrat	
U. Müller	



Richtplan-inhalt
(Beschluss Gemeinderat ohne Auflage)

Legende:

- Siedlungsrand
- besonderer Waldrand

Richtplan-Vorschriften

A: Siedlungsrand

- Siedlungsrand bezeichnet die Grenze, über welche hinaus das Siedlungsgebiet nicht wachsen soll.
- Die an den Siedlungsrand angrenzenden offenen Flächen sollen landwirtschaftlich genutzt und der fruchtbare Boden erhalten werden. Dort sollen keine neuen Bauten und Anlagen errichtet werden. Vorbehalten bleiben Bauten und Anlagen zur landschaftlichen oder ökologischen Aufwertung und solche, die im öffentlichen Interesse liegen und zwingend an diesen Standorten gebunden sind.

B: Besonderer Waldrand

Die als "besonderer Waldrand" bezeichneten Abschnitte stellen ökologisch wertvolle Grenzbereiche dar.

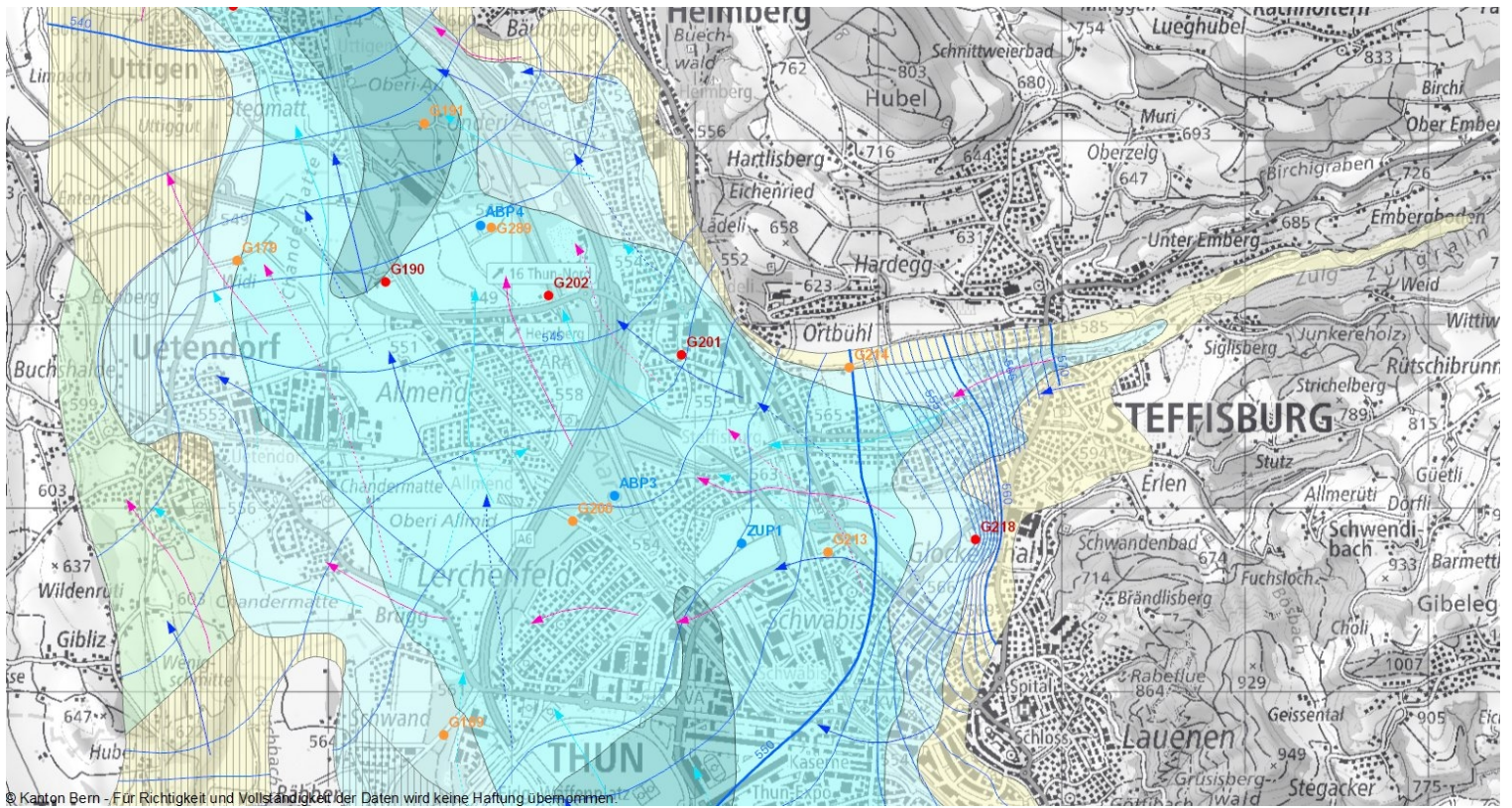
Für die Bewirtschaftung der Waldränder sind folgende Grundsätze zu beachten:

- zur Erhaltungs- und Nutzung der alten Bäume
- Artenvielfalt erhalten
- schöne Einzelbäume begünstigen (z.B. Kirschbäume, Eichen usw.)
- Strauch- und Krautschicht fördern
- gezieltes Auslichten oder auf den Stock setzen einzelner Abschnitte, ist als Pflegemaßnahme notwendig und gestattet.

GENEHMIGUNG
Einwohnergemeinde Heimberg
Ortsplanungsrevision

Schutzzone- und Richtplan
1:5000

August 2007
heimberg-revision/ortsp/0708_08.mxd



Gemeinde Heimberg

Längsvernetzung Zulg, Heimberg

**Abklärungen zu Baugrund,
Hydrogeologie und Altlasten**

Bern, 25. September 2020
FK/rj 11735

INHALTSVERZEICHNIS		Seite
1.	Ausgangslage	1
1.1.	Anlass	1
1.2.	Auftrag und Zielsetzung der Untersuchung	1
1.3.	Eigentumsverhältnisse	2
1.4.	Ausgeführte Arbeiten	3
2.	Standortbeschreibung	4
2.1.	Geologie	4
2.2.	Hydrogeologie	4
2.3.	Deponie Auwald, KbS-Standort Nr. 09280073	4
3.	Ausgeführte Untersuchungen	6
3.1.	Sondierungen	6
3.2.	Probenahmen und Messungen	6
4.	Ergebnisse	7
4.1.	Baugrund	7
4.1.1.	Aufbau des Untergrunds	7
4.1.2.	Geotechnische Kennziffern	9
4.2.	Hydrogeologie	9
4.3.	Altlasten	10
4.4.	Materialzusammensetzung gemäss Laborversuchen	11
5.	Schlussfolgerung	12
5.1.	Baugrund Kalisteg	12
5.1.1.	Foundation	12
5.1.2.	Baugrubensicherung und Wasserhaltung	13
5.1.3.	Grundwasserbeeinflussung	13
5.1.4.	Erdbebensicherheit	14
5.2.	Aufweitung Zulg	14
5.2.1.	Grundwasser allgemein	14
5.2.2.	Grundwasserwärmepumpen	14
5.2.3.	Materialaushub und Wiederverwendung	15
5.3.	Altlasten	16
5.3.1.	Bewilligungsfähigkeit und Auflagen	16
5.3.2.	Mengen- und Grobkostenschätzung	17

6. Weiteres Vorgehen

18

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang 1	Verwendete Grundlagen
Anhang 2	Bohrprofile
Anhang 3	Laborbericht Siebkurven
Anhang 4	Zusammenstellung Grundwasserwärmepumpen
Anhang 5	Situation Deponie 1:1'000

BEILAGENVERZEICHNIS

Beilage 1	Situation 1:1'000
Beilage 2	Längsprofil Zulg 1:2'000 / 200

Präambel:

Dieses Gutachten wurde im Auftrag der Gemeinde Heimberg zur Abklärung der geologisch-geotechnischen, hydrogeologischen sowie altlastentechnischen Verhältnisse erstellt. Die vorgenannten Angaben und Folgerungen beziehen sich somit ausschliesslich auf das vorliegende Projekt. Bedeutende Änderungen des Projekts bedingen eine Neubeurteilung. Wird das Gutachten zudem für andere Zwecke verwendet, wird jede Haftung abgelehnt. Die Haftung wird auch gegenüber anderen Personen als den Auftraggebern vollumfänglich abgelehnt.

Bei den im Bericht gemachten Angaben handelt es sich um eine Interpretation der bis anhin von diesem Grundstück bzw. Standort bekannten Daten und Fakten. Sollten im Laufe der Planung bzw. der Ausführung des Bauvorhabens zusätzliche Informationen gewonnen werden, so müssen die gemachten Modellangaben überprüft und falls notwendig angepasst werden. Aus diesem Grund ist die Begleitung der Projektierungs- und Ausführungsarbeiten durch einen Geologen sehr zu empfehlen.

Längsvernetzung Zulg, Heimberg

Abklärungen zu Baugrund, Hydrogeologie und Altlasten

1. Ausgangslage

1.1. Anlass

Mit dem Projekt Längsvernetzung Zulg Heimberg soll der Abschnitt von der Bernstrasse bis zur Einmündung in die Aare fischgängig gemacht werden. Dies soll durch eine Absenkung und Aufweitung des Flussbetts erreicht werden. Dabei ist im oberen Bereich des Projektperimeters eine Absenkung von rund 1 m und eine lokale Aufweitung um wenige Meter vorgesehen. Im unteren Bereich stehen betreffend der Absenkung und Aufweitung zum gegenwärtigen drei Varianten zur Diskussion (vgl. Beilage 1 & Beilage 2):

- "Aufweitung kurz": Absenkung von bis zu 5 m über eine Länge von rund 460 m, Aufweitung von bis zu 90 m
- "Aufweitung lang": Absenkung von bis zu 5 m über eine Länge von 620 m Aufweitung von bis zu 95 m
- "Variante Aufweitung lang": Absenkung von bis zu 5 m über eine Länge von 620 m Aufweitung von bis zu 85 m

Die Aufweitung erfordert zudem den Neubau der Brücke *Kalisteg*, welcher rund 50 m flussaufwärts des gegenwärtigen Standortes vorgesehen ist.

1.2. Auftrag und Zielsetzung der Untersuchung

Mit den **ingenieurgeologischen Abklärungen** gilt es ein projektspezifisches Baugrundmodell zu erstellen, mit dem Aussagen zu folgenden Punkten gemacht werden können:

- Setzungsgefährdung im Bereich Bernstrasse bis verworfene Erschliessung sowie bei den Widerlagern der Brücke Kalisteg
- Lockergesteinskennwerte des Aushubmaterials
- Kornverteilung (ohne Feinanteile) des Aushubmaterials
- USCS-Klassifizierung des Aushubmaterials ohne Beurteilung der Feinanteile
- Einschätzung des anfallenden Aushubmaterials hinsichtlich der Eignung als Fundamentalschicht (Frostsicherheit, notwendige Arbeitsgänge in der Aufbereitung), Zuschlagstoff und Asphaltsplitt

Mit den **hydrogeologischen Abklärungen** sollen Aussagen zu folgenden Punkten gemacht werden:

- Grundwasserstände bei unterschiedlichen hydrogeologischen Verhältnissen
- Auswirkungen des Bauvorhabens auf die hydrogeologischen Verhältnisse
- Mögliche Beeinflussung von naheliegenden GW-Wärmepumpen

Mit den **altlastenspezifischen Abklärungen** sollen Aussagen zu folgenden Punkten gemacht werden:

- Einschätzung der möglichen Auflagen des AWA betreffend der Deponie Auwald
- Mengen- und Kostenschätzung für die Entsorgung von belastetem Material (falls möglich)

Auftraggeber	Gemeinde Heimberg Bauverwaltung Alpenstrasse 26 3627 Heimberg Rolf Däppen 033 439 20 46 rolf.daepfen@heimberg.ch
Bauherrenunterstützung	Flussbau AG SAH Schwarztorstrasse 7 3007 Bern Rolf Künzi 031 370 05 82 sah.be@flussbau.ch
Auftragsgrundlage	Offerte Nr. 11735O22033 vom 31. März 2020
Auftragserteilung	Telefonat Bauherrenunterstützung vom 15. Juni 2020

1.3. Eigentumsverhältnisse

Die Eigentumsverhältnisse der von Sondierungen betroffenen Parzellen in der Gemeinde Heimberg gestalten sich wie folgt:

Pz.-Nrn. 154, 954 & 1346	Burgergemeinde Heimberg Käsereiweg 40 3627 Heimberg
Pz.-Nr. 1	Kanton Bern AGG Reiterstrasse 11, 3011 Bern

1.4. Ausgeführte Arbeiten

- Vorbereitungsarbeiten
 - Beschaffung und Auswertung vorhandener Unterlagen
 - Erstellung eines Vorgehenskonzepts
 - Begehung
 - Leitungsabklärungen
 - Erstellen und Eingabe von Gesuch um Erteilung einer Bewilligung für Sondierbohrungen
 - Organisation und Leitung von Sondierbohrungen
- Feldarbeiten
 - Festlegen und Markieren der Sondierstellen vor Ort
 - Begleitung der Sondierbohrungen (geologische Aufnahme der Bohrkerne, Entnahme Feststoffproben)
 - zwei Messungen des Grundwasserspiegels bei 4 Messstellen
 - Grundlagenbeschaffung zu Grundwasserwärmepumpen beim AWA
 - Organisation von jeweils einer Begehung
 - Abstichmessung und Ermittlung der messbaren Tiefe vor Ort
- Sitzungswesen
 - Teilnahme an Planersitzung am 06.02.2020
 - Teilnahme an Planersitzung (Video) am 01.09.2020
- Auswertung der Resultate
 - Zeichnen von 4 Bohrprofilen
 - Auswertung der Messungen des Grundwasserspiegels und des Spiegels der Zulg
 - Beurteilung der Auswirkungen des Bauvorhabens auf die hydrogeologischen Verhältnisse
 - Beurteilung der Beeinflussung von naheliegenden GW-Wärmepumpen
 - USCS-Klassifizierung des Aushubmaterials
 - Bestimmung von Lockergesteinskennwerten des Aushubmaterials
 - Einschätzung der Setzungsgefährdung im Bereich Bernstrasse bis verworfene Erschliessung sowie bei Widerlagern der Brücke Kalisteg
 - Einschätzung des anfallenden Aushubmaterials hinsichtlich der Eignung als Fundamentalschicht (Frostsicherheit, notwendige Arbeitsgänge in der Aufbereitung), Zuschlagstoff und Asphaltplitt
 - Einschätzung der möglichen Auflagen des AWA betreffend der Deponie Auwald
 - Mengen- und Grobkostenschätzung für Entsorgung von Deponiematerial
- Berichterstattung
 - Teilbericht Baugrund
 - Teilbericht Hydrogeologie
 - Teilbericht Altlasten

2. Standortbeschreibung

2.1. Geologie

Der Untergrund innerhalb des Projektperimeters besteht aus Bachschuttablagerungen der Zulg und darunter befindlichen Aareschottern. Diese setzen sich gemäss bisherigen Erkenntnissen aus kiesig-sandigem Material mit unterschiedlichem Stein- und Feinkorngehalt sowie einzelnen Blöcken zusammen [7]. Vereinzelt können auch geringmächtige (schwach kiesige) Sandlinsen vorkommen [8]. Im Weiteren können geringmächtige Überschwemmungssedimente aus tonig-siltigem Material vorhanden sein [7]. Die Zulg wird seitlich durch künstliche Dammschüttungen aus kiesig-sandigem Material mit Steinen begrenzt [8].

2.2. Hydrogeologie

Die Schotterablagerungen wirken als Grundwasserleiter. Das Grundwasser fliesst gemäss Grundwasserkarte mit einem Gefälle von ca. 2 ‰ in Richtung West-Nordwest [2]. In der oberen Hälfte des Projektperimeters ist der Grundwasserspiegel mehrere Meter unter der Projektlinie (Variante lang) zu erwarten. In der unteren Hälfte dürfte der Spiegel bei Hochstand bis zur Projektlinie oder darüber hinaus ansteigen. Die hydraulische Durchlässigkeit des anstehenden Materials wird im Bereich von 2×10^{-4} bis 2×10^{-3} m/s erwartet [7].

2.3. Deponie Auwald, KbS-Standort Nr. 09280073

Der Ablagerungsstandort mit der Bezeichnung Deponie Auwald ist im Kataster der belasteten Standorte (KbS) des Kantons Bern unter der Nummer 09280073 verzeichnet. Die Sanierungsbedürftigkeit nach Artikel 8 der Altlasten-Verordnung (AltIV) ist nicht definiert [1]. Bei den bisherigen altlastenrechtlichen Untersuchungen handelt es sich um eine historische und technische Untersuchung aus dem Jahr 2012 [6] und um eine technische Untersuchung aus dem Jahr 2016 [9]. Die für das vorliegende Projekt relevanten Erkenntnisse dieser beiden Untersuchungen sind im Folgenden zusammenfasst:

- Innerhalb oder im Nahbereich (bis 10 m Entfernung) des Projektperimeters «Aufweitung lang Variante / mögliche Uferlinie bei Erosion auf Sohlenbreite = 75 m» wurden 9 Baggersondierungen abgeteuft und 3 Feststoffproben chemisch analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst.
- In zwei Sondierungen wurden oberflächennah 1.3 m beziehungsweise 1.6 m mächtige künstliche Auffüllungen aufgeschlossen.
- Das Auffüllmaterial ist schwach bis stark verschmutzt. Unter Berücksichtigung einer möglicherweise nicht natürlich bedingten Grenzwertüberschreitung des TOC liegt bei BS01/12 Sonderabfall vor.
- In den restlichen Sondierungen besteht der Untergrund aus natürlichen Ablagerungen oder aus abfallrechtlicher Sicht unauffälligem Dammschüttmaterial.

- Aus den Ergebnissen geht die in Beilage 1 dargestellte räumliche Ausdehnung des Standortes hervor.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse von innerhalb oder im Nahbereich (bis 10 m Entfernung) des Projektperimeters «Aufweitung lang Variante / mögliche Uferlinie bei Erosion auf Sohlenbreite = 75 m» abgeteufte Sondierungen aus [6][9].

Bezeichnung	Sondiertiefe	Materialaufschluss	Materialqualität nach VVEA gemäss Laboruntersuchung
BS01/12	1.7 m	- Auffüllmaterial von 0.3 – 1.6 m - Natürlich bis 0.3 m und ab 1.6 m	Stark verschmutzt (17 05 91 [akb]) (beziehungsweise Sonderabfall (17 05 05 [S]) falls TOC von 7.2 % nicht natürlich bedingt) von 0.6 – 1.1 m
BS02/12	1.4 m	Natürlich	
BS03/12	1.3 m	Natürlich	
BS04/12	0.9 m	Natürlich	
BS05/12	2.1 m	- Auffüllmaterial von 0.3 – 1.9 m - Natürlich bis 0.3 m und ab 1.9 m	Schwach verschmutzt (17 05 94) von 0.3 – 1.2 m
BS06/12	0.9 m	Natürlich	
BS16/12	1.7 m	Natürlich	
BS13/16	1.6 m	Dammschüttmaterial (vermutlich)	
BS14/16	1.3 m	Dammschüttmaterial	Unverschmutzt (17 05 06) von 0.1 – 1.3 m

3. Ausgeführte Untersuchungen

3.1. Sondierungen

Für die geologisch-geotechnischen sowie hydrogeologischen Untersuchungen wurden im Projektperimeter die in Tabelle 2 aufgeführten Sondierungen ausgeführt. Die Ausführung der Sondierungen erfolgten vom 21. bis 23. Juli 2020 durch die Studersond AG, Uebeschi.

Tabelle 2: Ausgeführte Sondierungen.

Bezeichnung	Methode	Lage vgl. Beilage 1	Tiefe	Ausbau	
RB/P1/20	Rotationskernbohrung mit SPT-Versuchen	Rechtsseitig, neuer Kalisteg	14 m	2"- Piezometer	7 m Vollrohr 5 m Filterrohr
RB/P2/20		Linksseitig, neuer Kalisteg	14 m	2"- Piezometer	8 m Vollrohr 6 m Filterrohr
RB/P3/20	Rotationskernbohrung	Linksseitig, Höhe bestehender GW- Pumpen	12 m	2"- Piezometer	6 m Vollrohr 5 m Filterrohr
RB/P4/20		Rechtsseitig, Bereich Grillstelle Zugspitze	12 m	2"-Piezometer	6 m Vollrohr 6 m Filterrohr

Die Standorte der Sondierungen sind im Situationsplan in Beilage 1 verzeichnet. Dabei ist zu beachten, dass Sondierungen beziehungsweise die Entnahme von repräsentativen Feststoffproben im Flussbett technisch schwierig realisierbar sind. Aus diesem Grund wurden die Sondierungen jeweils seitlich des Flussbetts ausgeführt. RB/P1/20 und RB/P4/20 wurden dabei im luftseitigen Hinterland des rechten Damms, RB/P2/20 und RB/P3/20 auf dem linken Damm positioniert.

Die Sondierungen wurden 2 m tiefer als der prognostizierte Grundwasser-Tiefstand ausgeführt. Zur Bestimmung der Grundwasserspiegel wurden sie mit 2"-Piezometern zu Grundwassermessstellen ausgerüstet.

3.2. Probenahmen und Messungen

Die Grundwasserspiegel wurden bei allen vier Messstellen zu folgenden Zeitpunkten erfasst:

- 23.07.2020
- 18.08.2020

Vom aufgeschlossenen Bohrgut wurden zwecks Klassifizierung pro Sondierung ein bis zwei Feststoffproben entnommen (vgl. Tabelle 3). Die Proben wurden einem akkreditierten Labor (BSL Baustofflabor AG, Uetendorf) zur Bestimmung der Materialzusammensetzung übergeben.

Tabelle 3: Entnommene Materialproben.

Proben-Nr.	Sondierung	Entnahmetiefe ab OKT
1	RB/P1/20	4.4 – 4.8 m
2	RB/P2/20	3.7 – 4.0 m
3	RB/P3/20	1.7 – 2.0 m
4	RB/P3/20	2.0 – 2.3 m
5	RB/P4/20	3.2 – 3.6 m
6	RB/P4/20	7.0 – 7.4 m

4. Ergebnisse

4.1. Baugrund

4.1.1. Aufbau des Untergrunds

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse ergibt sich folgender Baugrundaufbau:

Schicht 1 (Bodenschicht)

Mit einer Mächtigkeit zwischen 0.1 und 0.6 m wurde im obersten Bereich der Sondierungen ein weites Spektrum an Material angetroffen. Dabei bilden sowohl Sand, Kies als auch Silt standortabhängig den Hauptanteil. Generell war das Material braun, humos bis stark humos, durchwurzelt und sehr locker bis locker gelagert. Bei dem angetroffenen Material handelt es sich um die Bodenschicht.

Schicht 2 (künstliche Auffüllung / Dammschüttung)

In den Sondierungen RB/P2/20 und RB/P3/20 wurde unter Schicht 1 bis in maximal 2.3 m Tiefe mehrheitlich Kies, sandig bis stark sandig, schwach steinig, z.T. schwach siltig angetroffen. Untergeordnet bildete auch Sand den Hauptbestandteil. In beiden Sondierungen wurden in unterschiedlichen Tiefen auch wenige Ziegelbruchstücke vorgefunden. Das Material war trocken bis erdfeucht und von grauer oder beiger Farbe. Bei dem angetroffenen Material handelt es sich um künstliche Auffüllungen, welche die Längsdämme der Zulg bilden. Gemäss einem in dieser Schicht ausgeführten SPT-Versuch ist das Material mittel dicht gelagert. Die Sondierungen RB/P1/20 und RB/P4/20 wurden nicht auf dem Dammkörper erstellt, entsprechend wurde dieses Material hier nicht festgestellt.

Es ist davon auszugehen, dass für die Dammschüttungen überwiegend jenes Material verwendet wurde, welches bei der Erstellung des bestehenden Zulgbettes ausgehoben wurde. Vermutlich überwiegend entspricht aus diesem Grund das Material der Schicht 2 dem Material der folgenden Schichten 3a und 3b.

Schicht 3a (fluviatile Ablagerungen) / Schicht 3b (Stillwasserablagerungen)

In RB/P1/20 und RB/P4/20 unter Schicht 1, in RB/P2/20 und RB/P3/20 unter Schicht 2 folgt eine heterogene Wechsellagerung von Kies und Sand im dm- bis m-Bereich. Der Kies war überwiegend sandig bis stark sandig, der Sand überwiegend kiesig bis stark kiesig. Generell war das Material schwach steinig bis steinig. Das angetroffene, unzerbohrte Grösstkorn wies max. Durchmesser von 12 cm auf. Vereinzelt wurden auch vollständig durchbohrte Steine oder gegebenenfalls Blöcke mit Durchmessern von mindestens 15 cm beobachtet. Feinkorn ist entweder nicht oder nur schwach vorhanden. Deutlich untergeordnet wurden auch geringmächtige Bereiche aus Sand, sauber oder siltig, sowie Silt, tonig angetroffen. Bis zur Endtiefe der Sondierungen wurden neben den mineralischen Bestandteilen auch Holzreste mit Durchmessern im cm-Bereich angetroffen. Die Grobkomponenten werden durch kubische, kantige bis runde, kristalline und kalkige Gerölle gebildet, wobei kristalline Gerölle anteilmässig überwiegen. In RB/P2/20 wurden zwischen ca. 7 – 8.5 m Tiefe auch Anzeichen von kalkiger Verkittungen des Kies' und Sands beobachtet.

Beim angetroffenen Material handelt es sich um fluviatile Ablagerungen der Zulg und der Aare. Bei den rein sandig und siltigen Bereichen handelt es sich um Stillwasserablagerungen (Schicht 3b) innerhalb der fluviatilen Ablagerungen (Schicht 3a), welche genetisch bedingt in Form von Linsen vorliegen und überwiegend von geringer Ausbreitung (wenige Meter) sein dürften. Gemäss den in RB/P1/20 und RB/P2/20 ausgeführten SPT-Versuchen ist das grobkörnige Material (Schicht 3a) überwiegend dicht gelagert. Die als Schicht 3b interpretierten überwiegend oder rein sandigen Bereiche sind mittel dicht gelagert, das siltig-tonige Material in RB/P2/20, welches lagenweise zwischen 2.3 – 4.0 m Tiefe angetroffen wurde, war von weicher Konsistenz. Anhand der in den Bohrungen angetroffenen Verteilung der Schichten 3a und 3b wird davon ausgegangen, dass der Anteil von Schicht 3b am Gesamtvolumen im einstelligen Prozentbereich liegt.

4.1.2. Geotechnische Kennziffern

Aufgrund der Untersuchungen können die in Tabelle 4 aufgeführten, vorsichtigen Erwartungswerte abgeschätzt werden:

Tabelle 4: Geotechnische Kennziffern (Angabe: fett: vorsichtig geschätzter Erwartungswert; in Klammern: Extremwerte)

	Raumgewicht γ [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	M_E -Wert [MN/m ²]
Schicht 1 (Bodenschicht)	16 (15 - 17)	32 (28 - 34)	0 (0 - 2)	1 (0 - 3)
Schicht 2 (künstliche Auffüllung / Dammschüttung)	19 (18 - 20)	33 (31 - 35)	0	20 (10 - 25)
Schicht 3a (fluviatile Ablagerungen)	20 (19 - 21)	34 (31 - 37)	0 (0 - 2)	45 (40 - 80)
Schicht 3b (Stillwasserablagerungen)	17 (16 - 18)	30 (28 - 32)	2 (0 - 4)	5 (2 - 8)

4.2. Hydrogeologie

Die bei den Messstellen zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfassten Grundwasserspiegel sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Angaben zu Grundwassermessstellen und erfasste Grundwasserspiegel.

