Tiefbauamt des Kantons Bern

Wasserbauplan Beilage 17

Gemeinde Erfüllungspflichtiger Gewässernummer	Heimberg / Uetendorf / Uttigen Tiefbauamt Kanton Bern OIK II 37	Datum Dossier Revidiert Projekt-Nr.	13.07.2022 220.20158
Gewässer	Aare	Datum	13.07.2022

WBP Aare Oberi Au, Uttigen Vorprüfung

Unterlage Technischer Bericht

Projektverfasser

INGE VIVARE

% CSD INGENIEURE AG Belpstrasse 48 CH-3007 Bern www.csd.ch CSD Ingenieure AG
Mätzener & Wyss Bauingenieure AG
Gallmann Engineering AG
iDEALP SA

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINI	LEITUNG	8
	1.1	Ausgangslage	8
	1.2	Auftrag	9
	1.3	Projektperimeter	9
	1.4	Projektorganisation	10
	1.5	Genehmigungsverfahren	10
	1.6	Partizipation und Information	11
		1.6.1 Gespräche / Begehungen	11
		1.6.2 Akteuranalyse und Kommunikationskonzept	12
		1.6.3 Mitwirkung	12
2.	IST-	ZUSTAND	13
	2.1	Historische Entwicklung	13
	2.2	Bestehende Schutzbauten	14
	2.3	Gefährdungssituation	15
	2.4	Charakterisierung Einzugsgebiet	16
	2.5	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse	16
		2.5.1 Geologie	16
	2.0	2.5.2 Hydrogeologie	16
	2.6	Hydrologie / Abflussregime	18
	2.7	Geschiebehaushalt	18
	2.8	Schwemmholzfrachten	18
	2.9	Morphologie	18
	2.10	Aktuelle Nutzungen	19
	2.11	Raumbedarf / Gewässerraum	20
	2.12	Wanderwege und Fahrradrouten	21
	2.13	Seitengewässer	21
	2.14	Werkleitungen und Infrastrukturanlagen	21
		2.14.1 BKW-Leitung	21
		2.14.2 Löschplattformen 2.14.3 ARA-Thunersee	22 22
		2.14.4 ASTRA-Leitung	23
		2.14.5 Entlastungsleitungen	23
		2.14.6 Gas	23
	2.15	Natur und Umwelt	23
		2.15.1 Ökomorphologischer Zustand	23
		2.15.2 Inventare	24
		2.15.3 Flora, Fauna, Lebensräume	24

		2.15.4 Wald2.15.5 Boden2.15.6 Grundwasser und Oberflächengewässer2.15.7 Altlasten	25 25 26 26
	2.16	Blindgänger	27
	2.17	Projekte Dritter 2.17.1 Wasserbauplan Aare, Thun Nord 2.17.2 Autobahn A6 2.17.3 Langsamverkehrsbrücke «CIS-Steg» 2.17.4 Wasserfassung Oberi Au 2.17.5 Kantonsstrasse Autobahnzubringer 2.17.6 Hochwasserschutz Louweligraben	27 27 27 28 28 29
3.	PRC	JEKTDEFINITION	29
	3.1	Projektziele	29
	3.2	Dimensionierungsgrundlagen 3.2.1 Bemessungshochwasser 3.2.2 Geschiebe- und Abflussmodell 3.2.3 Freibord 3.2.4 Gewässerraum	30 30 30 31 31
	3.3	Ökologische Entwicklungsziele	31
4.	VAR	RIANTENSTUDIEN	32
	4.1	Untersuchte Varianten für die Aufweitung 4.1.1 Variante 1 4.1.2 Variante 2 4.1.3 Variante 3 4.1.4 Variante 4 4.1.5 Variante 5 4.1.6 Bewertung der Varianten	32 32 32 33 34 34
	4.2	Varianten Uferverbau	36
5.	PRC	JEKTBESCHREIBUNG	37
	5.1	Konzept 5.1.1 Übersicht 5.1.2 Abschnitt 1 ARA-Brücke bis Baggersee (QP km 4.140 bis 4.500) 5.1.3 Abschnitt Oberi Au (QP km 4.500 bis 5.400) 5.1.4 Abschnitt unterhalb Zugang Schützenstrasse (QP km 5.400 bis 6.000):	37 37 38 39 39
	5.2	Zeitliche Entwicklung 5.2.1 IST-Zustand 5.2.2 Nach Initialisierung 5.2.3 Zustand mittelfristig 5.2.4 Endzustand	40 40 40 41 41
	5.3	Massnahmen Wasserbau 5.3.1 Aufweitung der Aare 5.3.2 Uferverbau	42 42 42