Bezeichnung	OK-Terrain [m ü.M.]	OK-Rohr [m ü.M.]	Kote am 23.07.2020 [m ü.M.]	Kote am 18.08.2020 [m ü.M.]
RB/ P1/20	556.4	556.23	547.13	547.37
RB/P2/20	556.9	556.83	547.5	547.73
RB/P3/20	554.5	554.33	547.18	547.37
RB/P4/20	553.1	552.98	546.75	546.93

Bei den in Tabelle 5 angegebenen Grundwasserspiegeln ist zu beachten, dass die Messungen vom 23. Juli 2020 unmittelbar nach der Installation der Piezometer durchgeführt wurden und entsprechend nicht sicher davon ausgegangen werden kann, dass sich bereits ein Ruhepegel eingestellt hatte. Aufgrund der allgemein guten Durchlässigkeit von Schicht 3 wird eine entsprechende Abweichung vom damals tatsächlich vorherrschenden Grundwasserspiegel jedoch als gering eingeschätzt (wenige Zentimeter). Im Folgenden wird für die Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse die Messung vom 18. August 2020 herangezogen.

Allgemein bilden die fluviatilen Ablagerungen den mächtigen Grundwasserleiter im Aaretal und im Bereich der Zulgmündung. Der Grundwasserspiegel weist ein Gefälle von ca. 2 ‰ auf. Das Grundwasser fliesst in etwa parallel zur Zulg in Richtung Aare. Gemäss [11] liegt der mittlere Grundwasserspiegel im Bereich des Kalistegs ca. bei Kote 547. Im Mündungsbereich der Zulg in die Aare liegt der entsprechende Grundwasserspiegel ca. bei Kote 546.3, was in etwa der Aaresohle entspricht. Die Sohle der Zulg liegt gemäss [3] auf Höhe Kalisteg ca. auf Kote 553.5 und fällt bis kurz vor der Mündung auf Kote 548.5. Entsprechend herrschen ausser während extremem Grundwasserhochstand vollständig perkolative Infiltrationsverhältnisse der Zulg in den Untergrund. Nur unterhalb der letzten Schwelle der Zulg (ca. 30 m vor der Mündung) liegt der Grundwasserspiegel während extremen Hochstands oberhalb der Zulgsohle. Da zu dieser Zeit in diesem Bereich auch ein deutlich erhöhter Zulgpegel vorliegen dürfte, dürfte auch dann keine Exfiltration von Grundwasser in die Zulg stattfinden.

Die Erhöhung des Grundwasserspiegels durch infiltrierendes Wasser aus der Zulg dürfte aufgrund der beschriebenen Lagebeziehungen (Grundwasserspiegel – Zulgsohle), der allgemein guten Durchlässigkeit des Untergrunds und des grossräumigen Grundwasserleiters nur gering sein (Annahme: wenige Zentimeter).

Gemäss der nahegelegenen und aufgrund der anstehenden geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse gut mit dem Projektperimeter vergleichbaren Messstation "G201 Heimberg, Oberi Au", lag am 18. August 2020 ein erhöhter Mittelwasserstand vor. Dieser kann in Zeiten extremer Verhältnisse (langanhaltende Niederschlagsperioden, Schneeschmelze, Trockenheit, etc.) um bis zu 2 m ansteigen resp. absinken.

In direkter Nähe zur Aare ist zusätzlich mit einem erhöhten Einfluss des Aarewasserpegels auf den Grundwasserspiegel zu rechnen. Gemäss [11] ist allein durch einen extremen Aarepegel in Folge starker Schneeschmelze (ohne Niederschlagseinfluss) mit einem Aufstau des Grundwassers im gesamten Projektperimeter zu rechnen.

4.3. Altlasten

Mit der Sondierung RB/P4/20 wurden ausschliesslich natürliche Ablagerungen aufgeschlossen. Die Stelle markiert somit zusammen mit der Baggersondierung BS16/12 (vgl. Kapitel 2.3) die maximale Ausdehnung des Standortes Deponie Auwald in Richtung Südosten. Mit der Sondierung RB/P1/20 wurden ebenfalls ausschliesslich natürliche Ablagerungen aufgeschlossen. Bei RB/P2/20 und RB/P3/20 wurden in den obersten 2.3 m beziehungsweise 2.2 m organoleptisch unauffällige künstliche Auffüllungen aufgeschlossen, die als unverschmutzt betrachtet werden.

4.4. Materialzusammensetzung gemäss Laborversuchen

Die entnommenen Proben wurden mittels Siebanalyse hinsichtlich Kornverteilung (Anhang 3) untersucht. In **Tabelle 6** sind die Ergebnisse der Laboruntersuchungen zusammengetragen.

Tabelle 6: Ergebnisse der Laboruntersuchungen

Proben-Nr.	Sondierung	Entnahmetiefe ab OKT	Schichtzuwei- sung	USCS- Klassifizierung
1	RB/P1/20	4.4 – 4.8 m	3a	GM
2	RB/P2/20	3.7 – 4.0 m	3b	SM / CL-ML
3	RB/P3/20	1.7 – 2.0 m	2 (3a)	GM / GW-GM
4	RB/P3/20	2.0 – 2.3 m	2 (3b)	SM / CL-ML
5	RB/P4/20	3.2 – 3.6 m	3a	GM / GW-GM
6	RB/P4/20	7.0 – 7.4 m	3a	GP-GM / GP

Die Proben 3 und 4 wurden Schicht 2 entnommen. Wie bereits unter Punkt 4.1.1 erwähnt, dürfte es sich dabei um Aushubmaterial der Schichten 3a und 3b handeln, was durch die entsprechende Bezeichnung in Klammern in Tabelle 6 festgehalten wird.

Wie bereits ebenfalls unter Punkt 4.1.1 erwähnt, wurden in den Bohrkernen in Schicht 3a vereinzelt auch Steine mit max. Durchmesser von 12 cm sowie vollständig durchbohrte Steine oder kleinere Blöcke mit einem Durchmesser von mindestens 15 cm angetroffen. Diese Kornfraktionen werden bedingt durch das Bohrverfahren und die Probenahme in den Kornkurven des Anhang 3 nicht repräsentiert. Das im Labor ermittelte Grösstkorn der Schicht 3a hat einen Durchmesser von 5.5 cm. Anhand der Bohrkern wird der Anteil Material mit einem Korndurchmesser grösser 5.5 cm auf ca. 10 % geschätzt.

5. Schlussfolgerung

5.1. Baugrund Kalisteg

5.1.1. Foundation

Zum Zweck der Baugrundabklärungen für den Neubau des Kalistegs wurden die Sondierungen RB/P1/20 und RB/P2/20 links und rechts der Zulg direkt im entsprechenden Projektperimeter erstellt.

Demnach sind die bis in eine Tiefe von 0.6 m angetroffenen Bodenschichten sowie die linksseitig bis in 2.3 m Tiefe folgenden künstlichen Auffüllungen nicht tragfähig. Die rechtsseitig unter den Bodenschichten (Kote 556.4) folgenden fluviatilen Ablagerungen (Schicht 3a) sind circa ab der Schichtoberkante bereits allgemein gut bis sehr gut tragfähig und für eine Flachfundation geeignet. Linksseitig der Zulg wurde unter der künstlichen Auffüllung Schicht 3b (Stillwasserablagerungen) angetroffen. Diese reicht in der Sondierung bis in ca. 3 – 4 m Tiefe (Kote 553.9 – 552.9) und ist allgemein schlecht tragfähig. In sämtlichen Sondierungen wurde Schicht 3b in variierender Tiefe, mehrheitlich mit Mächtigkeiten von einigen Zentimetern bis wenigen Dezimetern beobachtet. Die Ausbreitung in der Fläche ist dabei unklar, dürfte im Maximum aber nur wenige Quadratmeter betragen. Für den Fall, dass am definitiven Standort der Foundation des neuen Kalistegs die beschriebenen Stillwasserablagerungen (Schicht 3b) anstehen, können diese abhängig von deren Ausprägung in der Fläche entweder durch eine Foundationsplatte überspannt werden oder müssen mit geeignetem Material ersetzt werden. Anstelle des Materialersatzes ist auch eine Foundation mittels Schächten und Riegeln in den Fluviatilen Ablagerungen (Schicht 3a) möglich. Abschliessend kann dies erst nach der vollständigen Freilegung der Foundationsebene beurteilt werden.

Ohne die abzutragenden Lasten zu kennen, ist nach bisherigem Informationsstand davon auszugehen, dass der neue Kalisteg mit einer einfachen, untief reichenden Foundation erstellt werden kann und die Verwendung von Pfählen nicht notwendig sein dürfte.

Das Fundationskonzept ist vom projektierenden Ingenieur zu prüfen, dafür können die oben angegebenen Kennwerte verwendet werden.

Sollten aufgrund grösserer Lasten als erwartet oder um Zugbelastungen im Untergrund abtragen zu können, doch Pfähle oder Anker notwendig werden, sind bei der Projektierung und Ausführung bei entsprechender Tiefenlage (unterhalb des maximalen Grundwasserstands) die Vorgaben des Merkblatts Bauten im Grundwasser und Grundwasserabsenkung des AWA zu berücksichtigen.

5.1.2. Baugrubensicherung und Wasserhaltung

In der aktuellen Projektphase sind keine konkreten Informationen zur möglichen Foundationstiefe und der daraus folgenden Baugrube vorhanden. Allgemein dürfen die künstlichen Auffüllungen frei mit einer Neigung von max. 1 : 2 (Höhe : Breite) geböscht werden. Die Böschungen sind umgehend gegen Witterungseinflüsse zu schützen und dürfen nicht belastet werden. Die fluviatilen Ablagerungen (Schicht 3a) können frei mit max. 2 : 3 (Höhe : Breite) geböscht werden, die Stillwasserablagerungen (Schicht 3b) grundsätzlich mit max. 1 : 2 (Höhe : Breite). Sollten die Stillwasserablagerungen in grösserem Umfang innerhalb der 2 : 3 (Höhe : Breite) erstellten Böschung in den fluviatilen Ablagerungen auftreten, sind diese mit einfachen Sicherungsmassnahmen zu sichern.

Sollten Böschungen mit Neigungen grösser als den oben angegebenen notwendig werden, sind diese zu sichern. Dafür bietet sich grundsätzlich die Verwendung einer Nagelwand an. Sollte die Baugrube nah an der Zulg erstellt und gesichert werden müssen, dürfte an der Wasserseite die Verwendung einer Nagelwand nicht möglich sein. In diesem Fall sind Spundwände zu verwenden. Aufgrund der in den Bohrungen angetroffenen, z.T. grossen Steine sowie der nicht auszuschliessenden Präsenz von auch kleinen Blöcken, ist bei der Einbringung von Spundwänden mit erhöhtem Aufwand zu rechnen. Um das Einbringen der Spundwände zu erleichtern, kann entsprechend vorgebohrt werden.

Bezüglich der Wasserhaltung sind keine besonderen Massnahmen vorzusehen. Anfallendes Niederschlagswasser sollte direkt in den fluviatilen Ablagerungen versickern. Sich auf stärker feinkornbetontem Material sammelndes Wasser ist mit Pumpensämpfen zu fassen und abzuleiten.

Je nach Abstand der Baugrube von der Zulg und Tiefenlage der Foundation in Bezug auf deren Sohle, ist die Gefahr von Durchbrüchen von Zulgwasser zu beachten. Aufgrund der unter Kapitel 4.2 beschriebenen perkolutiven Infiltrationsverhältnisse versickert das Zulgwasser grundsätzlich überwiegend direkt vertikal, sodass auch in unmittelbarer Nähe der Zulg nicht mit einem relevant erhöhten Grundwasserstand gerechnet werden muss. Bei direkter Erstellung der Baugrube an der Zulg sollte jedoch geprüft werden, ob nicht doch mindestens Richtung Zulg eine Spundwand notwendig ist.

5.1.3. Grundwasserbeeinflussung

Im Bereich des neuen Standorts des Kalistegs liegt gemäss [3] und Kapitel 4.2 der mittlere Grundwasserspiegel ca. 6.5 m (Kote 447.2) und der maximale Grundwasserspiegel ca. 4.2 m (Kote 549.5) unter der aktuellen Zulghöhe. Abhängig von der gewählten Foundation ergibt sich eine Beeinflussung des Grundwassers. Bei einer Foundation oberhalb des maximalen Grundwasserspiegels ist eine Beeinflussung durch diese Baumassnahme nicht gegeben. Bei einer Foundation unterhalb des maximalen Grundwasserspiegels ist eine Beeinflussung nicht auszuschliessen. In der Folge sind die Vorgaben des Merkblatts Bauten im Grundwasser und Grundwasserabsenkung des Amts für Wasser und Abfall (AWA) zu beachten.

5.1.4. Erdbebensicherheit

Gemäss SIA-Norm 261 befindet sich das Untersuchungsgebiet in der Erdbebenzone Z2. Der vorhandene Baugrund kann der Baugrundklasse C zugeordnet werden.

5.2. Aufweitung Zulg

5.2.1. Grundwasser allgemein

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist neben einer neuen Linienführung der Zulg auch die Vertiefung der Sohle vorgesehen. Werden die Angaben zur maximalen Sohlentiefe aus [3] mit den unter Kapitel 4.2 dargelegten hydrogeologischen Verhältnissen verglichen, zeigt sich, dass das Projekt bei mittlerem Grundwasserspiegel bis ca. 70 m vor der Mündung oberhalb des Grundwasserspiegels zu liegen kommt.

Durch die Verbreiterung des Bachbettes sowie der neu erstellten, nicht kolmatierten Bachbettsohle im meist grobkörnigen, gut durchlässigen Schottermaterial ist gegenüber dem heutigen Zustand mit einer erhöhten Infiltrationsrate von Flusswasser ins Grundwasser zu rechnen. Da das Grundwasser im Bereich der Zulg vollständig mit dem mächtigen Grundwasservorkommen des Aaretals korrespondiert und das aus der Zulg infiltrierende Wasser im Grundwasserstrom des Aaretals abfliessen kann, ist nicht mit einem nennenswerten Anstieg des Grundwasserspiegels durch die geplanten Projektmassnahmen zu rechnen. Zudem befindet sich der Grundwasserspiegel einige Meter (ca. 6 bis 10 m) unter Terrain, womit ein möglicher Anstieg des Grundwasserspiegels von wenigen Zentimetern im Bereich der Zulg keinen Einfluss auf das Gelände oder bestehende Infrastrukturen haben sollte.

Bei Grundwasserhochstand muss damit gerechnet werden, dass die projektierte max. Sohlentiefe der Variante "Aufweitung lang" bis ca. 90 m oberhalb und der Variante "Aufweitung kurz" bis ca. 50 m unterhalb des bestehenden Kalistegs unter dem Grundwasserspiegel liegt (vgl. Beilage 2).

Entsprechend würde in dem Fall, dass die Zulg nur wenig Wasser führt respektive es keinen bedeutenden Rückstau an der Aare gibt, Grundwasser in die Zulg exfiltrieren. Da jedoch während extremer Grundwasserhochstände in der Zulg sowie der Aare tatsächlich ebenfalls deutlich erhöhte Pegel vorliegen, dürfte sich die Differenz Grundwasserspiegel – Zulgspiegel bis hin zu einem Gleichgewicht stark relativieren.

Allgemein kann festgehalten werden, dass mit den vorliegenden Projektvarianten nicht mit nennenswerten Veränderungen der hydrogeologischen Verhältnisse zu rechnen ist.

5.2.2. Grundwasserwärmepumpen

Die Ergebnisse der Untersuchungen zu den bestehenden Grundwasserwärmepumpen und deren Filterbrunnen sind in Anhang 4 zusammengefasst. Die am 3. August 2020 gemessenen Grundwasserstände entsprechen in Bezug auf die Messwerte der Grundwasser-Messstation

G201 Heimberg, Oberer Au niedrigen Hochständen. Der mittlere Grundwasserspiegel in diesem Perimeter liegt ca. bei Kote 446.5 m ü.M., womit die Filterstrecken sämtlicher Anlagen zwischen 4 und 12 m ins Grundwasser ragen.

Unter der Annahme, dass sämtliche Anlagen in der Vergangenheit funktionierten, wäre eine negative Beeinflussung der Funktion nur in Folge einer dauerhaften Absenkung des Grundwasserspiegels mindestens bei den kurzen Einbaustrecken zu erwarten. Eine entsprechende Absenkung wäre nur denkbar für den Fall, dass die neue Zulgsohle relevant unterhalb des mittleren Grundwasserspiegels zu liegen kommt, dieses also dauerhaft in die Zulg exfiltriert. Hier würde sich, abhängig von der Absenkung ein entsprechender Absenktrichter, auch Richtung der erwähnten Wärmepumpenanlagen ausbilden können.

Eine Beeinflussung durch das vorliegende Projekt kann aufgrund mehrerer Punkte mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Gemäss [3] liegt die minimal projektierte neue Kote der Zulgsohle bis ca. 70 m vor der Mündung (ca. 35 m oberhalb der untersten Schwelle) über der Kote des mittleren Grundwasserspiegels. Mit einer Beeinflussung des Grundwasserspiegels und in der Folge einer entsprechenden Absenkung ist demnach nur auf diesen 70 m zu rechnen, wobei der Einfluss generell sehr gering sein dürfte (Annahme: wenige Zentimeter). Eine Beeinflussung der Grundwasserspiegelhöhe bei den mindestens 100 m entfernten Filterbrunnen der Wärmepumpenanlagen gilt folglich als unwahrscheinlich.

Bei einem Niederwasserstand liegt die projektierte Zulgsohle über dem Grundwasserspiegel und es kann keine Exfiltration von Grundwasser stattfinden. Mit den geplanten Projektmassnahmen wird der Grundwasserspiegel bei Niederwasserstand deshalb gegenüber dem heutigen Zustand nicht verändert.

Die bestehenden Anlagen sollten zur Gewähr der dauerhaften Funktion auch für Verhältnisse mit Niedrigwasserstand ausgelegt sein. Aufgrund des Vergleichs mit der Messstation G201 dürfte im Bereich der Grundwasserwärmepumpen der Niederwasserstand ca. bei Kote 444.5 m ü.M. liegen. Demzufolge sollte durch das Projekt auch bei Niederwasserstand keine Beeinträchtigung der Funktion der Grundwasserwärmepumpen stattfinden.

5.2.3. Materialaushub und Wiederverwendung

Der Aushub für das neue Bett der Zulg kann mit den üblichen Tiefbaugeräten für Lockergestein erfolgen. Die Präsenz von grösseren Verkittungen der fluviatilen Ablagerungen (vgl. Kapitel 4.1.1) sowie das Auftreten auch grösserer Blöcke ist unwahrscheinlich.

Abhängig von den erwarteten Wasserständen im Flussbett sowie der eventuell möglichen Ausführung mit Lage der Zulgsohle unter dem Höchstgrundwasserstand sind die Uferböschungen zu projektieren und gegebenenfalls zu sichern.

Das Material der Schicht 3a, bezüglich Kornverteilung untersucht mit den Proben 1, 3, 5 und 6 (vgl. Tabelle 6) ist für anspruchsvolle Aufgaben geeignet. Gemäss Schaible und Casagrande gilt das Material gerade noch als "frostsicher" resp. "nicht frostempfindlich", befindet sich jedoch nah an der Grenze zum Bereich frostempfindlichen Materials.

Das Material der in Schicht 3a eingeschalteten Schicht 3b kann aufgrund seiner stark feinkörnigen Zusammensetzung max. für anspruchlose Aufgaben wiederverwendet werden. Dafür ist das Material vorgängig zu entwässern. Gemäss Schaible und Casagrande gilt das Material als "frostgefährlich" resp. sehr frostempfindlich.

5.3. Altlasten

5.3.1. Bewilligungsfähigkeit und Auflagen

Mit dem Bauvorhaben wird der Standort *Deponie Auwald* unweigerlich tangiert. Für ein aus altlastenrechtlicher Sicht bewilligungsfähiges Projekt ist es deshalb erforderlich, den Standort gleichzeitig zu sanieren (Art. 3 Bst. b AltIV). Eine Sanierung des gesamten Standortes ist dabei jedoch nicht erforderlich. Sie kann sich auf den Bereich beschränken, in dem das Flussbett aufgeweitet wird sowie in Bereichen, in denen eine Erosions- und Überflutungsgefahr besteht. Für den verbleibenden Standort muss aber aufgezeigt werden, dass dieser durch das Bauvorhaben nicht sanierungsbedürftig wird (Art. 3 Bst. a AltIV).

Wie der Standort saniert wird und sichergestellt wird, dass der verbleibende Standort nicht sanierungsbedürftig wird, muss anhand der definitiven Ausführungsvariante in einem Aushub- und Entsorgungskonzept konkret dargelegt werden. Dieses Konzept bildet einen integrativen Bestandteil des Baugesuchs. Es empfiehlt sich, das Konzept bereits vorgängig der zuständigen Fachstelle Altlasten des AWA zur Stellungnahme zu unterbreiten.

Weil die Aushubsohle tiefer liegt als die Sohle des Ablagerungsstandortes (vgl. Kapitel 2.3) ist unabhängig der Ausführungsvariante bereits jetzt klar, dass mit der Sanierung im Bereich der Aufweitung und dessen Nahbereich sämtliches verschmutztes Material auszuheben und gesetzeskonform zu entsorgen ist. Als verschmutzt gilt Material, das die Anforderungen nach Anhang 3 Absatz 1 VVEA nicht einhält.

Das anfallende, verschmutzte Aushubmaterial muss nach einer abfallrechtlichen Klassierung in zugelassenen Anlagen entsorgt werden. Diese Arbeiten müssen durch eine auf Altlasten spezialisierten Fachperson (Fachbauleitung Altlasten) begleitet und dokumentiert werden. Nach Abschluss der Sanierung muss das Erreichen des Sanierungsziels (Art. 19 AltIV) und die gesetzeskonforme Entsorgung (Art. 16 VVEA) dem AWA nachgewiesen werden.

5.3.2. Mengen- und Grobkostenschätzung

Um die Grössenordnung der durch die verschiedenen Varianten einhergehenden Entsorgungsmengen und -kosten aufzuzeigen, haben wir pro Variante eine Schätzung vorgenommen. Die in Tabelle 6 aufgeführte Schätzung basiert auf der in Anhang 5 dargestellten Deponiefläche und der darin (bei BS1/12 & BS5/12) festgestellten Mächtigkeit des Deponiekörpers. Beide Grössen sind das Resultat von wenigen Stichproben und unter Anbetracht der schwierig prognostizierbaren räumlichen Ausdehnung des Standortes mit einer erhöhten Unsicherheit behaftet. Eine Präzisierung wäre mit zusätzlichen Sondierungen und chemischen Analysen von Feststoffproben möglich.

Tabelle 7: Mengenschätzung basierend auf bisherigen Kenntnissen und Annahmen. *Annahme Auflockerungsfaktor 1.25. ** Annahme Umrechnungsfaktor m³ fest = 2 t.

Projektvariante		Aufweitung kurz		Aufweitung lang		Aufweitung lang Variante	
		Projektlinie	Mögliche Uferlinie 75 m	Projektlinie	Mögliche Uferlinie 75 m	Projektlinie	Mögliche Uferlinie 75 m
Betroffene Deponiefläche	m ²	654	0	646	764	1238	1363
Durchschnittliche Deponiemächtigkeit	m	1.3 (BS1/12)	1.3 (BS1/12)	1.3 (BS1/12)	1.3 (BS1/12)	1.3 (BS1/12)	1.6 (BS5/12)
Menge fest	m ³	850	0	840	993	1609	2181
Menge lose*	m ³	1063	0	1050	1242	2012	2726
Menge**	t	1700	0	1680	1986	3219	4362
Menge gesamt pro Variante	t	1700		3666		7581	

Aus der in Tabelle 7 aufgeführte Mengenschätzung errechnet sich die in Tabelle 8 aufgelisteten Kosten für die Entsorgung in einer zulässigen Entsorgungsanlage inklusive des Transportes von der Baustelle dorthin. Bei der Schätzung gingen wir davon aus, dass jeweils die Hälfte des Materials wenig und die andere Hälfte stark verschmutzt sein wird.

Zu beachten ist, dass sich die Genauigkeit der Kostenschätzung auf die oben hergeleitete Materialmenge bezieht, welche wie erwähnt mit einer erhöhten Unsicherheit behaftet ist.

Tabelle 8: Kostenschätzung basierend auf bisherigen Kenntnissen und Annahmen.*Annahme Richtpreis Entsorgung CHF 100.-- + Transport CHF 5.--. **Annahme Richtpreis Entsorgung CHF 45.-- + Transport CHF 5.--. *Genauigkeit bezogen auf angenommene Materialmenge.**

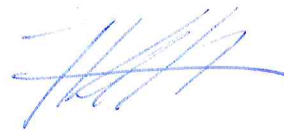
Projektvariante		Aufweitung kurz	Aufweitung lang	Aufweitung lang Variante
Gewicht	t	1700	3666	7581
Annahme 50 % stark verschmutzt (17 05 91 [akb])	t	850	1833	3791
Annahme 50 % wenig verschmutzt (17 05 97 [ak])	t	850	1833	3791
Kosten Entsorgung (inkl. Transport) stark verschmutztes Material (17 05 91 [akb])	CHF exkl. MwSt	89'250	192'465	398'055
Kosten Entsorgung (inkl. Transport) wenig verschmutztes Material (17 05 97 [ak])	CHF exkl. MwSt	42'500	91'650	189'550
Kostenschätzung (\pm 20% ***)	CHF exkl. MwSt	131'750	284'115	587'605

6. Weiteres Vorgehen

Im weiteren Verlauf der Projektierung sind die hier gemachten Angaben auf ihre Kompatibilität zu prüfen.