		5.3.3 Beurteilungs- und Interventionslinien 5.3.4 Schutzdämme / Geländemodellierungen	43
		5.3.5 Strukturelemente	44
		5.3.6 Auswasserungsstelle	45
	5.4	Massnahmen Seitenbäche	45
	5.5	Massnahmen Infrastruktur	46
		5.5.1 Schützenstrasse	46
		5.5.2 Wanderwege und Fahrradrouten	46
		5.5.3 Wasserentnahmestellen Armasuisse (Beton-Plattformen)	46
	5.6	Massnahmen Werkleitungen	46
		5.6.1 BKW-Leitung5.6.2 Meteorwasserleitungen	46 47
		5.6.3 ASTRA-Leitung	47
		5.6.4 Entlastung Meteorwasser Uetendorf	47
	5.7	Massnahmen Umwelt	47
		5.7.1 Umwelt	47
		5.7.2 Blauseeli	48
		5.7.3 Naherholung und Freizeitnutzung	48
		5.7.4 Besucherlenkung	48
	5.8	Technische Nachweise	50
		5.8.1 Geschiebetechnische Nachweise5.8.2 Wasserspiegellagen	50 55
		5.8.3 Abstimmung mit übergeordnetem Geschiebemodell	56
		5.8.4 Morphologie	57
		5.8.5 Hydraulische Nachweise	58
		5.8.6 Strukturelemente	59
6.	AUS	SWIRKUNGEN PROJEKT / MASSNAHMEN	61
	6.1	Hochwasserschutz	61
	6.2	Geschiebetransport	61
	6.3	Flussmorphologie	62
	6.4	Seitenbäche und Einleitstellen Meteorwasserleitungen	62
	6.5	Einleitstellen ARA-Thunersee	62
	6.6	Umwelt	63
	6.7	Wald	64
	6.8	Bodenschutz	64
	6.9	Altlasten	65
		6.9.1 Schwachstellenanalyse	65
		6.9.2 Gefährdungsabschätzung	65
	0.46	6.9.3 Sanierungsbedarf, Sanierungsziel, Sanierungsvariante	66
	6.10	Grundwasser	66
		6.10.1 Auswirkung bei Mittelwasser6.10.2 Auswirkungen bei Hochwasser	66 67
			O7

11.	GRU	JNDLAGEN	80
10.	TER	MINE UND WEITERES VORGEHEN	79
	9.4	Baurisiken	79
	9.3	Umleitungskonzept Langsamverkehr 9.3.1 Konzept linkes Ufer 9.3.2 Konzept rechtes Ufer	76 77 77
	9.2	Baustellenerschliessung und -logistik 9.2.1 Erschliessung 9.2.2 Installations- und Depotflächen 9.2.3 Materialbewirtschaftung	76 76 76 76
	9.1	Beschreibung Bauvorgang 9.1.1 Initialmassnahmen 9.1.2 Interventionsmassnahmen 9.1.3 Bauvorgang Sohlenanhebung und Aufweitung 9.1.4 Wasserhaltung	72 72 73 73 75
9.	BAL	JABLAUF	72
	8.3	Kostenteiler	71
	8.2	Subventionierung	71
J.	8.1	Kostenschätzung	71
8.	PRC	DJEKTKOSTEN	71
	7.2	Restgefährdung (Intensitäts- und Gefahrenkarten nach Massnahmen)	70
7.	VER	BLEIBENDE GEFAHREN UND RISIKEN Überlastfall	69
	6.13	Drittprojekte 6.13.1 Langsamverkehrssteg «CIS-Steg Gemeinden Heimberg und Uttigen» 6.13.2 Wasserfassungen Oberi Au und Amerika Egge 6.13.3 Wasserbauplan Thun Nord	68 68 69
	6.12	Materialbilanz 6.12.1 Aareschotter 6.12.2 Waldboden	67 67 68
	6.11	Naherholung und Freizeitnutzung	67

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1.1	Projektorganisation	10
Tabelle 2.1	Statistische Abflusswerte der Aare	18
Tabelle 2.2	Belastete Standorte gemäss KbS (Geoportal des Kantons Bern)	26
Tabelle 4.1	Bewertung Varianten 1 bis 5 (Nutzwertanalyse)	35
Tabelle 4.2	Bewertung Varianten Uferverbau (Nutzwertanalyse)	36
Tabelle 5.1	Übersicht der Modellläufe (Geschiebemodell INGE VivAare)	50
Tabelle 5.2	Kenngrössen Verhältnisse Morphologie	57
Tabelle 5.3	Freibord in verschiedenen Profilen	59
Tabelle 6.1	Relevanzmatrix zu den Umweltbereichen	63
ABBILDUN	GSVERZEICHNIS	
Abbildung 1.1	Kanalisiertes Gerinne der Aare im Projektperimeter (Standort: ARA-Brücke, Blick flussabwärts)	8
Abbildung 1.2	Übersichtsplan mit dem technischen Perimeter (blaue Linie)	9
Abbildung 2.1	Korrektionsprojekt der Aare im Bereich der alten Kandermündung um 1870.	13
Abbildung 2.2	Schematische Darstellung des Kanderlaufs vor dem Durchstich von 1714	14
Abbildung 2.3	Ausschnitt Siegfriedkarte um 1873 im Bereich der Uttigen Schwelle (SBB-Brücke)	14
Abbildung 2.4	Planausschnitt mit dem Sohlenverbau in der Aare aus dem Jahr 1937/38	14
Abbildung 2.5	Planausschnitt mit dem Verbau von Einzelblöcken in der Aare aus dem Jahr 1937/38	15
Abbildung 2.6	Synoptische Naturgefahrenkarte [7]	15
Abbildung 2.7	Profilschnitt VIII B aus «Hydrogeologie Aaretal zwischen Thun und Bern» aus [3]	16
Abbildung 2.8	Gewässerschutzkarte [37][3]	17
Abbildung 2.9	Ausschnitt Uferschutzplan Gemeinde Uetendorf [31]	19
Abbildung 2.10	Ausschnitt Uferschutzplan Gemeinde Uttigen [32]	20
Abbildung 2.11	Auszug Gewässerraum RRB 634/2017	20
Abbildung 2.12	Sachplan Veloverkehr / Sachplan Wanderroutennetz Legende: Hauptverbindung (gelb) / Netzlücke 70 (gelb/rot gestrichelt) / Velolandroute116 geplant (linksufrig graugestrichelt)	ı 21
Abbildung 2.13	Löschplattform bei QP km 5.200.	22
Abbildung 2.14	Einleitstellen der ARA während dem Bau.	22
Abbildung 2.15	Karte Ökomorphologie der Fliessgewässer	24
Abbildung 2.16	Ausschnitt Inventare von Bund und Kanton. Quelle: Geoportal map.geo.admin.ch	24
Abbildung 2.17	Ausschnitt Übersichtsplan WBP Aare, Thun Nord [11], Stand Vorprüfung 2020	27
Abbildung 2.18	Ausschnitt Übersichtsplan ISP A6 [16]	28