KELLERHALS + HAEFELI AG


E. Theiler


J. Klette

Sachbearbeiter: Florian Klingenfuss, MSc Umweltnaturwissenschaftler (Altlasten)
Johannes Klette, Dipl.-Ing. Geotechnik (Baugrund & Hydrogeologie)
Esther Theiler, Dipl. Geologin

Bern, 25. September 2020
FK/KL/rj 11735

Anhang 1

Verwendete Grundlagen

Verwendete Unterlagen

- [1] Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (2020): Auszug aus dem Kataster der belasteten Standorte des Kantons Bern, Stand 04.02.2020
- [2] Geoportal des Kantons Bern (2020): Geologische Grundlagendaten, Grundwasserkarte abgerufen auf www.geo.apps.be.ch am 25.08.2020
- [3] Herzog Ingenieure AG (2020): 1219 Längsvernetzung Zulg Heimberg, Längenprofil mit Sohlenprojektierung, 1:1000 / 100, Stand Abgabe ARA, gm 12.02.2020
- [4] Herzog Ingenieure AG (2020): 1219 Längsvernetzung Zulg Heimberg, Situationsplan, 1:1000, Stand Abgabe ARA, gm 12.02.2020
- [5] Kellerhals+Haefeli AG (2006): Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun - Bern, Grundwasserisohypsen im Bereich der Zulgmündung (Nieder- und Hochwasser), Tiefbauamt des Kantons Bern Obergeringenieurkreis II, Beilage 1, Dez. 2006
- [6] Kellerhals+Haefeli AG (2012): Deponie Auwald, Historische und Technische Untersuchung, Tiefbauamt des Kantons Bern Obergeringenieurkreis II, Bericht Nr. 08046B14421, 11. Mai 2012
- [7] Kellerhals+Haefeli AG (2014): Gewerbegebiet Aarefeld Steffisburg, Grob beurteilung der Baugrundverhältnisse, Gemeinde Steffisburg, Bericht Nr. 9215B16583, 16.12.2014
- [8] Kellerhals+Haefeli AG (2016): Erschliessung Heimberg Süd, Bericht zu den Baugrunduntersuchungen, Einwohnergemeinde Heimberg, Bericht Nr. 9481B17556, 18.01.2016
- [9] Kellerhals+Haefeli AG (2016): Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun-Bern, Gemeinde Heimberg, Technische Untersuchung belastete Standorte Heimberg, Bericht Nr. 9698B17995 vom 07.09.2016
- [10] Swisstopo (2020): GeoCover – Vektordaten, abgerufen auf www.geo.admin.ch am 25.08.2020
- [11] Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern: Grundlage für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern, 1981

Gesetzliche Grundlagen und andere behördliche Dokumente

- [A] Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltIV) vom 26. August 1998 (Stand am 1. Mai 2017), SR 814.680
- [B] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015 (Stand am 1. April 2020), SR 814.600
- [C] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. April 2020), SR 814.201
- [D] Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) vom 22. Juni 2005 (Stand am 1. Januar 2020), SR 814.610

Anhang 2
Bohrprofile

Bohrprofil

Sondierbohrung: **RB/P 1/20**

BOHRART: Drehrammkernsondierung

Geol. Aufnahme: J. Klette
Dipl.-Ing. Geotechnik

BOHRFIRMA: Studersond

BOHRMEISTER: Martin Niederhäuser

Gezeichnet: fa Geprüft: jk

AUSFÜHRUNGSDATUM: 21.07.2020

Projekt-Nr.: 11735 Anhang-Nr.: 2.1

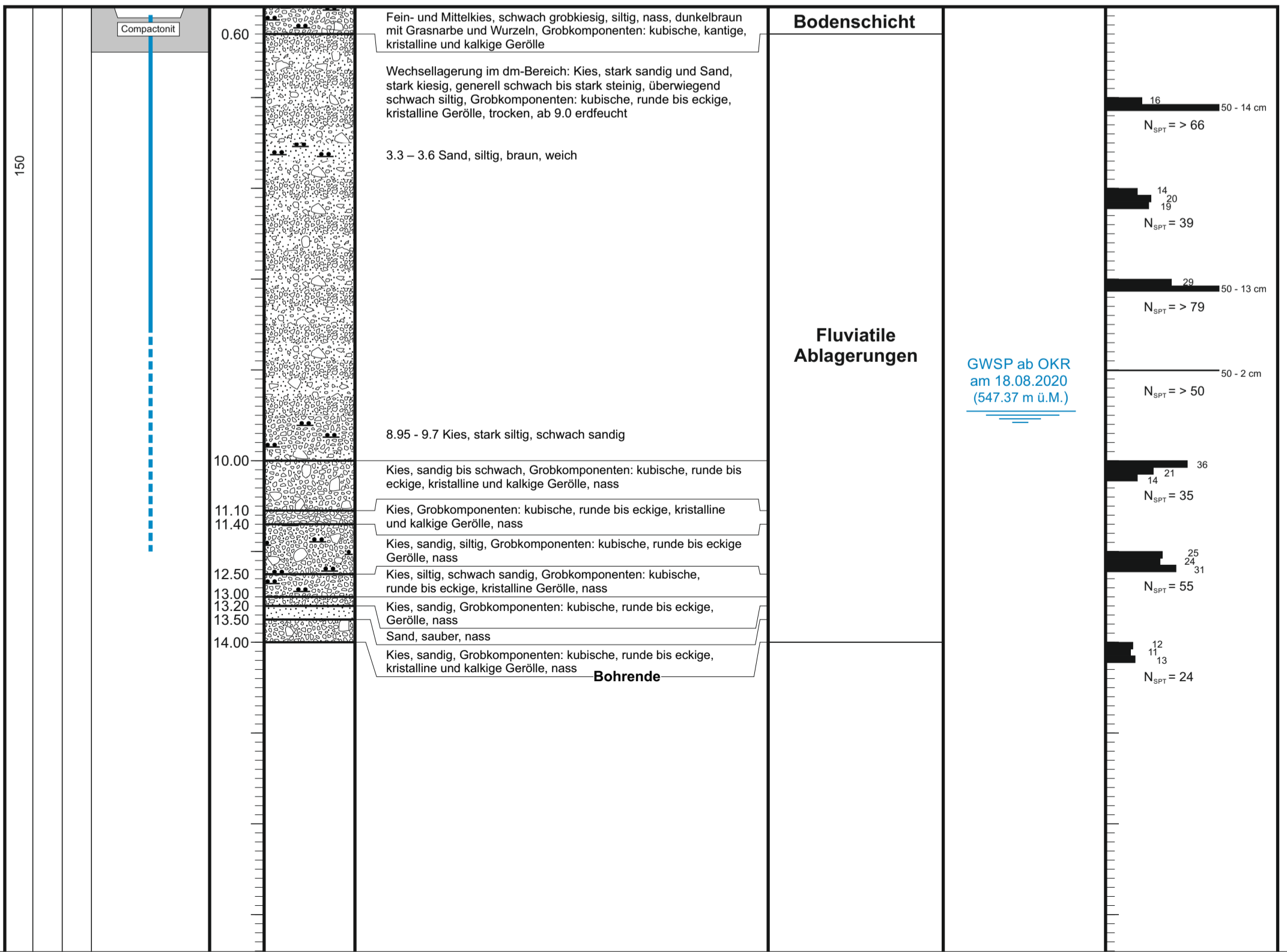
KOORDINATEN: 2'612'966 / 1'180'251

Datum: 25.08.2020 Format: A3

KOTE BEZUGSPUNKT: 556.4 m ü.M.

Masstab: 1:100 W:\11735 Zulgmündung\10_Core\11735_200825_RB-P1-20.cdr

Technische Daten				Bohrlänge ab Bezugspunkt (m)	Lithologie	Beschreibung	Geologische Identifikation	Hydrogeologie Grundwasserspiegel	SPT - Versuche (Anzahl Schläge pro 15 cm Eindringung)
Bohrdurchmesser (mm)	Verrohrungsdurchmesser (mm)	Kerngewinn in %	Einbau 2"-PVC-Piezometer						



Bohrprofil

Sondierbohrung: **RB/P 2/20**

BOHRART: Drehrammkernsondierung

Geol. Aufnahme: M. Lengacher

BOHRFIRMA: Studersond

Dipl. Geologe

BOHRMEISTER: Martin Niederhäuser

Gezeichnet: fa

Geprüft: jk

AUSFÜHRUNGSDATUM: 22.07.2020

Projekt-Nr.: 11735

Anhang-Nr.: 2.2

KOORDINATEN: 2'612'950 / 1'180'213

Datum: 26.08.2020

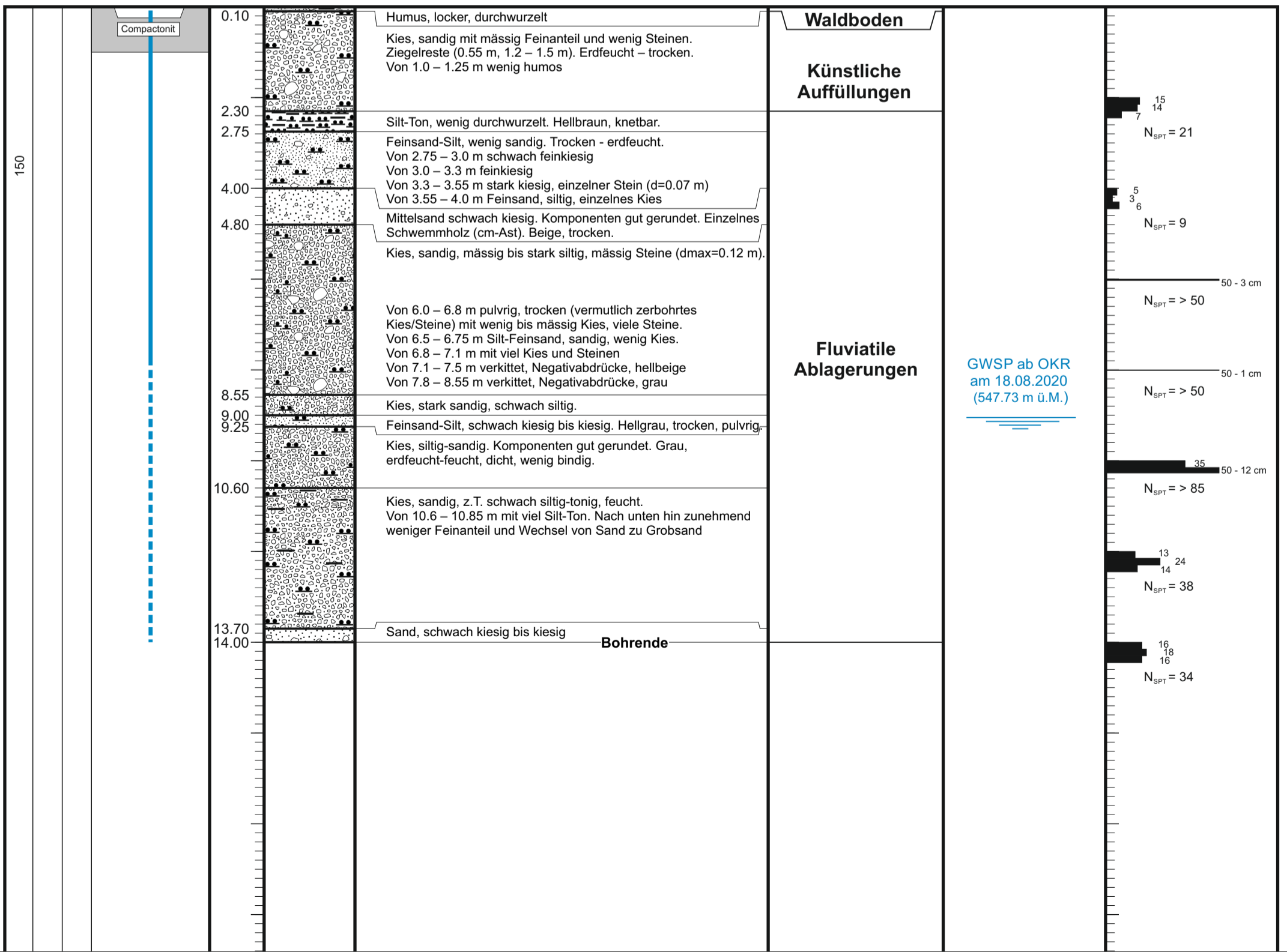
Format: A3

KOTE BEZUGSPUNKT: 556.9 m ü.M.

Masstab: 1:100

W:\11735 Zulgmündung\10_Core\11735_200826_RB-P2-20.cdr

Technische Daten		Bohrlänge ab Bezugspunkt (m)	Lithologie	Beschreibung	Geologische Identifikation	Hydrogeologie Grundwasserspiegel	SPT - Versuche (Anzahl Schläge pro 15 cm Eindringung)
Bohrdurchmesser (mm)	Verrohrungsdurchmesser (mm)						



Gemeinde Heimberg

Längsvernetzung Zulg

Bohrprofil

**KELLERHALS
+ HAEFELI AG**
GEOLOGEN | BERN
STANS

Kapellenstrasse 22 · 3011 Bern Bahnhofplatz 1a · 6370 Stans
Tel. 031 381 90 07 · bern@k-h.ch Tel. 041 612 05 25 · stans@k-h.ch

Sondierbohrung: **RB/P 3/20**

BOHRART: Drehrammkernsondierung

Geol. Aufnahme: M. Lengacher
Dipl. Geologe

BOHRFIRMA: Studersond

BOHRMEISTER: Martin Niederhäuser

Gezeichnet: fa Geprüft: jk

AUSFÜHRUNGSDATUM: 23.07.2020

Projekt-Nr.: 11735

Anhang-Nr.: 2.3

KOORDINATEN: 2'612'713 / 1'180'299

Datum: 26.08.2020

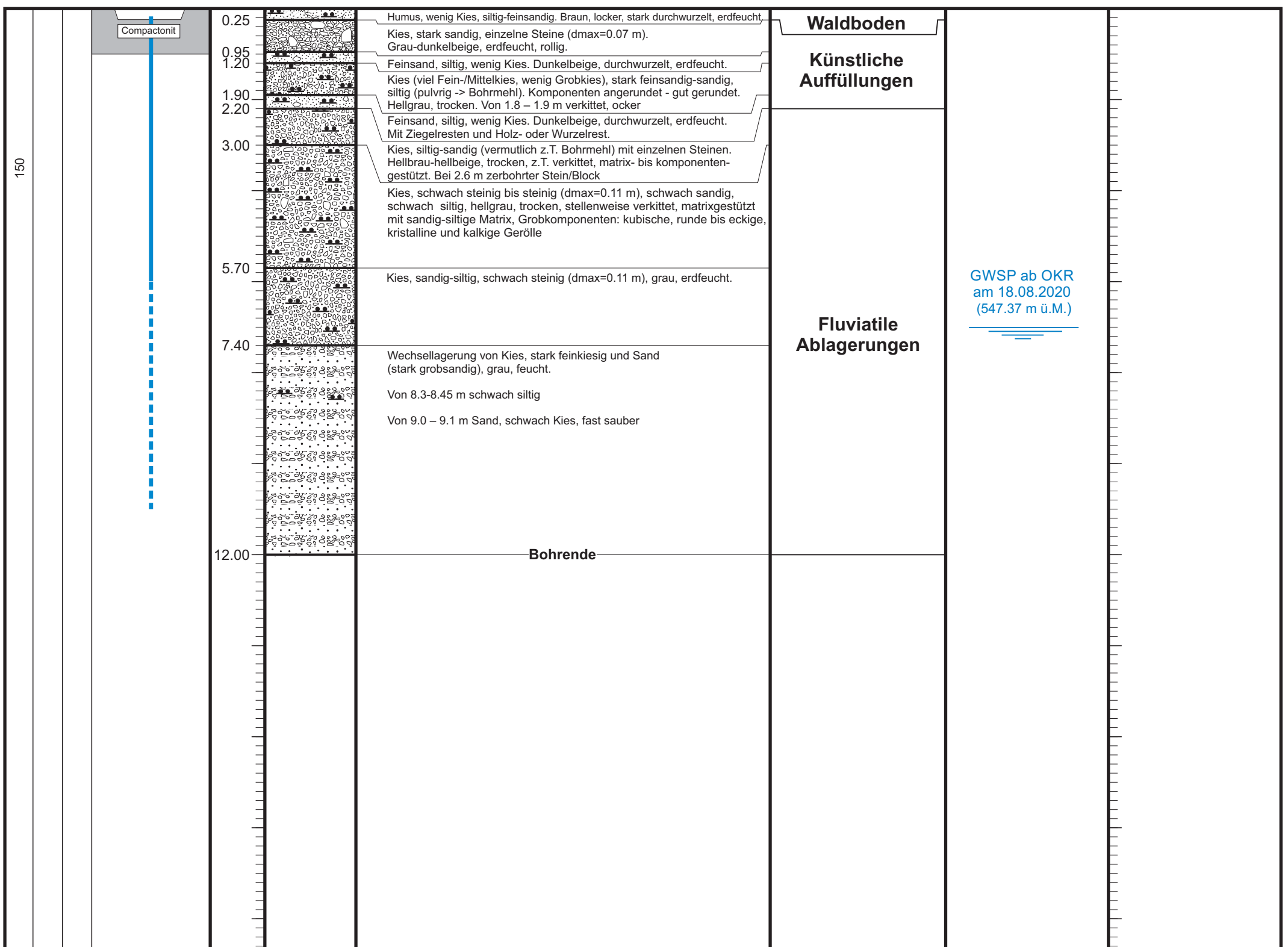
Format: A3

KOTE BEZUGSPUNKT: 554.5 m ü.M.

Masstab: 1:100

W:\11735 Zulgmündung\10_Core\11735_200826_RB-P3-20.cdr

Technische Daten		Bohrlänge ab Bezugspunkt (m)	Lithologie	Beschreibung	Geologische Identifikation	Hydrogeologie Grundwasserspiegel	SPT - Versuche (Anzahl Schläge pro 15 cm Eindringung)
Bohrdurchmesser (mm)	Verrohrungsdurchmesser (mm)						



Gemeinde Heimberg
Längsvernetzung Zulg

Bohrprofil

**KELLERHALS
+ HAEFELI AG**
GEOLOGEN | BERN
STANS

Kapellenstrasse 22 · 3011 Bern Bahnhofplatz 1a · 6370 Stans
Tel. 031 381 90 07 · bern@k-h.ch Tel. 041 612 05 25 · stans@k-h.ch

Sondierbohrung: **RB/P 4/20**

BOHRART: Drehrammkernsondierung

Geol. Aufnahme: J. Klette
Dipl.-Ing. Geotechnik

BOHRFIRMA: Studersond

BOHRMEISTER: Martin Niederhäuser

Gezeichnet: fa Geprüft: jk

AUSFÜHRUNGSDATUM: 21.07.2020

Projekt-Nr.: 11735 Anhang-Nr.: 2.4

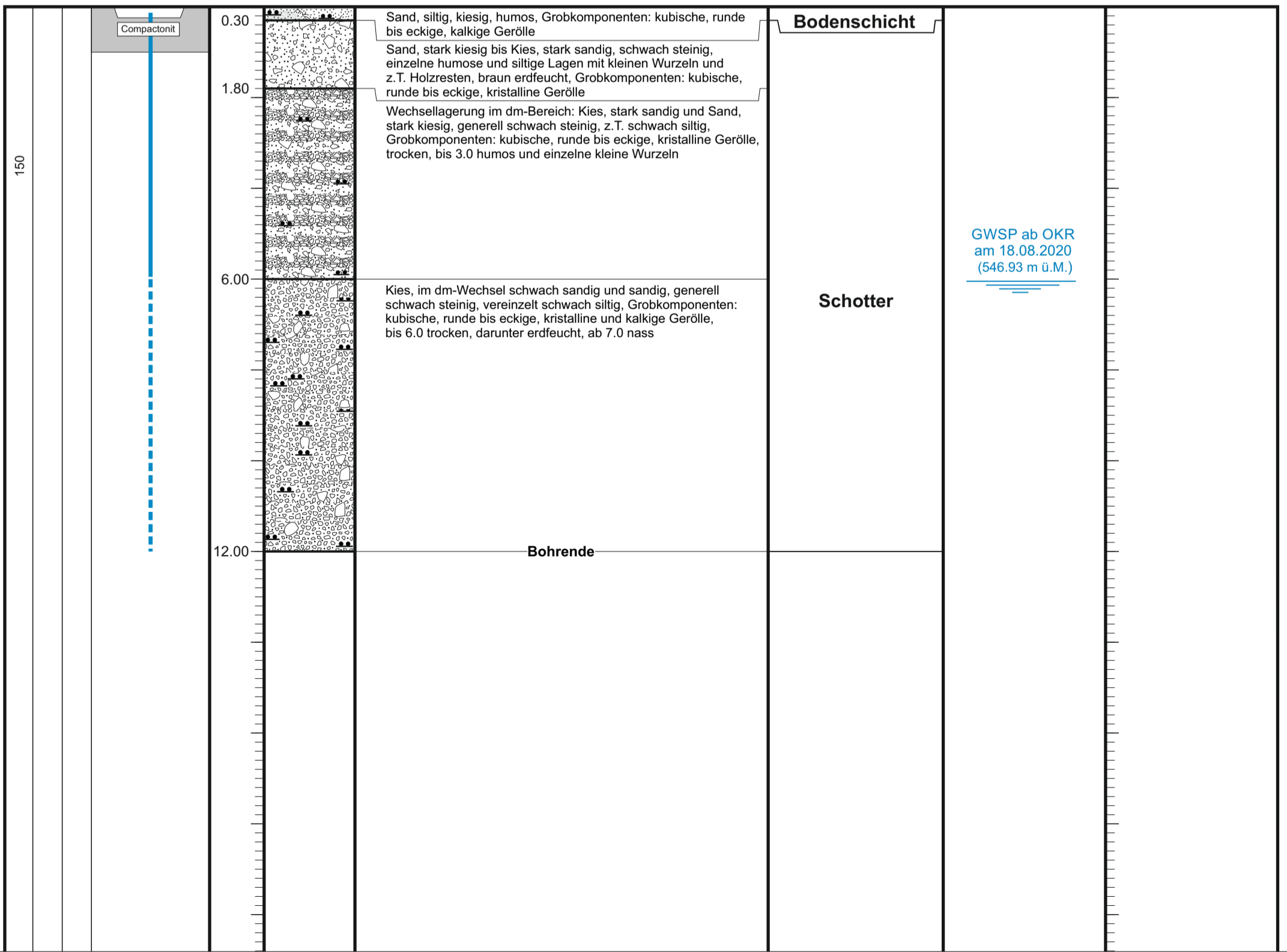
KOORDINATEN: 2'612'656 / 1'180'357

Datum: 26.08.2020 Format: A3

KOTE BEZUGSPUNKT: 553.1 m ü.M.

Masstab: 1:100 W:\11735 Zulgmündung\10_Core\11735_200826_RB-P4-20.cdr

Technische Daten				Bohrlänge ab Bezugspunkt (m)	Lithologie	Beschreibung	Geologische Identifikation	Hydrogeologie Grundwasserspiegel	SPT - Versuche (Anzahl Schläge pro 15 cm Eindringung)
Bohrdurchmesser (mm)	Verrohrungsdurchmesser (mm)	Kerngewinn in %	Einbau 2"-PVC-Piezometer						



Anhang 3

Laborbericht Siebkurven

Untersuchung von Ungebundenen Gemischen und Böden

Auftraggeber	Kellerhals + Haefeli AG Kapellenstr. 22 3011 Bern	Probennummer	M.20.0811
		Auftragsnummer	20.01308
		Berichtausgabe	Nr. 1
Probenbezeichnung	Bodenmaterial	Probeneingang	18.08.2020
Probenherkunft		Entnahmedatum	
Entnahmeort		Entnahme durch	Auftraggeber
Objekt	Längsvernetzung Zulg	Unternehmung	
Bemerkungen	RB1 4.4 - 4.8 m		

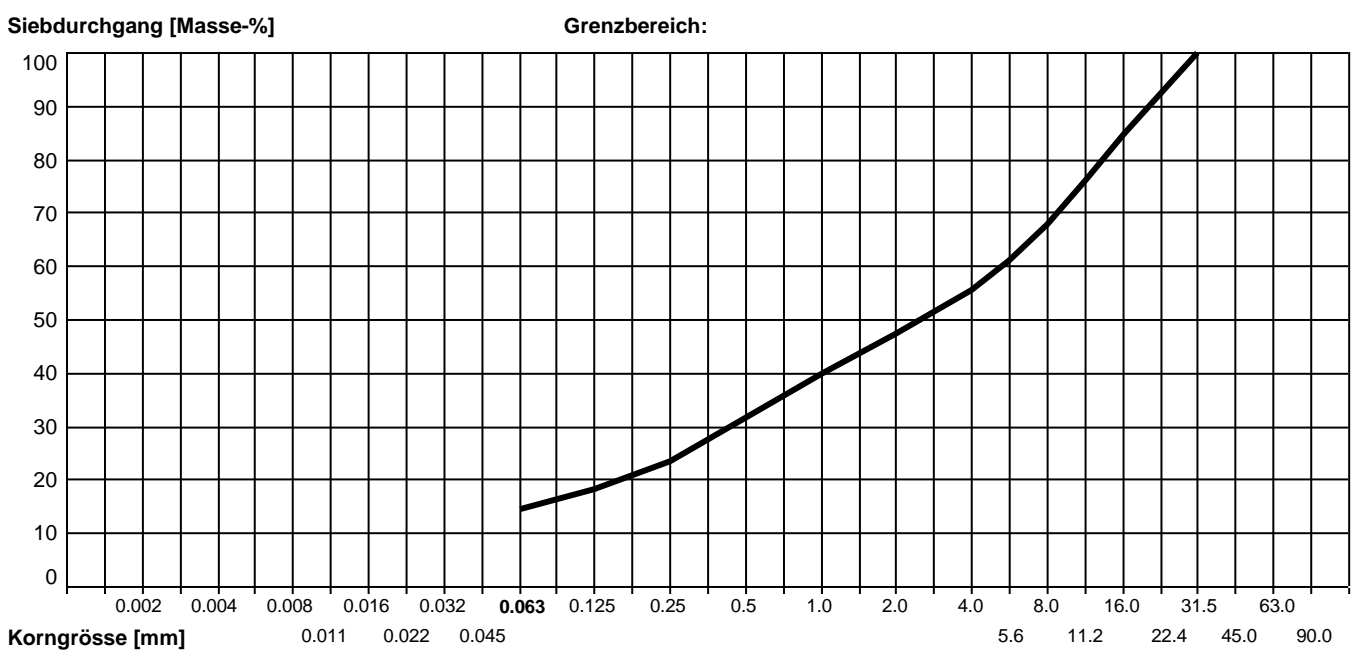
Schlammanalyse SN 670 816 (Durchgänge bezogen auf Gesamtmasse der Probe)

Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)	Ton + Silt (≤ 0.02 mm)
Durchgang [M.-%]											

Siebanalyse SN EN 933-1 **Grösstkorn [mm]** 32 mm

Siebgrösse [mm]	.063	.125	.25	.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90	200
Durchgang [M.-%]	14.7	18.3	23.6	31.8	40.1	47.5	55.7	61.3	67.9	75.9	84.8	92.6	100.0				
Grenzbereich																	
Oben [M.-%]																	
Unten [M.-%]																	

Wassergehalt SN EN 1097-5	Konsistenzgrenzen SN 670 345	Fliessgrenze Ausrollgrenze Plastizitätsindex
-------------------------------------	--	---



Berichtsdatum 27.08.2020
Laborant ef

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnte Probe. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Untersuchung von Ungebundenen Gemischen und Böden

Auftraggeber	Kellerhals + Haefeli AG Kapellenstr. 22 3011 Bern	Probennummer	M.20.0812
		Auftragsnummer	20.01308
		Berichtausgabe	Nr. 1
Probenbezeichnung	Bodenmaterial	Probeneingang	18.08.2020
Probenherkunft		Entnahmedatum	
Entnahmeort		Entnahme durch	Auftraggeber
Objekt	Längsvernetzung Zulg	Unternehmung	
Bemerkungen	RB2 3.7 - 4.0 m		

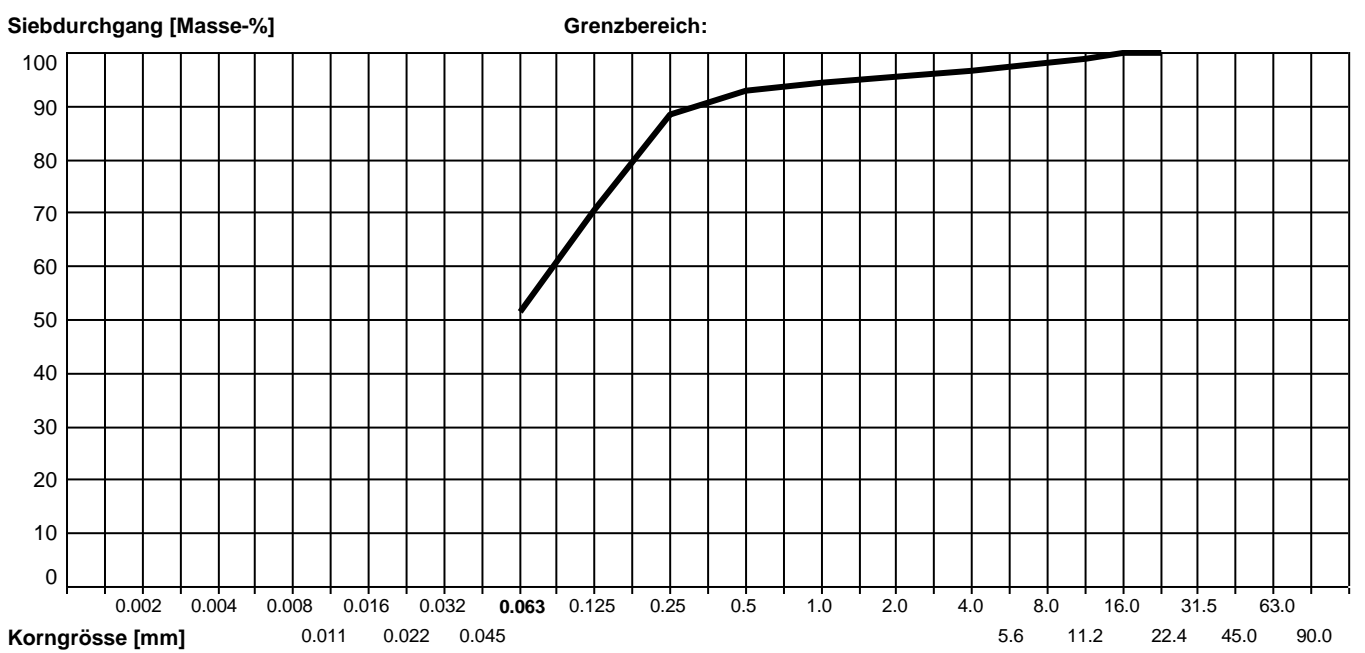
Schlammanalyse SN 670 816 (Durchgänge bezogen auf Gesamtmasse der Probe)

Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)	Ton + Silt (≤ 0.02 mm)
Durchgang [M.-%]											

Siebanalyse SN EN 933-1 **Grösstkorn [mm]** 32 mm

Siebgrösse [mm]	.063	.125	.25	.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90	200
Durchgang [M.-%]	51.6	70.5	88.4	92.9	94.5	95.5	96.6	97.3	98.2	98.9	100.0	100.0					
Grenzbereich																	
Oben [M.-%]																	
Unten [M.-%]																	

Wassergehalt SN EN 1097-5	Konsistenzgrenzen SN 670 345	Fliessgrenze Ausrollgrenze Plastizitätsindex
-------------------------------------	--	---



Berichtsdatum 27.08.2020
Laborant ef

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnte Probe. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Untersuchung von Ungebundenen Gemischen und Böden

Auftraggeber	Kellerhals + Haefeli AG Kapellenstr. 22 3011 Bern	Probennummer	M.20.0813
		Auftragsnummer	20.01308
		Berichtausgabe	Nr. 1
Probenbezeichnung	Bodenmaterial	Probeneingang	18.08.2020
Probenherkunft		Entnahmedatum	
Entnahmeort		Entnahme durch	Auftraggeber
Objekt	Längsvernetzung Zulg	Unternehmung	
Bemerkungen	RB3 1.7 - 2.0 m		

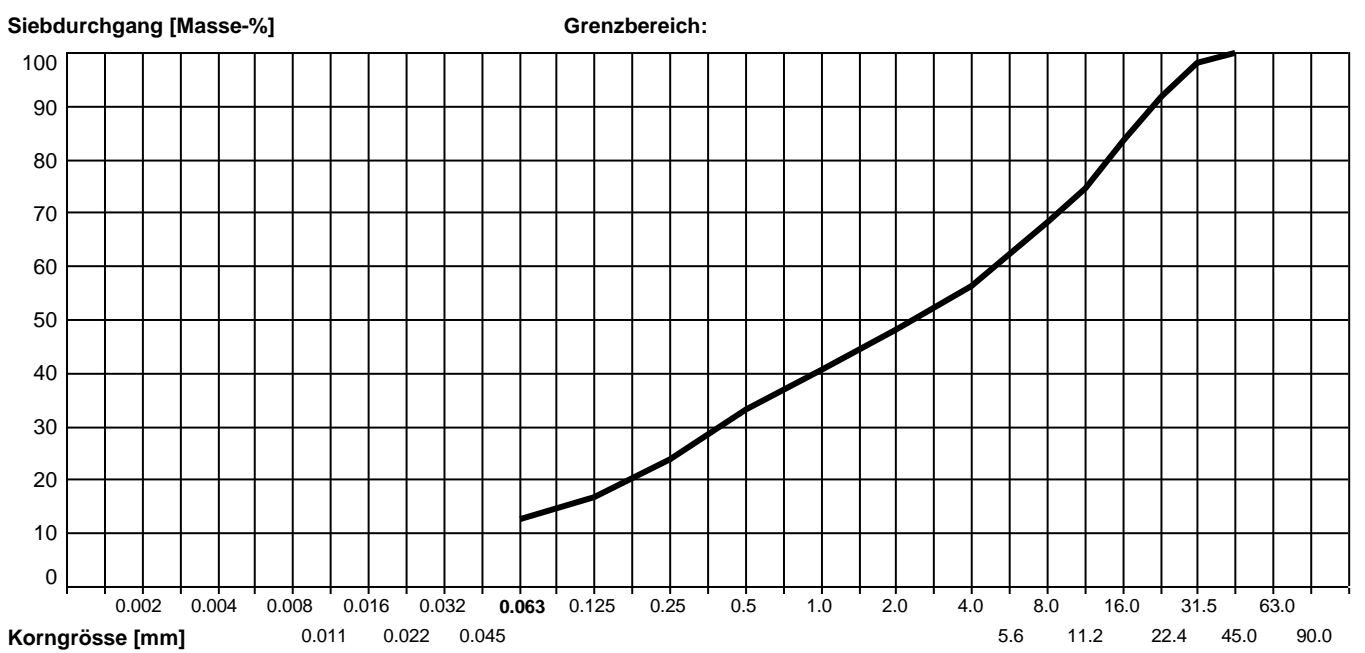
Schlammanalyse SN 670 816 (Durchgänge bezogen auf Gesamtmasse der Probe)

Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)	Ton + Silt (≤ 0.02 mm)
Durchgang [M.-%]											

Siebanalyse SN EN 933-1 **Grösstkorn [mm]** 41 mm

Siebgrösse [mm]	.063	.125	.25	.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90	200
Durchgang [M.-%]	12.7	16.8	23.9	33.3	40.8	48.0	56.5	62.3	68.2	74.5	83.6	91.7	98.0	100.0			
Grenzbereich																	
Oben [M.-%]																	
Unten [M.-%]																	

Wassergehalt SN EN 1097-5	Konsistenzgrenzen SN 670 345	Fliessgrenze Ausrollgrenze Plastizitätsindex
-------------------------------------	--	---



Berichtsdatum 27.08.2020
Laborant ef

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnte Probe. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Untersuchung von Ungebundenen Gemischen und Böden

Auftraggeber	Kellerhals + Haefeli AG Kapellenstr. 22 3011 Bern	Probennummer	M.20.0814
		Auftragsnummer	20.01308
		Berichtausgabe	Nr. 1
Probenbezeichnung	Bodenmaterial	Probeneingang	18.08.2020
Probenherkunft		Entnahmedatum	
Entnahmeort		Entnahme durch	Auftraggeber
Objekt	Längsvernetzung Zulg	Unternehmung	
Bemerkungen	RB3 2.0 - 2.3 m		

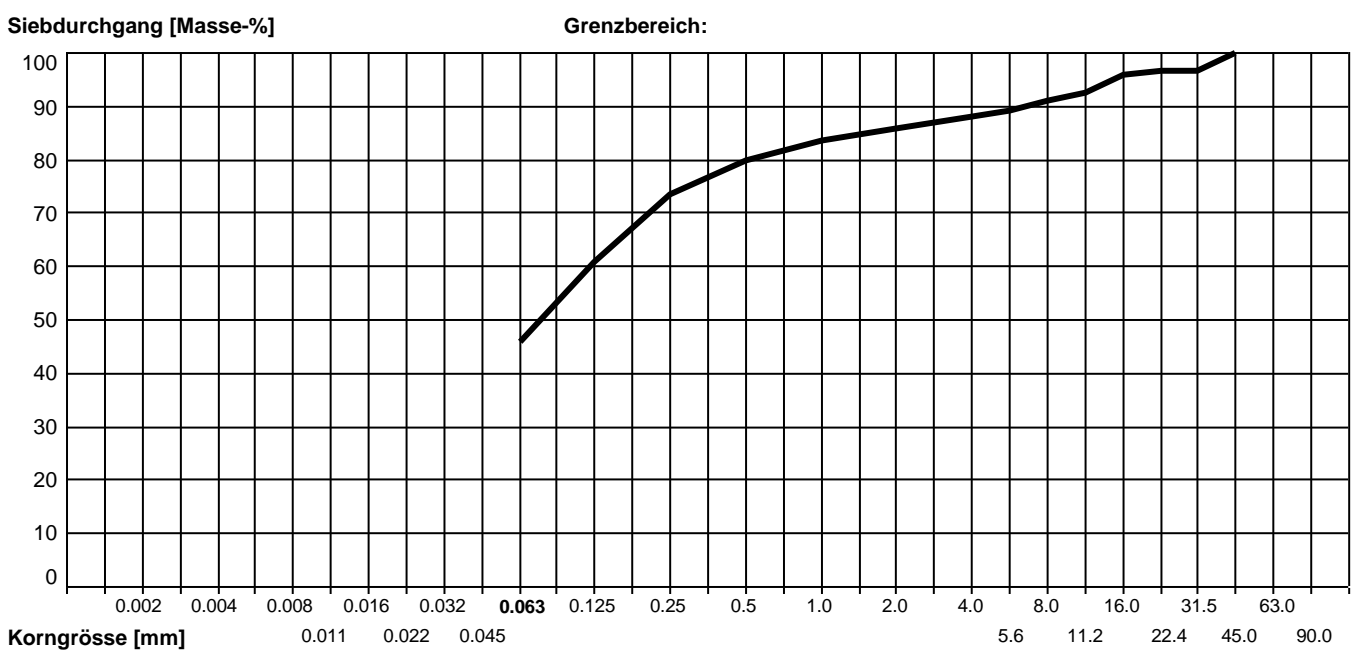
Schlämmanalyse SN 670 816 (Durchgänge bezogen auf Gesamtmasse der Probe)

Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)	Ton + Silt (≤ 0.02 mm)
Durchgang [M.-%]											

Siebanalyse SN EN 933-1 **Grösstkorn [mm]** 44 mm

Siebgrösse [mm]	.063	.125	.25	.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90	200
Durchgang [M.-%]	45.7	60.7	73.4	79.8	83.5	86.0	88.1	89.4	91.1	92.4	95.8	96.7	96.7	100.0			
Grenzbereich																	
Oben [M.-%]																	
Unten [M.-%]																	

Wassergehalt SN EN 1097-5	Konsistenzgrenzen SN 670 345	Fliessgrenze Ausrollgrenze Plastizitätsindex
-------------------------------------	--	---



Berichtsdatum 27.08.2020
Laborant ef

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnte Probe. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Untersuchung von Ungebundenen Gemischen und Böden

Auftraggeber	Kellerhals + Haefeli AG Kapellenstr. 22 3011 Bern	Probennummer	M.20.0815
		Auftragsnummer	20.01308
		Berichtausgabe	Nr. 1
Probenbezeichnung	Bodenmaterial	Probeneingang	18.08.2020
Probenherkunft		Entnahmedatum	
Entnahmeort		Entnahme durch	Auftraggeber
Objekt	Längsvernetzung Zulg	Unternehmung	
Bemerkungen	RB4 3.2 - 3.6 m		

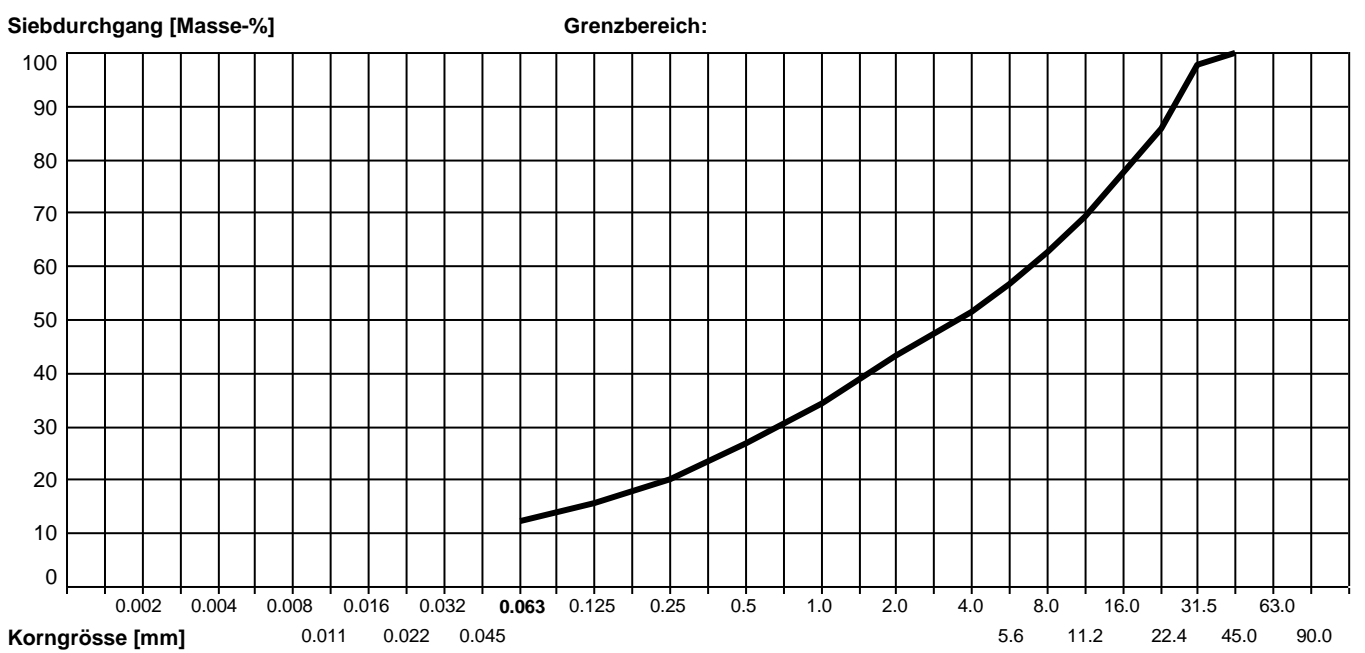
Schlämmanalyse SN 670 816 (Durchgänge bezogen auf Gesamtmasse der Probe)

Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)	Ton + Silt (≤ 0.02 mm)
Durchgang [M.-%]											

Siebanalyse SN EN 933-1 **Grösstkorn [mm]** 44 mm

Siebgrösse [mm]	.063	.125	.25	.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90	200
Durchgang [M.-%]	12.5	15.6	20.1	26.8	34.4	43.2	51.4	56.8	62.8	69.4	77.6	85.8	97.7	100.0			
Grenzbereich																	
Oben [M.-%]																	
Unten [M.-%]																	

Wassergehalt SN EN 1097-5	Konsistenzgrenzen SN 670 345	Fließgrenze Ausrollgrenze Plastizitätsindex
-------------------------------------	--	--



Berichtsdatum 27.08.2020
Laborant ef

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnte Probe. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Untersuchung von Ungebundenen Gemischen und Böden

Auftraggeber	Kellerhals + Haefeli AG Kapellenstr. 22 3011 Bern	Probennummer	M.20.0816
		Auftragsnummer	20.01308
		Berichtausgabe	Nr. 1
Probenbezeichnung	Bodenmaterial	Probeneingang	18.08.2020
Probenherkunft		Entnahmedatum	
Entnahmeort		Entnahme durch	Auftraggeber
Objekt	Längsvernetzung Zulg	Unternehmung	
Bemerkungen	RB4 7.0 - 7.4 m		

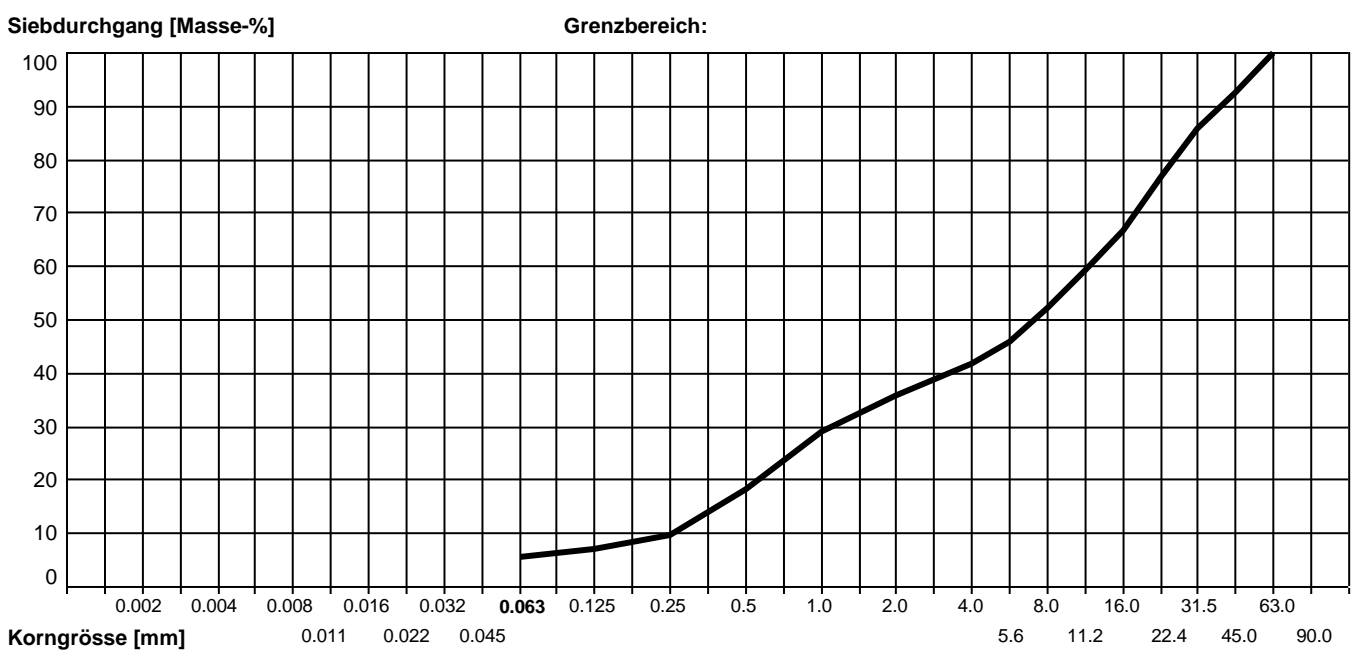
Schlammanalyse SN 670 816 (Durchgänge bezogen auf Gesamtmasse der Probe)

Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)	Ton + Silt (≤ 0.02 mm)
Durchgang [M.-%]											

Siebanalyse SN EN 933-1 **Grösstkorn [mm]** 55 mm

Siebgrösse [mm]	.063	.125	.25	.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90	200
Durchgang [M.-%]	5.7	7.1	9.6	18.3	29.1	35.6	41.8	46.1	52.3	59.4	66.9	76.8	86.0	92.5	100.0		
Grenzbereich																	
Oben [M.-%]																	
Unten [M.-%]																	

Wassergehalt SN EN 1097-5	Konsistenzgrenzen SN 670 345	Fließgrenze Ausrollgrenze Plastizitätsindex
-------------------------------------	--	--



Berichtsdatum 27.08.2020
Laborant ef

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnte Probe. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Anhang 4

Zusammenstellung Grundwasserwärmepumpen

Gemeinde Heimberg

Längsvernetzung Zulg

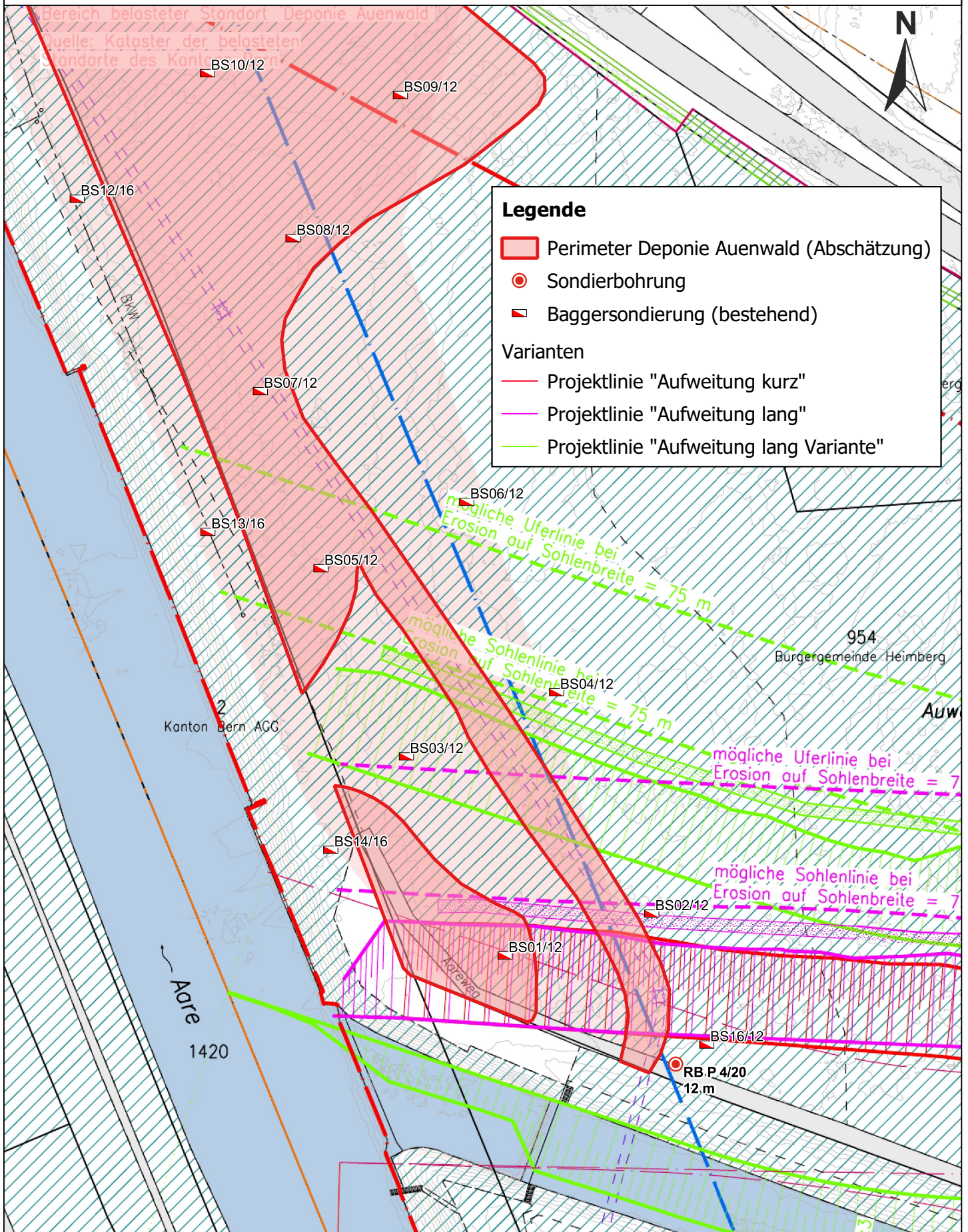
Zusammenstellung Grundwasserwärmepumpen, Aug. 2020

WAWIS-Nr.	Parzelle	Adresse	Eigentümer / Kontakt	Kontakt	Unterlagen	Tiefe messbar	Abstich	GW-Pegel [m ü. M.]		Wassersäule [m] (gerundet)		Bemerkungen	OKT [m ü. M.] (nicht nivelliert)
								04.08.2020	07.08.2020	04.08.2020	07.08.2020		
612/180.84	165	Fichtenweg 20	Dino Zwahlen	Geschäft: 033 335 86 86	-	14.15 m ab OKT	4.8.20: 5.64 m ab OKT	547.96	-	8.5		GWP	553.6
612/180.85	165	Fichtenweg 20	Dino Zwahlen	Geschäft: 033 335 86 86	-	-	-	-	-			Schacht / Sodbrunnen im Haus Nicht bekannt (auch schon gesucht, nichts gefunden)	-
612/180.87	1065	Fichtenweg 18	Andrea Frattini	033 437 94 03	-	12.70 m ab OKR	4.8.20: 5.80 m ab OKR	547.89	-	6.9		OKR = OKT - ca. 31 cm möchte einen Bericht erhalten	554
612/180.86	1120	Fichtenweg 16	Werner u. Ursula Kunz	033 437 59 88	-	-	-	-	-			nicht messbar (Rohr zu)	553.6
612/180.90	1066	Fichtenweg 14	Urs u. Renate v. Felten	033 437 84 61 renate.vonfelten@bluewin.ch	-	12.10 m ab OKR	4.8.20: 5.80 m ab OKR	547.98	-	6.3		OKR = OKT - ca. 72 cm)	554.5
612/180.89	1121	Fichtenweg 12	Hans-Peter Hyffenegger	033 437 47 45 079 277 24 89	-	13.75 m ab OKT	7.8.20: 6.74 ab OKT	-	547.56		7		554.3
612/180.83	1067	Fichtenweg 10	Verena Dähler	033 437 44 20	-	-	-	-	-			Schachtdeckel nicht zu öffnen (Schraube kaputt)	554.5
612/180.70	1076	Fichtenweg 1	Margareta Künzi	033 438 27 15	-	-	-	-	-			nicht messbar (Rohr zu)	554.3
612/180.80	1069	Fichtenweg 6	Spendi Kenja	079 362 09 19	-	15.65 ab OKT	4.8.20: 6.54 m ab OKT	547.66	-	9.1			554.2
612/180.88	1071	Fichtenweg 2	Peter Messerli	033 437 23 62	-	12.10 m ab OKT	4.8.20: 6.43 ab OKT	548.07	-	5.7			554.5
612/180.97	890	Lerchenweg 14 / Fichtenweg 8	Ursula u. Toni Reichen (Abwart Kirchgemeinde)	033 437 85 06 U.: 076 341 68 11 T.: 076 402 68 11 M. Bärtschi: 079 277 87 78	-	21.50 m ab OKT	4.8.20: 7.25 m ab OKT	547.95	-	14.3			555.2
613/180.72	1778	Aarestr. 37	Theres u. Paul Schmitter	033 437 59 81	Bohrprofil Pumpversuch	18.75 m ab OKR	4.8.20: 9.15 m ab OKR	548.4	-	9.6		OKR = OKT - ca. 0.55 m möchte einen Bericht erhalten	558.1
613/180.94	293	Aarestr. 4	Heinz Christen	033 438 09 27	Bohrprofil Pumpversuch	23 m ab OKT	7.8.20: 10.76 ab OKT	-	548.04		12.2		558.8
613/180.87	433	Birkenweg 12	Pero u. Andja Brajinovic Darko u. Anthonela Fincek Antonio Brajinovic (Gewerbestr. 6, Thun)	078 661 04 40	Bohrprofil Pumpversuch	17.30 m ab OKT	4.8.20: 10.90 m ab OKT	548.9	-	6.4			559.8