INGE VivAare

Abbildung 2.19	Ausschnitt Sachplan Velo mit Netzlücke Nr. 70, CIS-Steg [2]	28
Abbildung 2.20	Situation Hochwasserentlastung Loueligraben [20]	29
Abbildung 4.1	Variante 1	32
Abbildung 4.2	Variante 2	33
Abbildung 4.3	Variante 3	33
Abbildung 4.4	Variante 4	34
Abbildung 4.5	Variante 5	35
Abbildung 5.1	Übersicht Massnahmen	37
Abbildung 5.2	Abschnitt 1 nach Initialmassnahmen	38
Abbildung 5.3	Abschnitt 1 langfristige Entwicklung	38
Abbildung 5.4	Abschnitt 2 nach Initialmassnahmen	39
Abbildung 5.5	Abschnitt 2 langfristige Entwicklung	39
Abbildung 5.6	Abschnitt 3 nach Initialmassnahmen	40
Abbildung 5.7	Abschnitt 3 langfristige Entwicklung	40
Abbildung 5.8	Luftbild mit dem Zustand heute	41
Abbildung 5.9	Skizze Situation nach Initialmassnahmen	41
Abbildung 5.10	Skizze Situation mittelfristig	42
Abbildung 5.11	Skizze Situation im Endzustand	42
Abbildung 5.12	Uferverbautypen: Blocksatz (links) und Buhnen (rechts)	43
Abbildung 5.13	Engineered Log Jam (ELJ) Farhubel / Steinbuhne Muri in Realisierung	45
Abbildung 5.14	Entwicklung Sohle für den IST-Zustand	51
Abbildung 5.15	Entwicklung Sohle für den Zustand nach Initialisierung	52
Abbildung 5.16	Entwicklung Sohle für den Zustand (2 INTER), Sohlenbreite 80 m	53
Abbildung 5.17	Gerinnebreite im Modell für den Endzustand	53
Abbildung 5.18	Extrapolation IST-Zustand	54
Abbildung 5.19	Wasserspiegellagen für das Bemessungshochwasser HQ100 (550 m³/s)	55
Abbildung 5.20	Wasserspiegellagen für den Mittelwasserabfluss MQ (120 m³/s)	56
Abbildung 5.21	Entwicklung Sohlenlage im übergeordneten Modell	57
Abbildung 5.22	Morphologie nach DA SILVA (aus VAW Mitteilung Nr. 199, 2006)	58
Abbildung 7.1	Fliesswege im Überlastfall aus der Studie HZP [23]	70
Abbildung 9.1	Bauablauf Anhebung Flusssohle QP	73
Abbildung 9.2	Bauablauf Anhebung Flusssohle Situation 1	74
Abbildung 9.3	Bauablauf Anhebung Flusssohle Situation 2	74
Abbildung 9.4	Etappierung Bauablauf	75
Abbildung 9.5	Umleitungskonzept Langsamverkehr	78

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang A Fotodokumentation

Anhang B Variantenbewertung Aufweitung

Anhang C Variantenstudium Uferverbau

Anhang D Technische Nachweise

Anhang E Akteuranalyse

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage

Der Projektperimeter des Wasserbauplans Aare, Oberi Au erstreckt sich über die Gemeinden Heimberg, Uetendorf und Uttigen. Er reicht von der ARA Brücke auf der Höhe des Autobahnanschlusses Heimberg bis zur Gemeindegrenze Kiesen (exkl. Projektperimeter ISP Aare Autobahn A6 am rechten Ufer). Die Aare verläuft in diesem Abschnitt in einem schmalen, mit Blocksteinpflästerungen hart verbauten Kanal. In diesem Bereich ist die Sohlenerosion der Aare deutlich ausgeprägt – das Gerinne der Aare hat sich hier in den letzten 140 Jahren um mehr als 2 m abgesenkt [4]. Die Uferbereiche sind in der Folge sichtbar unterspült und instabil.

Das vorliegende Projekt Wasserbauplan (WBP) Aare Oberi Au ist im Kontext des Projektes «aarewasser» eingebettet. Das überregionale Projekt «aarewasser» wurde 2017 abgeschrieben und durch lokale Einzelprojekte ersetzt. Der Abschnitt Oberi Au stellt eines dieser Einzelprojekte aus dem Projekt «aarewasser» dar. Im Rahmen des vorliegenden Wasserbauplans soll auf dem Projektabschnitt hauptsächlich die Sohlenstabiliserung, eine ökologische Aufwertung erreicht und ein attraktives Naherholungsgebiet geschaffen werden. Dabei gilt es im gesamten Perimeter starke räumliche Restriktionen aufgrund der anstehenden Nutzungen zu berücksichtigen. Von zentraler Bedeutung im Perimeter ist der Schutz der Trinkwasserfassungen bzw. die Sicherung der Trinkwasserreserven.



Abbildung 1.1 Kanalisiertes Gerinne der Aare im Projektperimeter (Standort: ARA-Brücke, Blick flussabwärts)

1.2 Auftrag

Das Tiefbauamt des Kantons Bern hat im März 2020 die Arbeiten im Zusammenhang mit dem Wasserbauplan Aare Oberi Au Uttigen an die Ingenieurgemeinschaft VivAare vergeben. Die Ingenieurgemeinschaft setzt sich aus den Planungsbüros CSD Ingenieure AG (Federführung), Mätzener & Wyss Bauingenieure AG, der iDE-ALP SA und der Gallmann Engineering AG zusammen (siehe Organisation in Kap. 1.4).

Im Rahmen des Auftrags soll ein genehmigungsfähiger Wasserbauplan unter Einbezug aller relevanten Randbedingungen (Trinkwasserschutzzonen, Naturschutzgebiet, Waldnaturinventarfläche, Ablagerungsstandorte), der zuständigen Amts und Fachstellen von Bund und Kanton sowie den Anrainern erarbeitet werden.

1.3 Projektperimeter

Der Projektperimeter Oberi Au erstreckt sich über die Gemeinden Heimberg, Uetendorf und Uttigen. Er reicht von der ARA Brücke auf der Höhe des Autobahnanschlusses Heimberg bis zur Gemeindegrenze Kiesen. Der Abschnitt am rechten Ufer von Flusskilometer 5.600 bis zur SBB-Brücke liegt nicht im Projektperimeter. Auf diesem Abschnitt wurde im Frühjahr 2021 das Instandsetzungsprojekts (ISP) Aare Autobahn A6 umgesetzt.

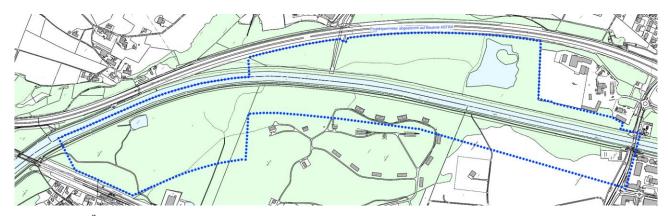


Abbildung 1.2 Übersichtsplan mit dem technischen Perimeter (blaue Linie)

Der technische Perimeter für die Entwicklung der baulichen Massnahmen berücksichtigt insbesondere folgende Punkte:

- Am linken Ufer orientiert sich der Perimeter zwischen ARA-Brücke und bis unterhalb der Schutzzone der Fassung Oberi Au den Vorgaben aus dem Submissionsdossier (Breite ab Gewässerachse ca. 150 m).
- Unterhalb der Schutzzone der Fassung Oberi Au entspricht der Perimeter dem Gewässerraum aus dem RRB Nr. 634/2017 (Parzelle-Nr. 120).
- Am rechten Ufer orientiert sich der Perimeter an der ASTRA-Baulinie der Autobahn. Das rechte Ufer wird durch die Parzelle-Nr. 962 beschränkt (ISP Uferschutz Aare A6, Heimberg).
- Im Bereich des Kieswerks folgt der Perimeter dem Gewässerraum gemäss RRB Nr. 634/2017.

1.4 Projektorganisation

Auftraggeber des Wasserbauplans ist das Tiefbauamt des Kantons Bern. Die Bauherrenunterstützung erfolgt durch die beiden Büros Flussbau AG SAH und Ingenta AG.

Das Planerteam «VivAare» setzt sich aus den Büros CSD Ingenieure AG, Mätzener & Wyss Bauingenieure AG, iDEALP SA und der Gallmann Engineering AG zusammen.

Auftraggeber	Tiefbauamt des Kantons Bern Oberingenieurkreis II Schermenweg 11, Postfach	Adrian Fahrni
Bauherrenunterstützung	3001 Bern Flussbau AG SAH Schwarztorstrasse 7 3007 Bern	Rolf Künz
	ingenta ag Laubeggstrasse 70 3006 Bern	Madleina Sandberg
Planerteam INGE VivAare	Gallmann Engineering AG Graffenriedweg 12 3007 Bern	Michael Gallmann (Gesamtleiter)
	Mätzener & Wyss Bauingenieure AG Florastrasse 5 3800 Interlaken	Manuel Schmocker (Stv. Gesamtleiter)
	CSD Ingenieure AG Belpstrasse 48 3007 Bern	Monika Frey (Umwelt / Ökologie)
	iDEALP sa Rue de Pré-Fleuri 10 1950 Sion	Philippe Bianco (Geschiebe / Hydraulik)

Tabelle 1.1 Projektorganisation

1.5 Genehmigungsverfahren

Aufgrund der Grösse wird das Projekt im Rahmen eines Wasserbauplanverfahrens planrechtlich sichergestellt.