Anhang 5

Situation Deponie 1:1'000

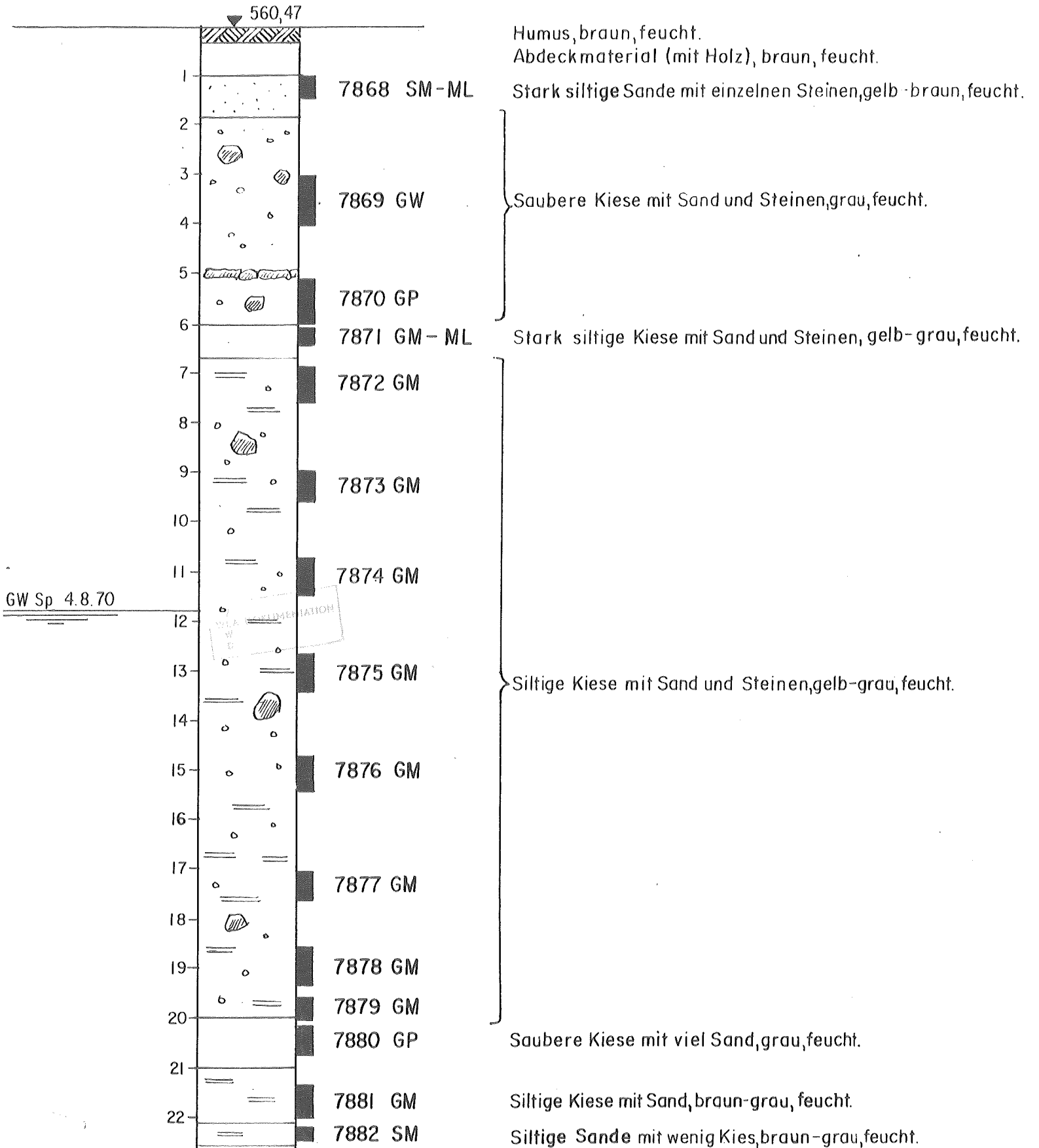
Situation Deponie

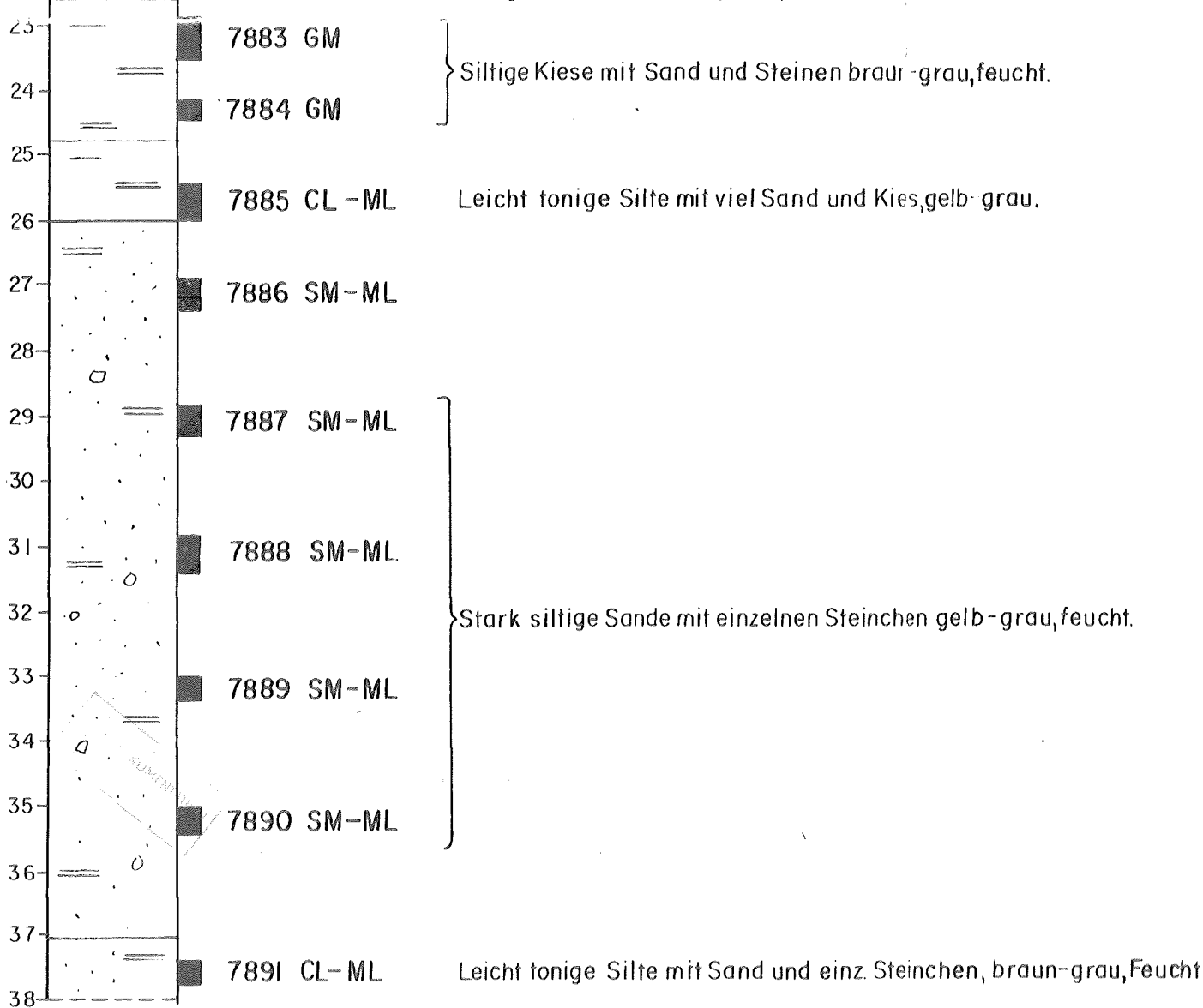


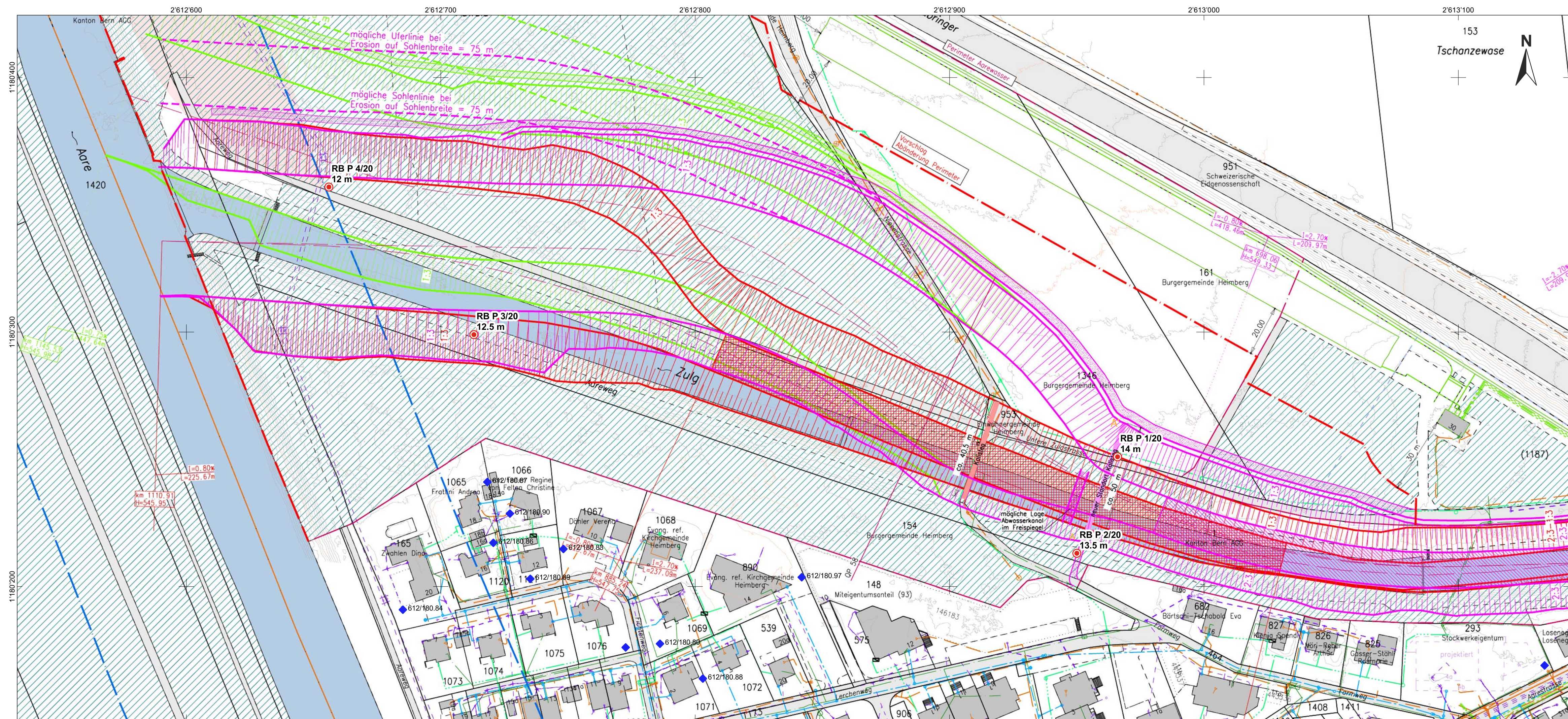
RB 400

Koordinaten 613 205/180 238

613/180.7







Gemeinde Heimberg

Längsvernetzung Zulg Heimberg

Abklärungen zu Baugrund, Hydrogeologie und Altlasten

Situation

1:1000

Legende

- ◆ Grundwasserfilterbrunnen
Wärmepumpenanlagen
- Sondierbohrung mit Piezometer
Varianten
- Projektlinie "Aufweitung kurz"
- Projektlinie "Aufweitung lang"
- Projektlinie "Aufweitung lang Variante"

KELLERHALS
+ HAEFELI AG
GEOLOGEN | BERN
STANS

Auftrags-Nr.: 11735	Beilage-Nr.: 1	Format: 84 x 29.7
Datum: 27. Aug. 2020	Gez.: fa	Kontr.: jk
Datei: W:\11735 Zulgmündung\11_GIS\QGZ - Projekte\Situation.qgz		

Tiefbauamt des Kantons Bern
Oberingenieurkreis II

Deponie Auwald

Historische und Techni- sche Untersuchung

Bern, 11. Mai 2012
JA/st 8046



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Ausgangslage	1
2. Ziel der Untersuchung	1
3. Ausgeführte Arbeiten	1
4. Verwendete Unterlagen	2
5. Geologie und Hydrogeologie	2
6. Schutzgüter	2
7. Historische Untersuchung	3
8. Technische Untersuchung	4
8.1. Baggerschlitz	4
8.2. Chemische Analysen	5
8.3. Rammkernsondierungen	6
8.4. Fazit	6
8.4.1. <i>Deponiefläche</i>	6
8.4.2. <i>Deponievolumen</i>	7
9. Beurteilung der Deponie	7
9.1. Altlastenspezifische Beurteilung	7
9.2. Projektspezifische Beurteilung	7
10. Weiteres Vorgehen	8

ANHANGVERZEICHNIS

- Anhang 1: Situation 1:2'000
- Anhang 2: Profile der Baggerschlitz BS1 bis BS16
- Anhang 3: Bericht zu den chemischen Analysen von Feststoffproben
- Anhang 4: Profile der Rammkernsondierungen RKB1/12 – RKB4/12

Präambel:

Dieses Gutachten wurde im Auftrag des Tiefbauamtes des Kantons Bern, Oberingenieurkreises II zum Zweck der Historischen und Technischen Untersuchung der Deponie Auwald erstellt. Die vorgenannten Angaben und Folgerungen beziehen sich somit ausschliesslich auf das vorliegende Projekt. Bedeutende Änderungen des Projekts bedingen eine Neubeurteilung. Wird das Gutachten zudem für andere Zwecke verwendet, wird jede Haftung abgelehnt. Die Haftung wird auch gegenüber anderen Personen als den Auftraggebern vollumfänglich abgelehnt.

Bei den im Bericht gemachten Angaben handelt es sich um eine Interpretation der bis anhin von diesem Grundstück bzw. Standort bekannten Daten und Fakten. Sollten im Laufe der Planung bzw. der Ausführung des Bauvorhabens zusätzliche Informationen gewonnen werden, so müssen die gemachten Modellangaben überprüft und falls notwendig angepasst werden. Aus diesem Grund ist die Begleitung der Projektierungs- und Ausführungsarbeiten durch einen Geologen sehr zu empfehlen.

Deponie Auwald

Historische und Technische Untersuchung

1. Ausgangslage

Im Rahmen des Projekts aarewasser zum Hochwasserschutz und Renaturierung der Aare zwischen Thun und Bern ist in Heimberg eine Aufweitung der Zulgmündung in die Aare vorgesehen. Gemäss Kataster der belasteten Standorte befindet sich in diesem Gebiet die alte Deponie Auwald (Standort Nr. 09280073). Bis zum heutigen Zeitpunkt sind zur Deponie Auwald keine Untersuchungen durchgeführt worden. Der genaue Perimeter der Deponie ist deshalb nicht bekannt, und Angaben zum Inhalt der Deponie fehlen. Mit der Aufweitung der Zulgmündung würde die Deponie Auwald oder zumindest ein Teil der Deponie ausgehoben. Dies erfordert ein angepasstes Vorgehen bei den Aushubarbeiten und bei der Behandlung bzw. Entsorgung des Aushubmaterials. Je nach Deponieinhalt und Lage der Deponie kann dies auch zu weiteren Massnahmen wie z. B. Böschungsabdichtungen führen, welche in der Projektplanung unbedingt mitberücksichtigt werden müssen. Das OIK II hat uns mündlich am 15. März 2012 mit der Historischen und Technischen Untersuchung der Deponie Auwald beauftragt. Die durchgeführten Arbeiten stützen sich auf unsere Offerte vom 22. Dezember 2011.

2. Ziel der Untersuchung

Die Historische und Technische Untersuchung soll Aufschluss über die Menge und die Qualität des Materials in der Deponie Auwald geben. Damit soll eine wichtige Grundlage für eine altlastenspezifische Beurteilung geschaffen werden.

Bezüglich der Aufweitung der Zulgmündung im Projekt aarewasser können mit diesen Grundlagen auch die Sanierungsmassnahmen frühzeitig bestimmt werden. Mit den Kenntnissen zur Menge und Qualität des Deponiematerials können im Falle eines Aushubs die Entsorgungskosten abgeschätzt werden.

3. Ausgeführte Arbeiten

- Begehung des Standortes und Besprechung vor Ort
- Ausführen von 16 Baggerschlitzen am 10. und 11. April 2011
- Profilaufnahme der Baggerschlitze
- Entnahme von Feststoffproben

- Analyse der Feststoffproben durch das Institut Bachema AG, Schlieren
- Ausführen von 4 Rammkernsondierungen am 1. Mai 2012
- Profilaufnahme der Rammkernsondierungen
- Auswertung der Resultate, Berichterstattung

4. Verwendete Unterlagen

Berichte - Aktennotizen – Korrespondenzen

- [1] LANDESKARTE 1:25'000, BLATT 1207, THUN, AUSGABE 1999
- [2] AMT FÜR WASSER UND ABFALL (2010): Gewässerschutzkarte, Online-Version
- [3] WASSER UND ENERGIEWIRTSCHAFTSAMT DES KANTONS BERN WEA (1981): Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern. Hydrogeologie Aare zwischen Thun und Bern. Bearbeitung P. Kellerhals und Ch. Haefeli
- [4] P. BECK (1925): Geologische Karte Thun - Stockhorn, Spezialkarte Nr. 96. Herausgegeben von der Geologischen Kommission der schweizerischen Naturfreunde-Gesellschaft
- [5] AMT FÜR WASSER UND ABFALL (2010): Auszug aus dem Kataster der belasteten Standorte des Kantons Bern

5. Geologie und Hydrogeologie

Der Untergrund im Bereich des Untersuchungsstandortes wird aus Schottern der Aare und des Zulgkegels gebildet [4]. Die hauptsächlich aus sauberem Kies mit wechselndem Sandgehalt sowie Steinen und Blöcken bestehenden Ablagerungen weisen eine gute Durchlässigkeit auf. Die Mächtigkeit der Schotterablagerungen, welche durch Seetone unterlagert sind, dürfte rund 20 m betragen [3].

Das Untersuchungsgebiet liegt im Durchflussbereich des Aaretal - Grundwasserstromes. Das Grundwasser fließt generell in NW-Richtung mit einem hydraulischen Gefälle von ca. 4 ‰. Gespeist wird das Grundwasser durch den Schuttfächer der Zulg. Der Flurabstand, d. h. der Abstand zwischen Terrainoberfläche und Grundwasserspiegel, beträgt ca. 7 - 10 m [3].

6. Schutzgüter

Die Deponie Auwald liegt im Gewässerschutzbereich A_U, im Untergrund der Deponie Auwald ist also zu Trinkwasserzwecken nutzbares **Grundwasser** vorhanden. Zudem fließt die Aare nur wenige Zehnern von Meter westlich der Deponie Auwald Richtung NW.

Südlich im Zustrombereich der Deponie mündet die Zulg in die Aare. In der altlastenspezifischen Beurteilung muss deshalb berücksichtigt werden, dass durch die Auswaschung von Schadstoffen aus der Deponie je nach Konzentrationen und Toxizität das Grundwasser und die Aare gefährdet sein können.

Die Deponie Auwald befindet sich in bewaldetem Gebiet, welches weder landwirtschaftlich genutzt, noch beweidet oder als Spielplatz genutzt wird. Das Schutzgut **Boden** muss nicht berücksichtigt werden.

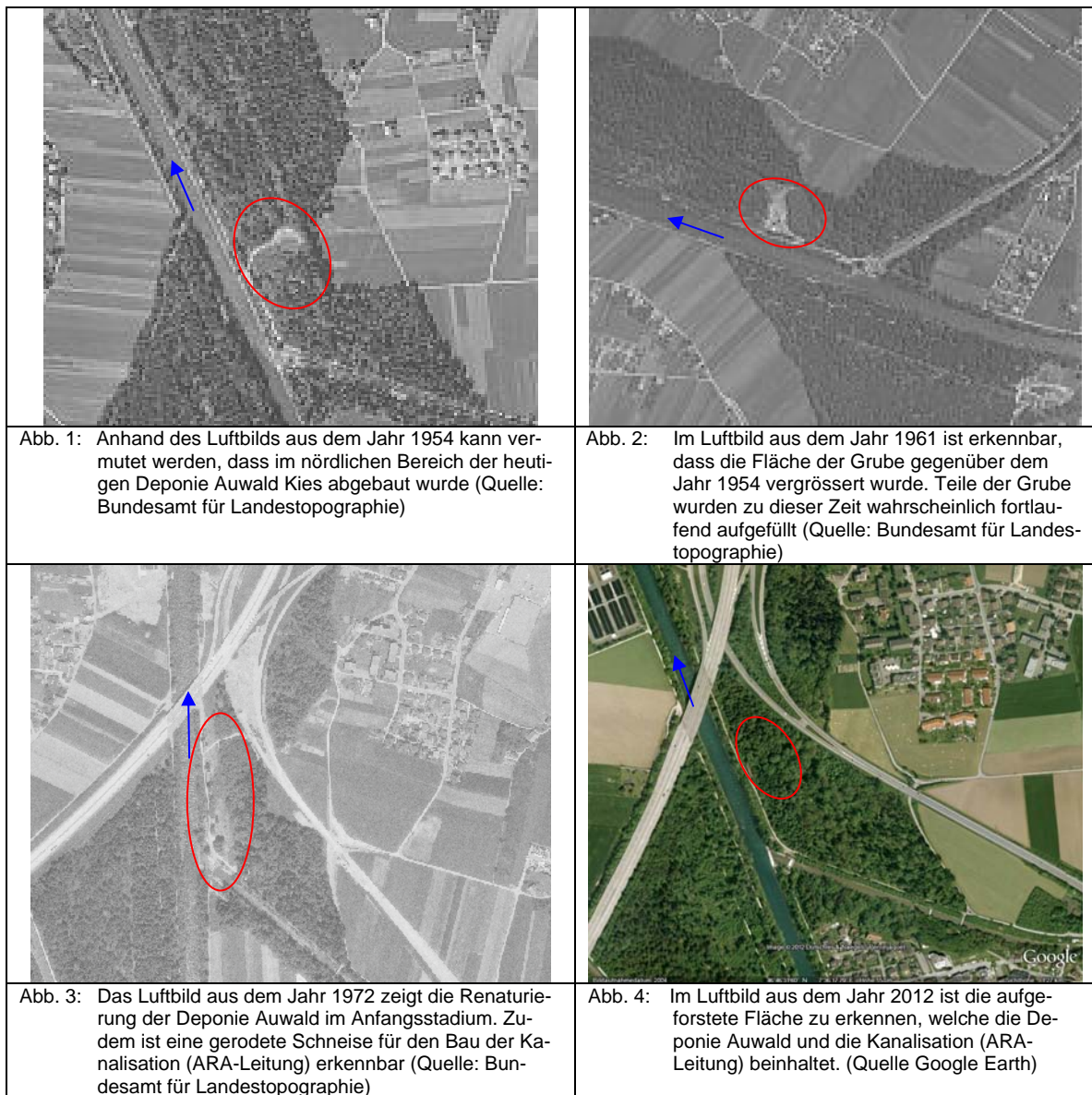
7. Historische Untersuchung

Unsere Nachforschungen zur Deponie Auwald wurden mit Hilfe von alten Luftbildern und Befragungen von Zeitzeugen durchführt (Werner Flückiger, ehemaliger Wegmeister Heimberg und Werner Schenk, Anwohner).

Die Luftbilder aus den Jahren 1954 und 1961 zeigen, dass am Untersuchungsstandort früher eine Kiesgrube betrieben wurde. Zu diesem Zeitpunkt existierten die Autobahn im Norden und die Zubringerstrasse im Osten noch nicht. Die Kiesgrube befand sich im Bereich zwischen einem heute noch bestehenden Schopf im Süden und der Ende der 60er Jahren erstellten Autobahn im Norden (vgl. Beilage 1). Im Westen wird die Kiesgrube und heutige Deponie Auwald durch den Aareweg begrenzt, im Osten liegt der Rand der Deponie entlang der Autobahn - Zubringers.

Gemäss den Befragungen von Auskunftspersonen wurde die Kiesgrube beim Bau der Autobahn Ende der 60er Jahre aufgefüllt. Zudem wurden auch von lokalen Unternehmern Material abgelagert und brennbare Abfälle verbrannt. Die Mächtigkeit des deponierten Materials in der Deponie Auwald liegt bei 3 – 4 m. Anfangs der 70er Jahre wurde entlang der Aare die Kanalisation (ARA-Leitung) erstellt. Dafür musste ein Teil des Waldes entlang des Aarewegs gerodet werden, was auf dem Luftbild aus dem Jahr 1972 ersichtlich ist. Auf dem aktuellen Satellitenbild ist in diesem Bereich eine aufgeforsteten Fläche deutlich erkennbar (vgl. Abb. 4). Diese Fläche entspricht jedoch nicht der Begrenzung der Deponie Auwald.

In den nachfolgenden Abbildungen ist die ehemalige Kiesgrube und spätere Deponie Auwald rot umkreist. Weil die Luftbilder nicht einheitlich ausgerichtet sind, soll zum Vergleich der einzelnen Luftbilder der Aarelauf (blauer Pfeil) als Referenz betrachtet werden.



8. Technische Untersuchung

8.1. Baggerschlitz

Im Gebiet Auwald zwischen der Aare im Westen und der Zubringerstrasse zur Autobahn („Zubringer“) im Osten wurden insgesamt 16 Baggerschlitz bis in eine Tiefe von maximal 2.8 m erstellt. Die Standorte der Baggerschlitz wurden im aufgeforsteten Gebiet dort durchgeführt, wo eine Auffüllung wahrscheinlich ist. Anhand der Profile der Baggerschlitz ist eine relativ gute Eingrenzung der Deponie Auwald und eine grobe Beschreibung des Deponieinhalts möglich:

Der grösste Teil der Deponie Auwald befindet sich ca. 130 m nördlich der Zulgmündung in einer ehemaligen Kiesgrube, wo in den Jahren von ca. 1950 bis 1970 Kiesel abgebaut und mit Fremdmaterial wieder aufgefüllt wurde. In dieses Gebiet fallen die Standorte der Baggerschlitz BS8, BS9, BS10, BS11, BS12 und BS15, welche bis in eine Tiefe von maximal 2.8 m abgeteuft wurden. Im Allgemeinen kann der Aufbau des Untergrundes hier folgendermassen beschrieben werden:

Unter einem geringmächtigen Waldboden von 10 – 20 cm befindet sich Deponiematerial aus Sand mit Kies und einem unterschiedlichen Fremdmaterialanteil aus Ziegel, Bachsteinen, Keramikplatten, Gips, grösseren Betonblöcken, vereinzelte Belagstücke sowie Lederstücke, Plastik und Stoffresten. Der Anteil an Fremdmaterial variiert zwischen 20 % (in BS15) und 60 % (BS11). Die nördlich davon erstellten Baggerschlitz BS13 und BS14 befinden sich nicht im Deponiegebiet.

Auffüllmaterial ist auch an weiteren Stellen entlang des Aareweges vorhanden. Dieses Material dürfte entweder als Auffüllung beim Bau der ARA-Leitung oder als wilde Ablagerungen vom Aareweg aus an diesen Ort gelangt sein. Als Beispiel liegt im Bereich um den Baggerschlitz BS1 bis in eine Tiefe von 1.6 m Ziegelbruch.

8.2. Chemische Analysen

Aus den Baggerschlitz innerhalb des Deponieperimeters wurden Feststoffproben entnommen und im Labor auf deponietypische Schadstoffe wie Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) analysiert. Insgesamt wurden 9 Analysen aus 8 verschiedenen Baggerschlitz durchgeführt, deren Resultate in der nachfolgenden Tabelle 1 übersichtlich dargestellt sind. Die Belastungssituation kann folgendermassen beschrieben werden, um einen Überblick zur Belastung des Deponiematerials zu erhalten:

Im Allgemeinen kann festgehalten werden, dass die Belastung im Deponiematerial aus dem ganzen Deponiebereich mit kleinen Ausnahmen sehr gleichmässig verteilt ist. Sämtliche Feststoffproben weisen einen geringen bis mässig hohen Gehalt an Kohlenwasserstoffen auf. Ebenfalls in sämtlichen Proben aus dem Deponiematerial sind geringe bis mässig hohe Schwermetallbelastungen gemessen worden, welche die Grenzwerte für die Ablagerung auf Inertstoffdeponien gemäss TVA nur vereinzelt überschreiten (Kupfer bzw. Zink in BS1, BS11-2). Die PAK im Boden werden aus Belagstücken und Brandschutt ausgewaschen. Deshalb sind PAK in allen Feststoffproben in geringen bis mässig hohen Konzentrationen nachweisbar. Als einzige Ausnahme konnte in BS12 PAK-Werte deutlich über dem Grenzwert für die Ablagerung auf Inertstoffdeponien festgestellt werden.

Bei der Entsorgung von belastetem Material muss auch der gesamte organische Kohlenstoffgehalt (TOC) berücksichtigt werden. Material, welches auf Inertstoffdeponien abgelagert wird, darf gemäss TVA einen TOC von 2 % nicht überschreiten. Auf Reaktordeponien liegt der Grenzwert bei 5 %. Das untersuchte Deponiematerial weist an verschiedenen Orten einen erhöhten Anteil an TOC von über 2 % auf.

	BS1	BS5	BS8	BS9	BS10	BS11-1	BS11-2	BS12	BS15	Grenzwert TVA unver- schmutzt	Grenzwert TVA Inert
TOC	7.2	0.65	0.89	0.96	3	1.32	2.44	3.51	1.85		2
KW Gesamt	91	35	65	201	328	123	181	376	443	50	500
Arsen	26	6	<5	5	8	6	46	7	9	15	30
Blei	206	85	185	147	189	151	359	342	95	50	500
Cadmium	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	1.5	2.1	0.9	<0.8	<0.8	1	10
Chrom	54	26	21	21	28	34	81	39	30	50	500
Kupfer	662	62	25	34	112	99	551	133	69	40	500
Nickel	223	36	59	24	39	34	74	38	35	50	500
Quecksilber	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	1	0.5	2
Zink	313	105	215	203	438	280	1150	283	215	150	1'000
Summe PAK	5.67	1.5	5.84	15.4	20.3	19.9	12.3	41.6	4.56	3	25
Benzo(a)pyren	0.39	0.11	0.55	1.33	1.68	1.81	1.03	4.56	0.44	0.3	3

TVA: Technische Verordnung über Abfälle

Inerstoffqualität, Reaktorqualität

Tabelle 1: Resultate der chemischen Analyse von Feststoffproben

8.3. Rammkernsondierungen

Die Rammkernsondierungen dienten zur Lokalisierung der Deponiesohle, wo diese mit den Baggerschlitzten nicht erreicht wurden. Es wurden im Bereich der Deponie 4 Rammkernsondierungen bis in eine Tiefe von 3 bis 5 m abgeteuft (vgl. Anhang 3). Mit den Resultaten können folgende Erkenntnisse festgehalten werden:

- Die Deponiemächtigkeit im Bereich der ehemaligen Kiesgrube liegt zwischen 2.5 und 4.5 m.
- Die Mächtigkeit der Deponie ist im westlichen Teil der ehemaligen Kiesgrube (RKB4/12 und RKB3/12) etwas grösser als im östlichen Teil.
- An der Deponiesohle liegen Aare- und Zulgschotter.
- Der Grundwasserspiegel wurde in keiner Bohrung erreicht.

8.4. Fazit

8.4.1. Deponiefläche

Die Deponie Auwald nimmt im Gebiet entlang der Aare zwischen der Zulgmündung und nördlich davon bis zur Überquerung der Autobahn über die Aare gesamthaft eine Fläche von ca. 11'500 m² ein. Der grösste Teil der Fläche (ca. 8'000 m²) liegt im Bereich der ehemaligen Kiesgrube, welche im Gebiet nördlich des heutigen noch bestehenden Schopfes vom Aareweg im Westen bis an den Zubringer ausdehnt. Weitere Auffüllungen sind südlich des Schopfes (südlich von BS7, vgl. Anhang 1) entlang des Aarewegs vorhanden (ca. 3'500 m²). Dabei handelt es sich entweder um „wilde“ Ablagerungen zur Auffüllung von kleineren Senken (z. B. bei BS1) oder um Material zur Wiederauffüllung des Grabens bei der Verlegung der Kanalisationsleitung anfangs der 70er Jahre.

8.4.2. Deponievolumen

Im Bereich der ehemaligen Kiesgrube, welche ca. drei Viertel der gesamten Fläche einnimmt, kann gemäss den Rammkernsondierungen von einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 3.5 m ausgegangen werden. Im südlichen Bereich, wo die Auffüllungen nur lokal oder entlang der Kanalisation (ARA-Leitung) auftreten, liegt die Mächtigkeit bei durchschnittlich 2 m. Das gesamte Deponievolumen der Deponie Auwald wird folglich auf ca. 34'000 m³ geschätzt. Die Qualität des Deponiematerials liegt gemäss chemischen Analysen zwischen Inertstoff und Reaktormaterial. Der Anteil an Reaktormaterial wird anhand den Profilaufnahmen und den chemischen Analysen auf 50 % geschätzt. Dieser hohe Anteil an Reaktormaterial ist vor allem mit dem organischen Anteil (TOC) von über 2 Gewichtsprozenten zu begründen, was auch bei relativ geringer chemischer Belastung keine Ablagerung auf einer Inertstoffdeponie erlaubt.

Deponiebereich	Fläche m ²	Durchschnittliche Tiefe m	Volumen m ³
ehemalige Kiesgrube, Bereich nördlich des Schopfes	8'000	3.5	28'000
Wilde Ablagerungen und Graben für Kanalisation (ARA-Leitung), südlich des Schopfes	3'500	2	6'000
Total	11'500	1.5 - 4.5	34'000

Tabelle 2: Übersicht zur Fläche und Volumen der Deponie Auwald

9. Beurteilung der Deponie

9.1. Altlastenspezifische Beurteilung

In der Deponie Auwald befindet sich hauptsächlich Bauschutt und ein geringer Anteil an Siedlungsabfällen. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass eine mässige Belastung des Feststoffmaterials vorhanden ist.

Die Deponiesohle liegt auf ca. 3.5 Meter unter der Terrainoberfläche. Der Abstand des Deponiematerials zum Grundwasserspiegel beträgt ca. 3.5 – 6.5 m, was eine direkte Auswaschung der Schadstoffe durch den Grundwasserstrom verunmöglicht. Schadstoffe aus der Deponie können lediglich mit dem Meteorwasser ins Grundwasser transportiert werden. Diesen Anteil an gelösten Schadstoffen im Sickerwasser schätzen wir aufgrund der mässigen Belastung des Deponiematerials als gering. Eine geringe Beeinflussung des Grundwassers und der Aare ist dadurch zwar möglich, eine Gefährdung dieser Schutzgüter ist jedoch nicht vorhanden.

9.2. Projektspezifische Beurteilung

Die Veränderungen der Zulgmündung im Rahmen des Projekts aarewasser führen zu Veränderungen der hydrogeologischen und hydrologischen Bedingungen:

Mit der Aufweitung wird eine grössere Fläche nördlich des Flussbettes der Zulg regelmässig überschwemmt (vgl. Anhang 1: Wasserflächen neu passiv). Dies führt zur Auswaschung von Schadstoffen aus der Deponie ins Grundwasser und in die Aare und folglich zu einer Gefährdung dieser Schutzgüter.

Der relativ grosse Abstand der Deponiesohle zum Grundwasserspiegel (3.5 – 6.5 m) verhindert eine direkte Auswaschung von Schadstoffen aus der Deponie durch das Grundwasser.

10. Weiteres Vorgehen

Um die in Kapitel 9.2 aufgeführte Gefährdung des Grundwassers und der Aare zu verhindern, muss für die Realisierung der Aufweitung der Zulgmündung das belastete Material aus dem Aufweitungssperimeter (vgl. Anhang 1: Wasserflächen aktiv) als auch aus der Überschwemmungsfläche nördlich davon (vgl. Anhang 1: Wasserflächen passiv) vollständig ausgehoben und entsorgt werden. Dies betrifft eine Deponiefläche von grob geschätzt 2'400 m². Bei einer durchschnittlichen Tiefe der Deponie von 2 m ergibt sich daraus eine Entsorgungsmenge von grob geschätzt 4'800 m³. Die Qualität des Deponiematerials dürfte grösstenteils Inertstoff entsprechen, der Anteil an Reaktormaterial dürfte an dieser Stelle ca. 20 – 30 % betragen. Unter der Annahme eines durchschnittlichen Entsorgungspreises von Fr. 60.--/m³ für Inertstoff und Fr. 200.--/m³ für Reaktormaterial ist folglich mit Entsorgungskosten (exkl. Aushub und Transport) von knapp einer halben Million Franken zu rechnen.

Der nördliche Bereich der Deponie Auwald ausserhalb des Projektperimeters kann im jetzigen Zustand belassen werden. Angeschchnittene Böschungen, wo der Deponiekörper zum Vorschein kommt, müssen mit sauberem Material überschüttet werden.

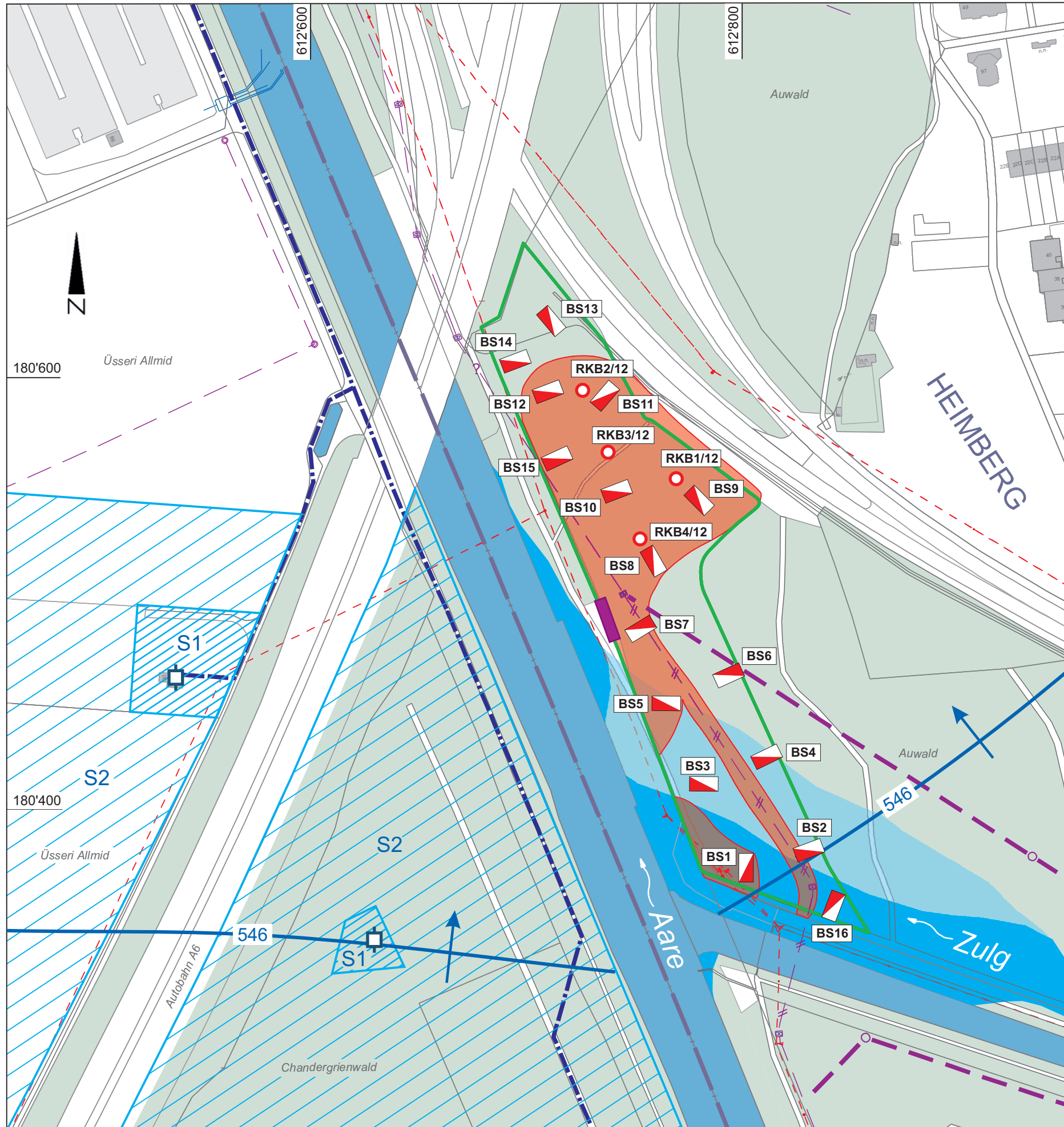
KELLERHALS + HAEFELI AG

J. Jakob

Dr. J. Wanner

Bern, 11. Mai 2012
JA/st 8046

Tiefbauamt des Kantons Bern
Oberingenieurkreis II
Deponie Auwald
Historische und Technische
Untersuchung
Situation 1 : 2'000



Legende

- RKB1/12 Rammkernbohrung mit Nr. / Jahr
- ▴ BS14 Baggerschlitz mit Nummer
- Schopf
- Aufgeforstete Fläche (Google Earth, Satellitenbild 2009)
- Deponie Auwald
- Vertikalfilterbrunnen
- S1 Grundwasserschutzzone S1
- S2 Grundwasserschutzzone S2
- 546 — Isohype des Grundwasserspiegels vom 19. - 21.11.1979 [3] in m ü. M.
- Grundwasserfliessrichtung

Allgemeines	bestehend	neu
Wasserflächen (aktiv und passiv)	—	— / —
Wald	—	—
Werkleitungen		
Kanalisation	- - - / - - -	- - - - -
Meteorleitung	- - - - - / - - - - -	- - - - -
Druckwasser / Aaretalleitung	— / —	—
Elektro	- - - - -	- - - - -

Legende (Plangrundlage: Aarewasser, Kantonaler Wasserbauplan, Werkleitungsplan 1 : 5'000, Vorabzug vom 24.3.2011)

Auftrags-Nr.: 8046	Anhang-Nr.: 1
Datum: 10. Mai 2012	Gez.: ck/ad Kontr.: ja/ba
Datei: W:\8046 Deponie Auwald\Core\Situation.cdr	Format: A3

Deponie Auwald

Profile der Baggerschlitz

Baggerschlitz BS1		
Datum: 10.04.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.3	Sand, grau	
0.3 – 1.6	Sand mit viel Kies, braun, sehr viel Ziegelbruchstücke (ca. 60%)	Auffüllung
1.6–1.7	Leicht siltiger Grobkies mit reichlich Sand, grau, trocken	Fluviatile Ablagerungen

Baggerschlitz BS2		
Datum: 10.04.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 1.3	Sand, hellbraun	
1.3 – 1.4	Kies mit reichlich Sand, grau, trocken	Fluviatile Ablagerungen

Baggerschlitz BS3		
Datum: 10.04.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.5	Sand, hellbraun	
0.5 – 1.3	Kies mit reichlich Sand und Steinen, grau	Fluviatile Ablagerungen

Baggerschlitz BS4		
Datum: 10.04.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.5	Sand, braun	
0.5 – 0.9	Kies mit reichlich Sand und Steinen, grau, trocken	Fluviatile Ablagerungen

Baggerschlitz BS5		
Datum: 10.04.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.3	Sand, braun	
0.3 – 1.9	Kies mit sehr viel Sand und Steinen, im oberen Meter stark verdichtet, wenig Ziegel, Glas, braun	Auffüllung
1.9 – 2.1	Kies mit reichlich Sand, grau, trocken	Fluviatile Ablagerungen

Baggerschlitz BS6		
Datum: 10.04.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.3	Sand, braun	
0.3 – 0.9	Kies mit reichlich Sand, grau, trocken	Fluviatile Ablagerungen

Baggerschlitz BS7		
Datum: 10.04.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.4	Sand, braun	
0.4 – 1.6	Kies mit reichlich Sand, grau, trocken	Fluviatile Ablagerungen

Baggerschlitz BS8		
Datum: 10.04.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	
0.1 – 2.6	Kies mit viel Sand, Ziegel, Keramikplatten, Betonblöcke, einzelne Teerstücke (Anteil der Fremdkomponenten ca. 40%)	Auffüllung
2.6 – 2.8	Sauberer Kies, grau, trocken	Fluviatile Ablagerungen

Baggerschlitz BS9		
Datum: 10.04.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.4	Sand mit wenig Kies, braun, trocken	
0.4 – 2.8	Sand mit Kies, braun mit Ziegel, Backsteinen, Gips, Steine, Betonblöcke, Lederwaren (Anteil der Fremdkomponenten ca. 40%)	Auffüllung

Baggerschlitz BS10		
Datum: 10.04.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.5	Kies, braun, trocken, stark verdichtet	
0.5 – 2.7	Sand mit Kies und viel Ziegel, Brandschutt, Metallstücke, Blech, Glas (Anteil der Fremdkomponenten ca. 40%)	Auffüllung

Baggerschlitz BS11		
Datum: 11.04.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.6	Sand mit wenig Kies und einzelne Ziegel, braun, trocken	
0.6 – 1.5	Sand mit viel Ziegel, Leder, Glas, Steine, Plastik (Anteil der Fremdkomponenten ca. 60%)	Auffüllung
1.5 – 2.1	Sand mit wenig Ziegel, braun	
2.1 – 2.8	Roter bis schwarzer Sand mit viel Ziegel, Plastik, Glas, Leder (Anteil der Fremdkomponenten ca. 60%)	

Baggerschlitz BS12		
Datum: 11.4.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.3	Sand, braun, trocken	
0.3 – 0.9	Grobkies mit reichlich Sand, grau, stark verdichtet	Auffüllung
0.9 – 2.7	Sand mit viel Kies, rötlichbraun - dunkelbraun, Ziegel, Betonblöcke, Stofffetzen, Plastik (Anteil der Fremdkomponenten ca. 40%)	

Baggerschlitz BS13		
Datum: 11.4.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.3	Sand, braun, trocken	
0.3 – 0.5	Kies mit viel Sand, grau, trocken	Fluviatile Ablagerungen
0.5 - 0.7	Sand, grau, trocken	
0.7 – 0.8	Kies mit viel Sand, grau, trocken	

Baggerschlitz BS14		
Datum: 11.4.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.3	Sand, braun, trocken	
0.7 – 0.8	Kies mit viel Sand, grau, trocken	Fluviatile Ablagerungen

Baggerschlitz BS15		
Datum: 11.4.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.9	Kies mit viel Sand, braun, trocken	
0.9 – 1.7	Sand mit Kies, braun, Kupferreste, Ziegel (Anteil der Fremdkomponenten ca. 20%)	Auffüllung
1.7 – 1.9	Kies mit viel Sand, grau, trocken	Fluviatile Ablagerungen

Baggerschlitz BS16		
Datum: 11.4.2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.1 – 0.3	Kies mit viel Sand, braun, trocken	
0.3 – 1.7	Kies mit viel Sand, hellbraun, trocken, Komponenten kantengerundet	Zulgschotter

Anhang 3

Bericht zu den chemischen Analysen von Feststoffproben

email-Bericht (z. Hd.: Herr Jakob, juerg.jakob@k-h.ch)

(info@k-h.ch)

Objekt	Nr. 8046, Deponie Auwald, Heimberg
Auftrags-Nr. Bachema	20122325
Auftraggeber	Kellerhals + Haefeli AG, Geologen, 3011 Bern
Rechnungsadresse	Oberingenieurkreis II, Schermenweg 11, 3011 Bern
Rechnung zur Visierung	Kellerhals + Haefeli AG, Geologen, 3011 Bern
Bericht an	Kellerhals + Haefeli AG, Geologen, J. Jakob, 3011 Bern
Bericht per e-mail an	Kellerhals + Haefeli AG, info@k-h.ch

Probenübersicht

Bachema-Nr.	Probenbezeichnung	Probenahme / Eingang Labor
12489 F	BS1, 0.60-1.10 m	10.04.12 / 12.04.12
12490 F	BS5, 0.30-1.20 m	10.04.12 / 12.04.12
12491 F	BS8, 0.00-0.20 m	10.04.12 / 12.04.12
12492 F	BS9, 0.00-0.20 m	10.04.12 / 12.04.12
12493 F	BS10, 0.00-0.20 m	10.04.12 / 12.04.12
12494 F	BS11-1, 0.00-0.20 m	11.04.12 / 12.04.12
12495 F	BS11-2, 2.10-2.70 m	11.04.12 / 12.04.12
12496 F	BS12, 1.00-2.00 m	11.04.12 / 12.04.12
12497 F	BS15, 1.00-1.50 m	11.04.12 / 12.04.12

Freundliche Grüsse
BACHEMA AG



C. Gerber
Tel.: 044 738 39 00



R. Gloor, Ing. Chem. HTL
Tel.: 044 738 39 10

Objekt
Auftraggeber
Auftrags-Nr. Bachema

Nr. 8046, Deponie Auwald, Heimberg
Kellerhals + Haefeli AG
20122325

Probenbezeichnung		BS1	BS5	BS8	BS9	<i>AHR/TVA Richtwert U</i>	<i>TVA Inert.</i>
Proben-Nr. Bachema		12489	12490	12491	12492		
Tag der Probenahme		10.04.12	10.04.12	10.04.12	10.04.12		
Entnahmetiefe [m]		0.60-1.10	0.30-1.20	0.00-0.20	0.00-0.20		
Probenparameter							
Angelieferte Probemenge	kg	2.2	3.7	3.1	2.8		
Allgemeine und anorganische Parameter							
Kohlenstoff org. (TOC)	% v. TS C	7.20	0.69	0.89	0.96		2
Schwermetalle aus Schwermetall-Fingerprint (XRF, vollständig s. Anhang)							
Antimon	mg/kg TS Sb	10	3	3	2		30
Arsen	mg/kg TS As	26	6	<5	5	15	30
Blei	mg/kg TS Pb	206	85	185	147	50	500
Cadmium	mg/kg TS Cd	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	1	10
Chrom	mg/kg TS Cr	54	26	21	21	50	500
Kobalt	mg/kg TS Co	40	<10	<10	<10		
Kupfer	mg/kg TS Cu	662	62	25	34	40	500
Molybdän	mg/kg TS Mo	6	3	<2	<2		
Nickel	mg/kg TS Ni	223	36	59	24	50	500
Quecksilber	mg/kg TS Hg	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	2
Thallium	mg/kg TS Tl	<2	<2	<2	<2		
Zink	mg/kg TS Zn	313	105	215	203	150	1000
Zinn	mg/kg TS Sn	144	20	8	19		
Organische Summenparameter							
KW-Index (C10-C40)	mg/kg TS	91	35	65	201	50	500
Anteil KW > C40	%	<20	<20	<20	<20		
PAK							
Summe PAK	mg/kg TS	5.67	1.50	5.84	15.4	3 (TVA)	25
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.39	0.11	0.55	1.33	0.3 (TVA)	3

Objekt
Auftraggeber
Auftrags-Nr. Bachema

Nr. 8046, Deponie Auwald, Heimberg
Kellerhals + Haefeli AG
20122325

Probenbezeichnung	BS10	BS11-1	BS11-2	BS12	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Proben-Nr. Bachema	12493	12494	12495	12496		
Tag der Probenahme	10.04.12	11.04.12	11.04.12	11.04.12		
Entnahmetiefe [m]	0.00-0.20	0.00-0.20	2.10-2.70	1.00-2.00		

Probenparameter

Angelieferte Probemenge	kg	3.6	3.5	2.2	2.4		
-------------------------	----	-----	-----	-----	-----	--	--

Allgemeine und anorganische Parameter

Kohlenstoff org. (TOC)	% v. TS C	3.00	1.32	2.44	3.51		2
------------------------	-----------	------	------	------	------	--	---

Schwermetalle aus Schwermetall-Fingerprint (XRF, vollständig s. Anhang)

		4	6	13	3		30
Antimon	mg/kg TS Sb	4	6	13	3		30
Arsen	mg/kg TS As	8	6	46	7	15	30
Blei	mg/kg TS Pb	189	151	359	342	50	500
Cadmium	mg/kg TS Cd	1.5	2.1	0.9	<0.8	1	10
Chrom	mg/kg TS Cr	28	34	81	39	50	500
Kobalt	mg/kg TS Co	<10	11	43	13		
Kupfer	mg/kg TS Cu	112	99	551	133	40	500
Molybdän	mg/kg TS Mo	<2	<2	8	2		
Nickel	mg/kg TS Ni	39	34	74	38	50	500
Quecksilber	mg/kg TS Hg	0.2	0.2	0.3	0.1	0.5	2
Thallium	mg/kg TS Tl	<2	<2	<2	<2		
Zink	mg/kg TS Zn	438	280	1150	283	150	1000
Zinn	mg/kg TS Sn	35	74	1180	104		

Organische Summenparameter

KW-Index (C10-C40)	mg/kg TS	328	123	181	376	50	500
Anteil KW > C40	%	<20	<20	<20	<20		

PAK

Summe PAK	mg/kg TS	20.3	19.9	12.3	41.6	3 (TVA)	25
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	1.68	1.81	1.07	4.56	0.3 (TVA)	3

Objekt
Auftraggeber
Auftrags-Nr. Bachema

Nr. 8046, Deponie Auwald, Heimberg
Kellerhals + Haefeli AG
20122325

Probenbezeichnung	BS15				<i>AHR/TVA Richtwert U</i>	<i>TVA Inert.</i>
Proben-Nr. Bachema	12497					
Tag der Probenahme	11.04.12					
Entnahmetiefe [m]	1.00-1.50					

Probenparameter

Angelieferte Probemenge	kg	2.0				
-------------------------	----	------------	--	--	--	--

Allgemeine und anorganische Parameter

Kohlenstoff org. (TOC)	% v. TS C	1.85				2
------------------------	-----------	-------------	--	--	--	----------

Schwermetalle aus Schwermetall-Fingerprint (XRF, vollständig s. Anhang)

Antimon	mg/kg TS Sb	6				30
Arsen	mg/kg TS As	9			15	30
Blei	mg/kg TS Pb	95			50	500
Cadmium	mg/kg TS Cd	<0.8			1	10
Chrom	mg/kg TS Cr	30			50	500
Kobalt	mg/kg TS Co	<10				
Kupfer	mg/kg TS Cu	69			40	500
Molybdän	mg/kg TS Mo	<2				
Nickel	mg/kg TS Ni	35			50	500
Quecksilber	mg/kg TS Hg	1.0			0.5	2
Thallium	mg/kg TS Tl	<2				
Zink	mg/kg TS Zn	215			150	1000
Zinn	mg/kg TS Sn	119				

Organische Summenparameter

KW-Index (C10-C40)	mg/kg TS	443				50	500
Anteil KW > C40	%	>20					

PAK

Summe PAK	mg/kg TS	4.56				3 (TVA)	25
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.44				0.3 (TVA)	3

Objekt
Auftraggeber
Auftrags-Nr. Bachema

Nr. 8046, Deponie Auwald, Heimberg
Kellerhals + Haefeli AG
20122325

Anhang: Element-Übersichtsanalyse XRF

Probenbezeichnung	BS1	BS5	BS8	BS9	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Proben-Nr. Bachema	12489	12490	12491	12492		
Entnahmetiefe [m]	0.60-1.10	0.30-1.20	0.00-0.20	0.00-0.20		

Schwermetalle

		BS1	BS5	BS8	BS9	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Antimon	mg/kg TS Sb	10	3	3	2		30
Arsen	mg/kg TS As	26	6	<5	5	15	30
Blei	mg/kg TS Pb	206	85	185	147	50	500
Cadmium	mg/kg TS Cd	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	1	10
Chrom	mg/kg TS Cr	54	26	21	21	50	500
Kobalt	mg/kg TS Co	40	<10	<10	<10		
Kupfer	mg/kg TS Cu	662	62	25	34	40	500
Molybdän	mg/kg TS Mo	6	3	<2	<2		
Nickel	mg/kg TS Ni	223	36	59	24	50	500
Quecksilber	mg/kg TS Hg	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	2
Thallium	mg/kg TS Tl	<2	<2	<2	<2		
Zink	mg/kg TS Zn	313	105	215	203	150	1000
Zinn	mg/kg TS Sn	144	20	8	19		

Seltene Erden und übrige Elemente

		BS1	BS5	BS8	BS9	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Barium	mg/kg TS Ba	580	<500	<500	<500		
Cäsium	mg/kg TS Cs	<50	<50	<50	<50		
Cer	mg/kg TS Ce	33	24	25	22		
Gallium	mg/kg TS Ga	14	<10	<10	<10		
Germanium	mg/kg TS Ge	<50	<50	<50	<50		
Lantan	mg/kg TS La	<20	<20	<20	<20		
Neodym	mg/kg TS Nd	27	22	<20	<20		
Niob	mg/kg TS Nb	<10	<10	<10	<10		
Rubidium	mg/kg TS Rb	75	55	56	52		
Selen	mg/kg TS Se	<2	<2	<2	<2		
Silber	mg/kg TS Ag	<5	<5	<5	<5		
Strontium	mg/kg TS Sr	<500	<500	<500	<500		
Uran	mg/kg TS U	<10	<10	<10	<10		
Vanadium	mg/kg TS V	110	29	36	36		
Wolfram	mg/kg TS W	52	<50	<50	<50		
Zirconium	mg/kg TS Zr	112	98	102	89		

Halogenide / Schwefel

		BS1	BS5	BS8	BS9	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Brom	mg/kg TS Br	<10	<10	<10	<10		
Chlor	mg/kg TS Cl	<100	<100	<100	<100		
Jod	mg/kg TS I	<10	<10	<10	<10		
Schwefel	mg/kg TS S	1680	389	5280	1350		

Matrixelemente

		BS1	BS5	BS8	BS9	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Aluminium	% v. TS Al ₂ O ₃	10.1	6.5	7.3	6.8		
Calcium	% v. TS CaO	9.84	16.4	17.6	19.0		
Eisen	% v. TS Fe ₂ O ₃	6.46	3.19	2.69	2.67		
Kalium	% v. TS K ₂ O	1.59	1.25	1.29	1.24		
Magnesium	% v. TS MgO	1.59	1.40	1.52	1.36		
Mangan	% v. TS MnO	0.088	0.070	0.067	0.068		
Phosphor	% v. TS P ₂ O ₅	0.27	0.11	0.13	0.20		
Silizium	% v. TS SiO ₂	45	46	47	45		
Titan	% v. TS TiO ₂	0.44	0.27	0.33	0.30		

Der Chrom- und Arsengehalt wurde auf Säureaufschluss nach TVA umgerechnet (f: Cr 0.5, As 0.8).

Quecksilberbestimmung mit AAS-Amalgammethode.

Bestimmungsgrenze von Kobalt ist matrixabhängig.

Die häufigste petrografische Bindungsform von Brom, Chlor, Iod und Schwefel sind Bromide, Chloride, Iodide und Sulfate.

Objekt
Auftraggeber
Auftrags-Nr. BachemaNr. 8046, Deponie Auwald, Heimberg
Kellerhals + Haefeli AG
20122325

Anhang: Element-Übersichtsanalyse XRF

Probenbezeichnung	BS10	BS11-1	BS11-2	BS12	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Proben-Nr. Bachema	12493	12494	12495	12496		
Entnahmetiefe [m]	0.00-0.20	0.00-0.20	2.10-2.70	1.00-2.00		

Schwermetalle

		BS10	BS11-1	BS11-2	BS12	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Antimon	mg/kg TS Sb	4	6	13	3		30
Arsen	mg/kg TS As	8	6	46	7	15	30
Blei	mg/kg TS Pb	189	151	359	342	50	500
Cadmium	mg/kg TS Cd	1.5	2.1	0.9	<0.8	1	10
Chrom	mg/kg TS Cr	28	34	81	39	50	500
Kobalt	mg/kg TS Co	<10	11	43	13		
Kupfer	mg/kg TS Cu	112	99	551	133	40	500
Molybdän	mg/kg TS Mo	<2	<2	8	2		
Nickel	mg/kg TS Ni	39	34	74	38	50	500
Quecksilber	mg/kg TS Hg	0.2	0.2	0.3	0.1	0.5	2
Thallium	mg/kg TS Tl	<2	<2	<2	<2		
Zink	mg/kg TS Zn	438	280	1150	283	150	1000
Zinn	mg/kg TS Sn	35	74	1180	104		

Seltene Erden und übrige Elemente

		BS10	BS11-1	BS11-2	BS12	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Barium	mg/kg TS Ba	<500	<500	753	<500		
Cäsium	mg/kg TS Cs	<50	<50	<50	<50		
Cer	mg/kg TS Ce	16	35	28	24		
Gallium	mg/kg TS Ga	<10	<10	14	<10		
Germanium	mg/kg TS Ge	<50	<50	<50	<50		
Lantan	mg/kg TS La	<20	<20	<20	<20		
Neodym	mg/kg TS Nd	<20	<20	<20	<20		
Niob	mg/kg TS Nb	<10	<10	<10	<10		
Rubidium	mg/kg TS Rb	<50	60	59	<50		
Selen	mg/kg TS Se	<2	<2	<2	<2		
Silber	mg/kg TS Ag	<5	<5	<5	<5		
Strontium	mg/kg TS Sr	<500	<500	<500	<500		
Uran	mg/kg TS U	<10	<10	<10	<10		
Vanadium	mg/kg TS V	34	48	64	47		
Wolfram	mg/kg TS W	<50	<50	<50	<50		
Zirconium	mg/kg TS Zr	92	115	101	84		

Halogenide / Schwefel

		BS10	BS11-1	BS11-2	BS12	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Brom	mg/kg TS Br	<10	<10	<10	<10		
Chlor	mg/kg TS Cl	<100	<100	<100	<100		
Jod	mg/kg TS I	<10	<10	16	<10		
Schwefel	mg/kg TS S	2980	810	3540	2550		

Matrixelemente

		BS10	BS11-1	BS11-2	BS12	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Aluminium	% v. TS Al ₂ O ₃	6.1	8.7	8.7	7.2		
Calcium	% v. TS CaO	20.4	8.06	7.45	19.5		
Eisen	% v. TS Fe ₂ O ₃	3.33	3.66	17.1	3.73		
Kalium	% v. TS K ₂ O	1.05	1.55	1.59	1.04		
Magnesium	% v. TS MgO	1.25	1.55	1.34	1.20		
Mangan	% v. TS MnO	0.067	0.086	0.128	0.071		
Phosphor	% v. TS P ₂ O ₅	0.14	0.23	0.46	0.30		
Silizium	% v. TS SiO ₂	40	60	42	44		
Titan	% v. TS TiO ₂	0.29	0.36	0.33	0.21		

Der Chrom- und Arsengehalt wurde auf Säureaufschluss nach TVA umgerechnet (f: Cr 0.5, As 0.8).

Quecksilberbestimmung mit AAS-Amalgammethode.

Bestimmungsgrenze von Kobalt ist matrixabhängig.

Die häufigste petrografische Bindungsform von Brom, Chlor, Iod und Schwefel sind Bromide, Chloride, Iodide und Sulfate.

Objekt
Auftraggeber
Auftrags-Nr. Bachema

Nr. 8046, Deponie Auwald, Heimberg
Kellerhals + Haefeli AG
20122325

Anhang: Element-Übersichtsanalyse XRF

Probenbezeichnung	BS15				<i>AHR/TVA Richtwert U</i>	<i>TVA Inert.</i>
Proben-Nr. Bachema	12497					
Entnahmetiefe [m]	1.00-1.50					

Schwermetalle

Antimon	mg/kg TS Sb	6					30
Arsen	mg/kg TS As	9				15	30
Blei	mg/kg TS Pb	95				50	500
Cadmium	mg/kg TS Cd	<0.8				1	10
Chrom	mg/kg TS Cr	30				50	500
Kobalt	mg/kg TS Co	<10					
Kupfer	mg/kg TS Cu	69				40	500
Molybdän	mg/kg TS Mo	<2					
Nickel	mg/kg TS Ni	35				50	500
Quecksilber	mg/kg TS Hg	1.0				0.5	2
Thallium	mg/kg TS Tl	<2					
Zink	mg/kg TS Zn	215				150	1000
Zinn	mg/kg TS Sn	119					

Seltene Erden und übrige Elemente

Barium	mg/kg TS Ba	<500					
Cäsium	mg/kg TS Cs	<50					
Cer	mg/kg TS Ce	23					
Gallium	mg/kg TS Ga	<10					
Germanium	mg/kg TS Ge	<50					
Lantan	mg/kg TS La	<20					
Neodym	mg/kg TS Nd	<20					
Niob	mg/kg TS Nb	<10					
Rubidium	mg/kg TS Rb	<50					
Selen	mg/kg TS Se	<2					
Silber	mg/kg TS Ag	<5					
Strontium	mg/kg TS Sr	<500					
Uran	mg/kg TS U	<10					
Vanadium	mg/kg TS V	30					
Wolfram	mg/kg TS W	<50					
Zirconium	mg/kg TS Zr	81					

Halogenide / Schwefel

Brom	mg/kg TS Br	<10					
Chlor	mg/kg TS Cl	<100					
Jod	mg/kg TS I	<10					
Schwefel	mg/kg TS S	504					

Matrixelemente

Aluminium	% v. TS Al ₂ O ₃	6.4					
Calcium	% v. TS CaO	17.8					
Eisen	% v. TS Fe ₂ O ₃	3.84					
Kalium	% v. TS K ₂ O	1.16					
Magnesium	% v. TS MgO	1.22					
Mangan	% v. TS MnO	0.065					
Phosphor	% v. TS P ₂ O ₅	0.16					
Silizium	% v. TS SiO ₂	49					
Titan	% v. TS TiO ₂	0.20					

Der Chrom- und Arsengehalt wurde auf Säureaufschluss nach TVA umgerechnet (f: Cr 0.5, As 0.8).
Quecksilberbestimmung mit AAS-Amalgammethode.
Bestimmungsgrenze von Kobalt ist matrixabhängig.
Die häufigste petrografische Bindungsform von Brom, Chlor, Iod und Schwefel sind Bromide, Chloride, Iodide und Sulfate.

Deponie Auwald

Profile der Rammkernsondierungen

Rammkernsondierung RKB2/12		
Datum: Datum: 1. Mai 2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0.0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	
0.1 – 0.4	Siltiger Sand, braun	Deponie
0.4 – 1.0	Stark siltiger Sand mit Steinen, braun	
1.0 – 2.6	Siltiger Sand mit Steinen und Ziegel, Plastik, braun – rostbraun - schwarz	
2.6 – 4.0	Leicht siltiger Kies mit reichlich Sand, grau	Aare- und Zulgschotter

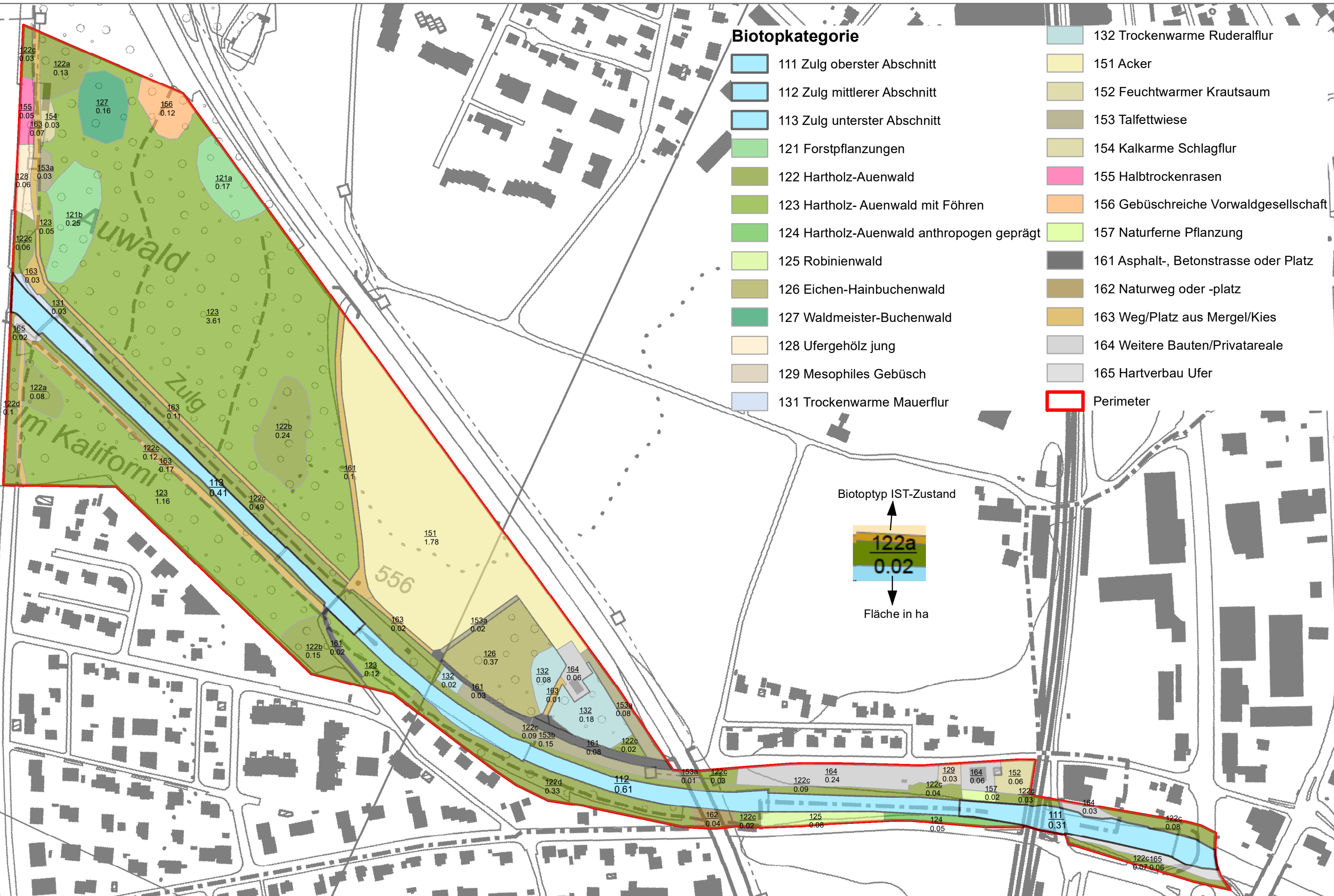
Rammkernsondierung RKB2/12		
Datum: Datum: 1. Mai 2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0.0 – 0.2	Humus, dunkelbraun	
0.2 – 0.8	Siltiger Sand, braun	Deponie
0.8 – 2.5	Siltiger Sand mit wenig Kies, Plastik, Ziegel, braun - rostbraun	
2.3 – 3.0	Leicht siltiger Kies mit reichlich Sand, grau	

Rammkernsondierung RKB3/12		
Datum: 1. Mai 2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0.0 – 0.1	Humus, dunkelbraun	
0.1 – 1.1	Siltiger Kies mit sehr viel Sand, hellbraun, Vollkern	Deponie
1.1 – 1.2	Stein	
1.2 – 1.5	Stark siltiger Kies mit Sand, grau - schwarz	
1.5 – 3.3	Siltiger Sand mit sehr viel org. Material, schwarz, wenig Plastik, Glas, nach KW-riechend	
3.3 – 4.0	Kies mit reichlich Sand, grau	Aare- und Zulgschotter

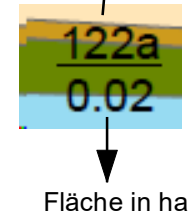
Rammkernsondierung RKB4/12		
Datum: 1. Mai 2012	Lage siehe Situationsplan	
Aufnahme: J. Jakob		
Tiefe [m]	Beschreibung	Geologische Interpretation
0.0 – 0.2	Humus, dunkelbraun	Deckschicht
0.2 – 0.9	Siltiger Kies mit sehr viel Sand, braun	Deponie
0.9 – 1.1	Ziegelbruch	
1.1 – 4.6	Siltiger Kies mit sehr viel Sand, Ziegel, Betonbruchstücke, braun - dunkelbraun	
4.6 – 5.0	Kies mit reichlich Sand, grau	Aare- und Zulgschotter

Biotopkategorie

- | | | | |
|---|---|---|---------------------------------------|
|  | 111 Zulg oberster Abschnitt |  | 132 Trockenwarme Ruderalflur |
|  | 112 Zulg mittlerer Abschnitt |  | 151 Acker |
|  | 113 Zulg unterster Abschnitt |  | 152 Feuchtwarmer Krautsaum |
|  | 121 Forstpflanzungen |  | 153 Talfechtwiese |
|  | 122 Hartholz-Auenwald |  | 154 Kalkarme Schlagflur |
|  | 123 Hartholz- Auenwald mit Föhren |  | 155 Halbtrockenrasen |
|  | 124 Hartholz-Auenwald anthropogen geprägt |  | 156 Gebüschreiche Vorwaldgesellschaft |
|  | 125 Robinienwald |  | 157 Naturferne Pflanzung |
|  | 126 Eichen-Hainbuchenwald |  | 161 Asphalt-, Betonstrasse oder Platz |
|  | 127 Waldmeister-Buchenwald |  | 162 Naturweg oder -platz |
|  | 128 Ufergehölz jung |  | 163 Weg/Platz aus Mergel/Kies |
|  | 129 Mesophiles Gebüsch |  | 164 Weitere Bauten/Privatareale |
|  | 131 Trockenwarme Mauerflur |  | 165 Hartverbau Ufer |
| | |  | Perimeter |



Biotoptyp IST-Zustand



Ausgangszustand

Projektsumme Ausgangszustand

1880.00

Flächen-	Flächen-			Kriterium 3 Biodiversität	Kriterium 4 Morphologie	Kriterium 5 Abfluss/ Geschiebe		Biotop	Total
ID	Typ (Eingriff oder Ersatz)	Biototyp Name	Fläche (ha)	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Wert	Punkte
111		1.2.3 Zulg oberster Abschnitt	3.13	3.00	4.00	8.00		15	46.95
112		1.2.3 Zulg mittlerer Abschnitt	6.14	3.00	4.00	8.00		15	92.11
113		1.2.3 Zulg unterster Abschnitt	4.10	3.00	3.00	8.00		14	57.44
			Fläche (ha)	Kriterium 1 Entwicklungszeit	Kriterium 2 Seltenheit	Kriterium 3 Biodiversität	Kriterium 4 Besonderheiten		
121a		6.0.2 Forstpflanzungen artenarm	1.67	1.00	1.00		2.00	4	6.66
121b		6.0.2 Forstpflanzungen artenreich	2.52	1.00	1.00	4.00		6	15.13
122a		6.1.4 Hartholz-Auenwald I jung	2.08	4.00	4.00	2.00		10	20.82
122b		6.1.4 Hartholz-Auenwald I alt	3.91	8.00	4.00	2.00		14	54.72
122c		6.1.4 Hartholz-Auenwald II jung	11.69	4.00	4.00	8.00		16	187.02
122d		6.1.4 Hartholz-Auenwald II alt	4.31	8.00	4.00	8.00		20	86.24
123		6.1.4 / 6.4.2 Hartholz-Auenwald II alt mit Föhren	49.38	8.00	6.00	8.00		22	1086.29
124		Hartholz-Auenwald, stark anthropogen geprägt	0.52	4.00	4.00		2.00	10	5.15
125		Robinienwald	0.81	2.00	1.00	2.00		5	4.05
126		Eichen-Hainbuchenwald	3.68	4.00	4.00	4.00		12	44.10
127		Waldmeister-Buchenwald	1.64	4.00	1.00	4.00		9	14.76
128		Ufergehölz jung	0.59	2.00	1.00	4.00		7	4.12
129		Mesophiles Gebüsch	0.25	2.00	1.00	2.00		5	1.26
131		Trockenwarme Mauerflur	0.35	2.00	4.00	8.00		14	4.86
132		Trockenwarme Ruderalflur	2.78	1.00	8.00	8.00		17	47.33
151		Acker	17.80	1.00	1.00	0.00		2	35.61
152		Feuchtwamer Krautsaum	0.64	1.00	2.00	4.00		7	4.46
153a		Talfettwiese artenarm	1.46	1.00	1.00	2.00		4	5.82
153b		Talfettwiese artenreich	1.49	2.00	1.00	4.00		7	10.43
154		Kalkame Schlagflur	0.30	1.00	2.00	4.00		7	2.10
155		Halbtrockenrasen	0.52	8.00	8.00	8.00		24	12.36
156		Gebüschreiche Vorwaldgesellschaft	1.21	2.00	1.00	4.00		7	8.48
157		Naturferne Pflanzung	0.19	1.00	1.00	2.00		4	0.76
161		Asphalt-, Betonstrasse oder Platz	2.37	0.00	0.00		0.00		0.00
162		Naturweg oder -platz („Dreckweg“)	0.40	1.00	1.00	2.00		4	1.59
163		Weg/Platz aus Mergel, Kies	4.15	1.00	1.00	2.00		4	16.58
164		Weitere Bauten/ Privatareale	3.82	0.00	0.00		0.00		0.00
165		Hartverbau Ufer	0.81	1.00	1.00		2.00	4	3.22

Bilanzierung Zulg – Erläuternde Tabelle

9.6.2021

1 BiotopCodes

100=Istzustand
200=Endzustand

Istzustand		Endzustand	
110	Fliessgewässer	210	Fliessgewässer
120	Wälder	220	Wälder
130	Pioniervegetation gestörter Plätze	230	Pioniervegetation gestörter Plätze
140	Stillgewässer	240	Stillgewässer
150	Krautsäume, Wiesen, Kulturland	250	Krautsäume, Wiesen, Kulturland
160	Bauten	260	Bauten
		270	Erosionsparzelle

2 Vorbemerkungen

Grundlagen

- BESB (Hintermann & Weber, 2017)
- BESB_{FG} Entwurf vom 7.7.2020 (Limnex, Sigmoplan, Hintermann & Weber; mit Anwendungsteil Zulg, Anhang A4.3)
- GBL Kanton Bern/AquaPlus AG 2018: Biologie Bern Aaretal 2017 und 2018: Beurteilung der biologisch indizierten Wasserqualität
- BVE Kanton Bern/Flussbau AG 2014: GEKOB 2014. Sanierung des Geschiebehalt im Kanton Bern

Methode

BESB_{terrestrisch} und BESB_{Fliessgewässer} – verfeinert anhand der Anleitung zum Massnahmenpool Aare Thun-Bern

Perimeter

Die Zulg wurde für den Istzustand in drei Abschnitte aufgeteilt, sie entsprechen der Einteilung gemäss Ökomorphologie.

Endzustand

Wird ergänzt im Rahmen der UVB-Hauptuntersuchung

3 Bewertung Biotoptypen

110/210 Fließgewässer

Biotop- typ Ist	Biotop- typ End	Lebensraum (falls vorhanden: nach Delarze)	Typo CH	Beschrieb	Rote Liste	Bewertung BESB _{FG}			Biotop- wert	Vermind. faktor	Biotop- wert mit Verm.f.	Erklärung
						K3	K4	K5				
111		Zulg oberster Abschnitt	1.2.3	Untere Forellenregio n	NT	3	4	8	15			<p>K3 Biodiversität:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IBCH-Zustandsklasse 3 gem. GBL 2018 – MZB nach MSK gut • MZB keine RL-Arten • Fische: Bachforelle, Groppe • Wassertemp. für Bachforelle günstig • Chemisch/physikalische Wasserqualität gut geeignet für Bachforelle; geeignetes Nährtierangebot in ausreichender Menge für standortgemässen Fischbestand • Kaum potenzielle Laichstandorte <ul style="list-style-type: none"> ➔ Charakteristische Arten, keine RL-Arten, aber MSK gut ➔ K3_{FG} -> Stufe 2-3 <p>K4 Morphologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ökomorphologie naturfremd/künstlich -> Stufe 1 • Linienführung mehrheitlich geradlinig/begradigt -> Stufe 1 • Sohlensubstrat: rel. naturnah strukturierte Sohle -> Stufe 3-4 • Strukturvielfalt: einzelne Blöcke und Auflandungen, die als Strukturelemente dienen, kein Holz -> Stufe 2 • Durchgängigkeit: Schwelle Absturzhöhe ca. 70 cm, keine Tiefwasserbereiche direkt oberhalb -> Stufe 1

												<ul style="list-style-type: none"> • Beschattung: absonnig -> Stufe 3 → K4_{FG} (Mittel) -> Stufe 2 <p>K5 Abfluss und Geschiebedynamik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abflussregime wenig verändert • Geschiebedynamik: gemäss GEKOB E geringe Beeinträchtigung der Geschiebeführung; Geschiebekontinuum durch betriebliche Massnahme / WBP Zulg gewährleistet • Stark geschiebe- und holzführender Fluss; nebst Rotache wichtigster Geschiebeeintrag in Aare zwischen Thun und Bern → K5_{FG} Stufe 4
	211	Zulg oberster Abschnitt	1.2.3	Untere Forellenregion	NT							
112		Zulg mittlerer Abschnitt	1.2.3	Untere Forellenregion	NT	3	4	8	15			<p>K3 Biodiversität:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IBCH-Zustandsklasse 3 – MZB nach MSK gut • MZB keine RL-Arten • Fische: Bachforelle, Groppe • Wassertemp. für Bachforelle günstig • Chemisch/physikalische Wasserqualität gut geeignet für Bachforelle; geeignetes Nährtierangebot in ausreichender Menge für standortgemässen Fischbestand • Kaum potenzielle Laichstandorte → Charakteristische Arten, keine RL-Arten, aber MSK gut → K3_{FG} -> Stufe 2-3 <p>K4 Morphologie:</p>

												<ul style="list-style-type: none"> • Ökomorphologie stark beeinträchtigt -> Stufe 1-2 • Linienführung mehrheitlich geradlinig/begradigt -> Stufe 1 • Sohlensubstrat: rel. naturnah strukturierte Sohle -> Stufe 3-4 • Strukturvielfalt: Strukturvielfalt: einzelne Blöcke und Auflandungen, die als Strukturelemente dienen, kein Holz -> Stufe 2 • Durchgängigkeit: 2 Schwellen Absturzhöhe ca. 70 cm, keine Tiefwasserbereiche direkt oberhalb -> Stufe 1 • Beschattung: sonnig-absonnig -> Stufe 2-3 ➔ K4_{FG} (Mittel) -> Stufe 2 <p>K5 Abfluss und Geschiebedynamik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abflussregime wenig verändert • Geschiebedynamik: gemäss GEKOB E geringe Beeinträchtigung der Geschiebeführung; Geschiebekontinuum durch betriebliche Massnahme / WBP Zulg gewährleistet • Stark geschiebe- und holzführender Fluss; nebst Rotache wichtigster Geschiebeeintrag in Aare zwischen Thun und Bern ➔ K5_{FG} Stufe 4
	212	Zulg mittlerer Abschnitt	1.2.3	Untere Forellenregion	NT							
113		Zulg unterster Abschnitt	1.2.3	Untere Forellenregion	NT	3	3	8	14			<p>K3 Biodiversität:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IBCH-Zustandsklasse 3 – MZB nach MSK gut

												<ul style="list-style-type: none"> • MZB keine RL-Arten • Fische: Bachforelle, Groppe • Wassertemp. für Bachforelle günstig • Chemisch/physikalische Wasserqualität gut geeignet für Bachforelle; geeignetes Nährtierangebot in ausreichender Menge für standortgemässen Fischbestand • Kaum potenzielle Laichstandorte <ul style="list-style-type: none"> ➔ Charakteristische Arten, keine RL-Arten, aber MSK gut ➔ K3_{FG} -> Stufe 2-3 <p>K4 Morphologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ökomorphologie stark beeinträchtigt -> Stufe 1-2 • Linienführung mehrheitlich geradlinig/begradigt -> Stufe 1 • Sohlensubstrat: rel. naturnah strukturierte Sohle -> Stufe 3-4 • Strukturvielfalt: Strukturvielfalt: monoton, einzelne Auflandungen, die als Strukturelemente dienen, kein Holz -> Stufe 1-2 • Durchgängigkeit: 2 grosse Schwelle Absturzhöhe > 70 cm -> Stufe 0 • Beschattung: sonnig -> Stufe 2 <ul style="list-style-type: none"> ➔ K4_{FG} (Mittel) -> Stufe 1-2 <p>K5 Abfluss und Geschiebedynamik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abflussregime wenig verändert • Geschiebedynamik: gemäss GEKOB E geringe Beeinträchtigung der Geschiebeführung; Geschiebekontinuum durch betriebliche Massnahme / WBP Zulg gewährleistet
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

													<ul style="list-style-type: none"> Stark geschiebe- und holzführender Fluss; nebst Rotache wichtigster Geschiebeeintrag in Aare zwischen Thun und Bern → K5_{FG} Stufe 4
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

120/220 Wälder

Biotop- typ Ist	Biotop- typ End	Lebensraum (falls vorhanden: nach Delarze)	Typo CH	Beschrieb	Rote Liste	Bewertung BESB _{terrestrisch}				Bio- top- wert	Vermind. faktor	Biotop- wert mit Verm.f.	Erklärung
						K1	K2	K3	K4				
121a		Forstpflanzungen artenarm	6.0.2	>50% Fichten, artenarm, dicht	-	1	1		2	4		4	K1: hoher Anteil an standortfremden Arten (Fichten); K2: gilt per Def. für alle Biotoptypen, die nicht im Anhang NHV aufgeführt sind; K4: für Fichtenkulturen Stufe 0 vorgesehen, aber wg. Weisser Segge und Fraxinon-Überresten Stufe 1
121b		Forstpflanzungen artenreich	6.0.2	>50% Fichten, artenreich, relativ lichter Bestand	-	1	1	4		6		6	K1: hoher Anteil an standortfremden Arten (Fichten) K2: Definition für alle Biotoptypen, die nicht im Anhang 1 NHV sind K3: Charakteristische, weit verbreitete Arten; aber weisse Segge und Fraxinon-Überreste
122a		Hartholz- Auenwald I jung	6.1.4	Fraxinon, stark beeinflusst, mit Fichten (aber <50% Fichten), Laubholz mehrheitlich Stangenholz und schwaches Baumholz (12-40 cm)	LC	4	4	2		10		10	K1: 10-25a K2: Richtwert regional K3: Kaum charakteristische Arten; falls doch, handelt es sich um ubiquistische Arten, die in der biogeograf. Region häufig sind; keine gefährdeten Arten

122b		Hartholz- Auenwald I alt	6.1.4	Fraxinion, stark beeinflusst, mit Fichten (aber <50% Fichten), Laubholz mehrheitlich mittleres bis starkes Baumholz (40->50 cm)	LC	8	4	2		14		14	Dito (ausser K1: 25-50a)
122c		Hartholz- Auenwald II jung	6.1.4	Fraxinion, kaum/keine Fichten; Laubholz mehrheitlich Stangenholz und schwaches Baumholz (12-40 cm)	LC	4	4	8		16		16	K1: 10-25a K2: Richtwert regional K3: Charakteristische Arten dominieren die Artengemeinschaft; mind. eine gefährdete Art (RL reg. > NT; prioritäre Arten Stufe sehr hoch/hoch/mittel) vorhanden → Rosa majalis (RL CH VU, NPA 2), Epipactis helleborine (geschützt CH); Iltis/Haselmaus (RL CH VU; NPA 1), Waldlaubsänger (RL CH VU)
122d		Hartholz- Auenwald II alt	6.1.4	Fraxinion, kaum/keine Fichten; Laubholz mehrheitlich mittleres bis starkes Baumholz (40->50 cm)	LC	8	4	8		20		20	Dito (ausser K1: 25-50a)
123		Hartholz- Auenwald II alt mit Föhren /subkontinentaler kalkreicher Föhrenwald	6.1.4/ 6.4.2	Verschnitt von Fraxinion und Erico-Pinion (fragmentartig), wenig oberhalb Kalisteg bis Aare	LC/ VU	8	6	8		22		22	K1: 25-50a K2: Mischwert/ Richtwert regional K3: Charakteristische Arten dominieren die Artengemeinschaft; mind. eine gefährdete Art (RL reg. > NT; prioritäre Arten Stufe sehr hoch/hoch/mittel) vorhanden → Rosa majalis (RL CH VU, NPA 2), Epipactis helleborine (geschützt CH); Iltis/Haselmaus (RL CH VU;

													NPA 1), Waldlaubsänger (RL CH VU)
124		Hartholz-Auenwald, stark anthropogen geprägt	6.1.4	Fraxinon; Uferstreifen	LC	4	4		2	10			K1: 10-25a; K2: Richtwert regional K4: Lebensraum/Standort aufgrund bedeutender Beeinträchtigungen rudimentär ausgeprägt oder degradiert.
125		Robinienwald	6.3.9	Robinon Stark anthropogen geprägt	LC	2	1	2		5			Richtwerte für schlechte Qualität (schmaler Uferstreifen entlang Strasse)
126		Eichen-Hainbuchenwald	6.3.3	Carpinion Artenarm, dicht	LC	4	4	4		12			Richtwerte für schlechte Qualität
127		Waldmeister-Buchenwald	6.2.3	Galio-Fagenion	LC	4	1	4		9		9	Keine genaue Spezifizierung, da nicht tangiert; Richtwerte für mittlere Qualität Waldmeister-Buchenwald
128		Ufergehölz jung		Ohne Delarze-Typ; vorwiegend Sträucher und Jungwuchs/ schwaches Stangenholz (bis 20 cm), ohne alte Einzelbäume	-	2	1	4		7		7	Ufergehölz, das klar nicht Salicion oder Alnion ist; v.a. häufige Arten wie Hasel, Cornus und Baumarten des benachbarten Walds) K1: 5-10a; K2: gilt per Def. für alle Biotoptypen, die nicht im Anhang NHV aufgeführt sind; K3: charakteristische Arten, aber fast alle Arten sind weit verbreitet; durchschnittliche Artenzahl
129		Mesophiles Gebüsch	5.3.3	Pruno-Rubinon	NT	2	1	2		5			dicht, rel. artenarm, Hartriegel dominant; K1: 5-10a; K2: sehr häufig; K3: Kaum charakteristische Arten; falls doch, handelt es sich um ubiquistische Arten, die in der biogeograf. Region häufig sind (Hartriegel, Hasel)

130/230 Pioniervegetation gestörter Plätze

Biotop- typ Ist	Biotop- typ End	Lebensraum (falls vorhanden: nach Delarze)	Typo CH	Beschrieb	Rote Liste	K1	K2	K3	K4	Bio- top- wert	Vermind. faktor	Biotop- wert mit Verm.f.	Erklärung
131		Trockenwarme Mauerflur	7.2.1	Centrantho- Parietation Zulgspitz	VU NP 3	2	4	8		14		14	Keine Richtwerte vorhanden; K1: 5-10 Jahre K2: Verbreitet K3: Mind. eine gefährdete Art -> Barrenringelnatter, Zauneidechse, evtl. Schlingnatter (RL CH VU; NPA 3 resp. 4)
132		Trockenwarme Ruderalflur	7.1.5	Onopordion Gerodete Fläche	EN NP 3	1	8	8		17			Richtwert für mittlere Qualität

140/240 Stillgewässer

Biotop- typ Ist	Biotop- typ End	Lebensraum (falls vorhanden: nach Delarze)	Typo CH	Beschrieb	Rote Liste	K1	K2	K3	K4	Bio- top- wert	Vermind. faktor	Biotop- wert mit Verm.f.	Erklärung

150/250 Krautsäume, Gebüsche, Wiesen, Kulturland

Biotop- typ Ist	Biotop- typ End	Lebensraum (falls vorhanden: nach Delarze)	Typo CH	Beschrieb	Rote Liste	K1	K2	K3	K4	Bio- top- wert	Vermind. faktor	Biotop- wert mit Verm.f.	Erklärung
151		Acker	8.2	Maisacker	-	1	1	0		2			K1: <5a; K2: gilt per Def. für alle Biototypen, die nicht im Anhang NHV aufgeführt sind; K3: Intensivlandwirtschaft
152		Feuchtwarmer Krautsaum	5.1.3	Convolvulion Solidago-Gestrüpp	VU NP 4	1	2	4		7			K1: <5a; K2: häufig K3: Charakteristische Arten, fast alle Arten sind weitverbreitet
153a		Talfettwiese artenarm	4.5.1	Arrhenatherion	-	1	1	2		4			Richtwerte für schlechte Qualität

153b		Talfettwiese artenreich	4.5.1	Arrhenatherion Weide	-	2	1	4		7			Richtwerte für mittlere Qualität
154		Kalkarme Schlagflur	5.2.2	Epilobion angustifolii Waldrand	LC	1	2	4		7			K1: <5a; K2: häufig K3: Charakteristische Arten, fast alle Arten sind weitverbreitet; evtl. Reptilienvorkommen
155		Halbtrockenrasen	4.2.4	Mesobromion	VU NP 3	8	8	8		24			Richtwerte für mittlere Qualität; strukturreiche Böschungfläche, evtl. Reptilienvorkommen
156		Gebüschreiche Vorwaldgesellschaft	5.3.5	Sambuco-Salicion Fast nur Hasel; nahe Waldrand	LC	2	1	4		7			Richtwerte für mittlere Qualität
157		Naturferne Pflanzung	5.3.0	Vor Liegenschaft	-	1	1	2		4			K1: <5a; K2: gilt per Def. für alle Biotoptypen, die nicht im Anhang NHV aufgeführt sind; K3: naturferne Pflanzung, evtl. Nistplatz

160/260 Bauten

Biotop- typ Ist	Biotop- typ End	Lebensraum (falls vorhanden: nach Delarze)	Typo CH	Beschrieb	Rote Liste	K1	K2	K3	K4	Bio- top- wert	Vermind. faktor	Biotop- wert mit Verm.f.	Erklärung
161		Asphalt-, Betonstrasse oder Platz	9.3.2		-	0	0		0	0		0	Tiefster Wert
162		Naturweg oder - platz („Dreckweg“)	9.3.3.1		-	1	1	2		4		4	K1: <5a; K2: gilt per Def. für alle Biotoptypen, die nicht im Anhang NHV aufgeführt sind; K3: Kaum charakteristische Arten, falls doch, handelt es sich um ubiquistische Arten, die in der biogeograf. Region häufig sind
163		Weg/Platz aus Mergel, Kies	9.3.3		-	1	1	2		4		4	dito

164		Weitere Bauten/ Privatareale	9.2		-	0	0		0	0		0	Tiefster Wert
165		Hartverbau Ufer			-	1	1		2	4			K4: Lebensraum rudimentär ausgeprägt oder degradiert

270 Erosionsparzelle

Resultate

Inhalt:

1. Auftraggeber, Perimeter, Zeitrahmen
2. Resultate in Kurzform
3. Methode
4. Resultate detailliert
5. Vergleich der Resultate mit den Monitorings 2009 und 2010
6. Einschätzung der artspezifischen Situation im Gebiet der Zulgmündung: COAU, NAHE, ANFR, POMU, LAAG
7. Empfehlung für Fördermassnahmen im Hinblick auf die geplante Renaturierung im Gebiet der Zulgmündung

Anlagen:

1. Belegbilder pdf
2. Resultate Reptilienmonitoring Zulg 2009
3. Resultate Reptilienmonitoring Zulg 2010

1. Auftraggeber, Perimeter, Zeitrahmen

Auftraggeber:

- naturaqua PBK/Franziska Witschi
- karch/Andreas Meyer

durch naturaqua vorgegebener Perimeter:



vorgegebener Zeitrahmen: Mai – Juli 2020

2. Resultate in Kurzform

Resultate in Kurzform

- Schlingnatter: keine Nachweise
- Ringelnatter: wenig Nachweise (im Vergleich zu den letzten Monitorings 2009 und 2010)
- Blindschleiche: einige Nachweise
- Zauneidechse: keine Nachweise
- Mauereidechse: grosse und stellenweise sehr dichte Populationen, im Vergleich zu den letzten Monitorings 2009 und 2010 zunehmend

3. Methode

- Reptilien-Monitoring mit Platten = Auslegen von künstlichen Verstecken an für Reptilien günstigen Stellen
- aktive Reptiliensuche bei günstigem Wetter und gleichzeitig Checks der Platten



die Platten Nr 1 – 5 liegen ca 100m ausserhalb des Perimeters an kürzlich entbuschten und teilweise aufgewerteten Stellen

4. Resultate detailliert

Reptilien-Monitoring Zulg 2020: Beobachtungen/Nachweise

Stand 06.08.2020

Nr	Datum 2020	Ringelnatter / <i>Natrix helvetica</i>					Beleg-Bilder		Bemerkungen	Blindschleiche / <i>Anguis fragilis</i>						Beleg-Bilder		Bemerkungen
		Platten-Nr od Koordinaten			Anzahl		1: wenn vorh.	Nr		Platten-Nr od Koordinaten			Anzahl		Geschlecht	1: wenn vorh.	Nr	
		Pl-Nr	X	Y	total	Anteil u. Platte				Pl-Nr	X	Y	total	Anteil u. Platte	m			
1	08.05.		612922	179740	1		1	258	550m ausserhalb Perimeter, aareaufwärts									
2	08.05.	1			1	1	0		130m ausserhalb Perimeter, aareabwärts									
3	09.05.		614390	180451	1		1	344	800m ausserhalb Perimeter, zulgaufwärts									
4	28.05.		614382	180464	1		1	352	800m ausserhalb Perimeter, zulgaufwärts									
5	12.06.									9			1	1		1	1	499
6	12.06.		612772	179975	1		1	502	370m ausserhalb Perimeter, aareaufwärts									
7	18.06.									9			1	1		1	1	642
8	22.06.									9			2	2		2	1	647
9	22.06.	12			1	1	0		juvenile Natter									
10	26.06.		612922	179740	1		1	705	550m ausserhalb Perimeter, aareaufwärts									
11	06.07.									9			2	2		2	1	773
12	18.07.									9			2	2		2	1	847
13	27.07.	7			1	1	1	952										
14	27.07.									9			1	1		1	1	955
15	06.08.	1			1				130m ausserhalb Perimeter, aareabwärts									
16	06.08.									7			1	1		1		
total					9	3	6						10	10	0	10	0	6

andere Kleintiere und Vögel

POMU wurde nicht erfasst,
weil allgegenwärtig

Art	Anzahl Beobachtungen	Bemerkungen
Waldmaus / <i>Apodemus sylvaticus</i>	11	unter Platten, Bilder 640, 641
Rötelmaus / <i>Myodes glareolus</i>	16	unter Platten, Bilder 132, 133
Hausspitzmaus / <i>Crocidura russula</i>	4	unter Platten
Wasseramsel	2	innerhalb Perimeter, in der Zulg
Schwarzmilan	1	innerhalb Perimeter
Mäusebussard	3	innerhalb Perimeter
Kleiber	2	innerhalb Perimeter
Neuntöter	1	3,1km nördlich ausserhalb Perimeter, im Areal der Bümberg-Grube

Aufwand für die Reptiliensuche:
16 Besuche bei günstigen Wetterverhältnissen,
total 24,5 Std aktive Suchzeit

5. Vergleich der Resultate mit den Monitorings 2009 und 2010



- auf Grund eines damals neuen COAU-Nachweises an der Zulgmündung habe ich in den Jahren 2009 und 2010 im Auftrag der karch je ein Reptilien-Monitoring mit freiwilligen Helfern entlang der Zulg/Aare organisiert und durchgeführt
 - dabei erwies sich die unmittelbare Umgebung der Zulgmündung, insbesondere die rechtsufrige Böschungsmauer und der nahe Waldrand während beiden Jahren als Beobachtungs-Hotspot
- die diesjährigen Beobachtungen an diesem Ort lassen sich vergleichen mit denjenigen von 2009 und 2010; zusammen mit dem unterschiedlichen Such-Aufwand (Anzahl Begehungen und Anzahl Platten) ergibt sich folgendes Bild:

Zulg-Monitoring	Anzahl Begehungen Zulgmündung	Anzahl Platten Zulgmündung	Anzahl Beobachtungen	
			COAU	NAHE
2009	33	0	2	6
2010	40	4	6	10
2020	16	6	0	1

Kommentar:

- bei sämtlichen COAU-Beobachtungen handelte es sich ausnahmslos um das gleiche Individuum, welches bereits wenige Jahre zuvor nachgewiesen wurde
- das Zahlenmaterial ist ungenügend, um auch nur einigermaßen gesicherte, quantitative Aussagen machen zu können.
- es lässt sich höchstens eine Tendenz ablesen: weniger NAHE-Beobachtungen im 2020 als 2009/10

6. Einschätzung der artspezifischen Situation im Gebiet der Zulgmündung: COAU, NAHE, ANFR, LAAG, POMU

6.1 COAU

Diese Art wurde letztmals im 2010 an der Zulg nachgewiesen. Bis anfangs der 1970er-Jahre lebte noch eine kleine Population am damaligen Baggersee Heimberg, von der Zulgmündung 1,4km aareabwärts.

Mit dem Ende der Kiesentnahme aus dem See begann die Verbuschung der Uferzonen und der näheren Umgebung; das einst schöne Reptilienhabitat wurde im Verlauf der Jahrzehnte für COAU wertlos. Ähnlich hat im ganzen Gebiet Zulg/Aare die Vegetation kontinuierlich zugenommen, sodass günstige COAU-Habitate heute kaum mehr oder nur sehr punktuell vorhanden sind.

Es erscheint trotzdem unwahrscheinlich, dass die Art im Gebiet Aare/Zulg/Steffisburg/Heimberg ausgestorben ist. ***Umso dringender sind für diese Art Fördermassnahmen im zukünftigen, renaturierten Zulgdelta.***

6.2 NAHE

Diese sehr mobile Art ist im gesamten Gebiet noch vorhanden, jedoch wahrscheinlich infolge der zunehmenden Verbuschung vermehrt an andere, günstigere, neu entstandene Orte ausgewichen. Zum Beispiel in das neue Schutzgebiet *Schintere* auf der anderen Aareseite (Adulttiere dieser Art überqueren nachweislich die Aare) oder zulgaufwärts in neu entstandene, strukturreiche Gärten, wo sie in den letzten Jahren vermehrt beobachtet wird.

6.3 ANFR

Die Monitoring-Resultate lassen für diese Art keine Veränderung in der Häufigkeit erkennen (auch darum, weil die Art in den Jahren 2009 und 2010 nicht durchwegs quantitativ erfasst wurde).

Die zunehmende Verbuschung wirkt sich sicher auch auf diese Art negativ aus, jedoch reagiert sie wahrscheinlich weniger empfindlich.

6.4 POMU

Fortgesetzte Arealausweitung seit mehreren Jahrzehnten gilt für diese Art wie fast überall in der Schweiz auch im Gebiet Aare/Zulg. Durch die Klimaerwärmung wird dieser Prozess wahrscheinlich noch begünstigt und beschleunigt. Die Monitorings 2009/2010 und aktuelle Beobachtungen zeigen, dass POMU in den letzten 11 Jahren von der Aareböschung her entlang der Zulg über eine Strecke von 5km vorgedrungen ist. Entlang der Migrationsroute besteht eine zusammenhängende Population mit stellenweise sehr hohen Individuendichten.

Die grünen Tiere, m+f, sind in der Überzahl (Einflüsse der aus Mittelitalien eingeschleppten Unterart).



6.5 LAAG

Diese Art ist leider eindeutig abnehmend, wahrscheinlich schon seit mehreren Jahrzehnten. Zwei für die Art negative Veränderungen stehen dabei im Vordergrund:

- Prädationsdruck durch die zunehmenden POMU-Populationen
- zunehmende Verbuschung

→ siehe dazu die folgenden 3 Bildseiten

Aus meiner Sicht ist es fraglich, ob LAAG zusammen mit den sehr produktiven POMU überhaupt überleben kann, selbst bei Realisierung von optimalen Förder- und Schutzmassnahmen. Andernorts hat sich gezeigt, dass POMU bei zunehmender Individuendichte auch LAAG-typische Habitate einnimmt: einige Dutzend Meter entfernt von Steinen/Mauern/Felsen → siehe dazu das Bild aus dem Rebberg Hilterfingen. Das bedeutet, dass Massnahmen für LAAG immer auch POMU fördern, sofern diese bereits im Gebiet vorhanden sind.

Hauskatzen: habe ich im Gebiet Zulgmündung/Aareweg noch nie gesehen; möglicherweise eine Folge der zahlreichen und oft auch freilaufenden Hunden.

Problem für LAAG: Prädationsdruck ausgehend von POMU



© Manfred Eichele



© Manfred Eichele

Bilder aus dem Onsernonetal/TI
von Manfred Eichele, 02.10.2019.
POMU verschlingt juvenile LABI.



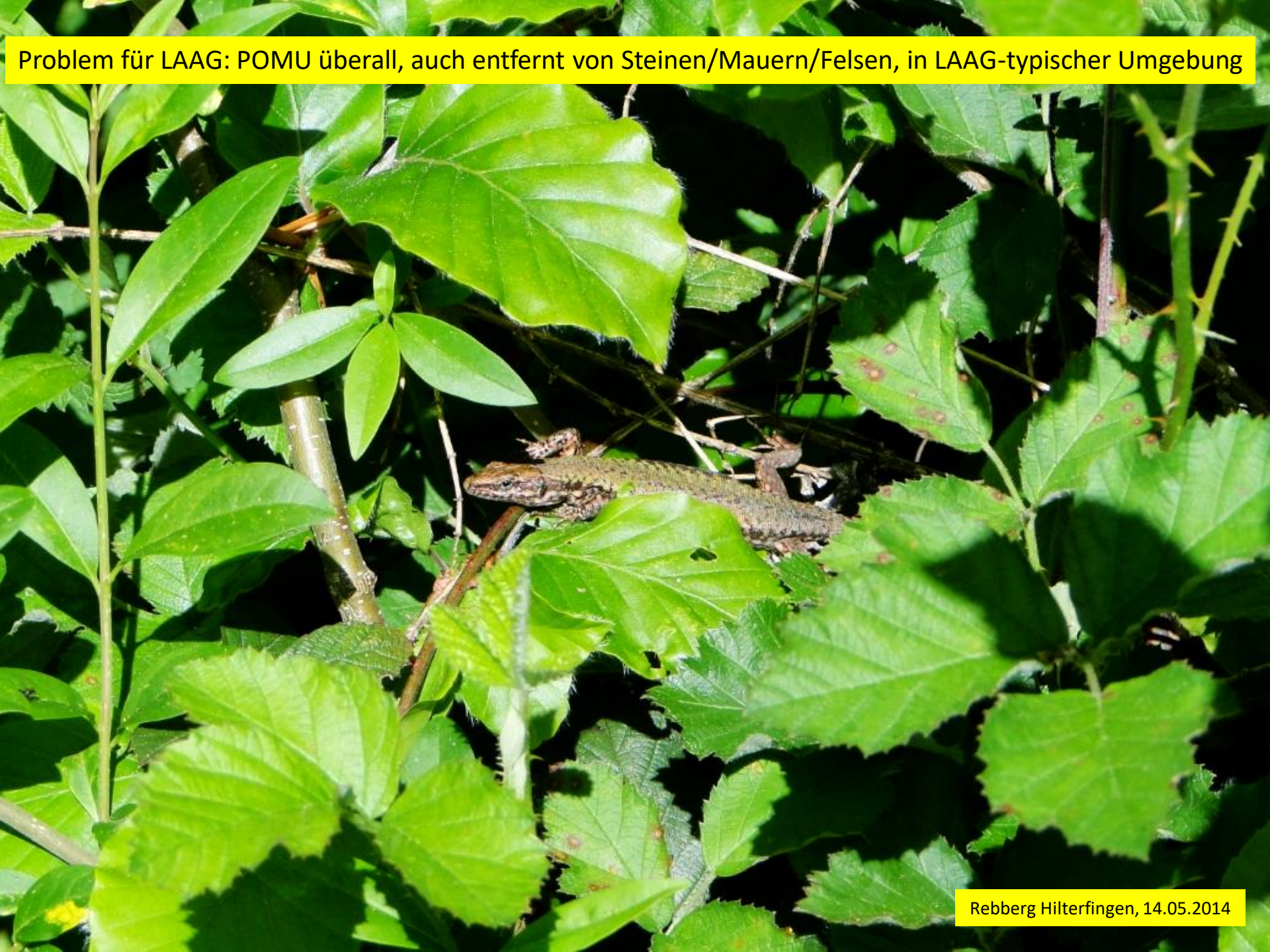
© Manfred Eichele

Problem für LAAG: zunehmende Verbuschung



01.10.2010, von der Perimetergrenze ca 400m aareabwärts. An mehreren solchen Stellen waren während den Monitorings 2009/2010 regelmässig Zauneidechsen anzutreffen. Seither hat die Verbuschung zugenommen, die Stellen sind für LAAG kaum mehr genügend besonnt, heute findet man hier diese Art nicht mehr. POMU lebt jetzt hier.

Problem für LAAG: POMU überall, auch entfernt von Steinen/Mauern/Felsen, in LAAG-typischer Umgebung



Rebberg Hilterfingen, 14.05.2014

7. Empfehlungen für Fördermassnahmen im Hinblick auf die geplante Renaturierung

7.1 Sofort-Massnahmen

Aus meiner Sicht gibt es zeitlich sehr dringende Massnahmen, insbesondere für den Erhalt der COAU:

- Zulgböschung bei der Mündung entbuschen, in einen reptilienfreundlichen Zustand versetzen (maximal 25% der Böschungsfläche durch einzelne Büsche beschattet). Sollte raschmöglichst gemacht werden, noch dieses Jahr. Ev ausserhalb des Projektes *Längsvernetzung Zulg* realisieren. **Andi, welche Möglichkeiten gibt es?**
- Eine erste, genügend grosse (\varnothing ca 50m), offene Fläche im Wald gegenüber der Mündung reptilienfreundlich ausholzen und mit Kleinstrukturen versehen (Asthaufen, Steinlinsen). Sollte, weil dringend, ausserhalb des Projektes oder als vorgezogene Projekt-Massnahme raschmöglichst realisiert werden.
- Sobald auf den Aareweg verzichtet werden kann: Vernetzungskorridor von der Zulgböschung in den ausgelichteten Bereich erstellen: Steinriegel, Asthaufen.



7.2 weitere Fördermassnahmen für Reptilien

Es würde sehr lange dauern, bis das freigegebene Gebiet allein durch die erweiterte Zulug grossflächig in einen reptilienfreundlichen Auenwald umgewandelt würde. Teile des zukünftige Auenwald müssen mit Initialmassnahmen erschaffen werden, damit die Reptilien sofort einwandern können:

- grosse Flächen-Anteile des zukünftigen Auenwaldes möglichst bald reptilienfreundlich ausholzen (einige Bäume und Büsche/Buschgruppens stehen lassen) und mit Reptilienstrukturen versehen
- Die Strukturen allgemein auf COAU ausrichten: viel Steinmaterial unterschiedlicher Grösse. Siehe dazu die folgenden Bilder (2 Bildseiten): natürliches Habitat von COAU, NAHE, VIAS, ANFR, ZOVI
- Für NAHE mehrere stabile, grossflächige Amphibientümpel erstellen (Grasfrösche, Grünfrösche)



natürlicher COAU-Lebensraum, Kandertal

natürlicher COAU-Lebensraum, Kandertal



COAU

natürlicher COAU-Lebensraum, Kandertal



COAU