Die Fachstellen von Bund und Kanton sowie die Gemeinden werden bei der Projektierung im Rahmen von regelmässigen Fachausschuss-Sitzungen in die Planung miteinbezogen. Im Rahmen des Vorprojekts fanden bisher sechs Sitzungen mit dem Fachausschuss statt:

•	07.09.2020	Diskussion Projektideen, weiteres Vorgehen
•	25.11.2020	Diskussion Varianten
•	01.02.2021	Diskussion Varianten und Wahl Bestvariante
•	26.05.2021	Verabschiedung Entwurf VP
•	10.11.2021	Infos und Diskussion über technische Details (Konzept, Morphologie, Verhalten im Überlastfall, BIF, Massnahmen Umwelt)
•	15.03.2022	Vorstellung Vorprojekt, Freigabe Projekt für Vorprüfung

1.6 Partizipation und Information

Um den unterschiedlichen Bedürfnissen der verschiedenen Interessensgruppen Rechnung zu tragen, wurde eine Begleitgruppe gebildet, die in regelmässigen Abständen in die Projektentwicklung miteinbezogen wurde bzw. wird (siehe Kapitel 1.6.2). Die Begleitgruppe setzt sich aus Vertretern von Gemeinden (Heimberg, Uttigen und Uetendorf), Burgergemeinde (Heimberg und Uttigen), Anwohnern, Grundeigentümer, Wasserversorgung, Naturschutzorganisationen und Freizeitverbänden zusammen. Die Bedürfnisse der Interessensgruppen sind nach Möglichkeit in der Projektentwicklung berücksichtigt worden. In der bisherigen Projektenwicklung (Stand Vorprojekt) wurden insgesamt drei Begleitgruppensitzungen durchgeführt:

- 09.09.2020 1. BG-Sitzung mit dem Fokus auf: Ziele im Wasserbauplan, Präsentation der Projektideen, Rückmeldungen der Begleitgruppe
- 04.03.2021
 2. BG-Sitzung mit dem Fokus auf: Präsentation der untersuchten Varianten, Variantenvergleich und Bestvariante
- 21.03.2022 3. BG-Sitzung mit dem Fokus auf: Präsentation Vorprojekte der Wasserbaupläne Thun-Nord, HWS und Längsvernetzung Zulg sowie Oberi Au Uttigen

1.6.1 Gespräche / Begehungen

Im Rahmen der Projektentwicklung fanden bisher folgende Gespräche mit Grundeigentümern statt:

- 17.11.2020 Burgergemeinde Heimberg mit Fokus auf: Realersatz und Landabtausch für die vom Projekt tangierten Flächen
- 02.03.2021 Besprechung Burgergemeinde Uttigen mit Fokus auf: Varianten und Variantenvergleich
- 19.05.2021 Besprechung Burgergemeinde Heimberg mit dem Fokus auf: Mitwirkungsunterlagen, Langsamverkehrssteg «CIS-Steg Gemeinde Heimberg» Querung zwischen Heimberg und Uttigen, Finanzierbarkeit der Brücke
- 08.06.2021 Besprechung Burgergemeinde Uttigen mit Fokus auf: Vorstellung Mitwirkungsunterlagen
- 02.06.2021 Begehung Burgergemeinde Heimberg mit Fokus auf: Wegverschiebung Uferweg und «Brätlistelle» Baggersee
- 19.08.2021 Besprechung BKW mit Fokus auf: Linienführung Verlegung BKW-Freileitung, Art der Leitung (Freileitung oder erdverlegte Leitung), Koordination Bewilligungsverfahren
- 02.02.2022 Besprechung ARA Thunersee mit Fokus auf: Einwirkungen WBP Oberi Au Uttigen auf die Einleitstellen der ARA
- 02.03.2022 Besprechung Burgergemeinde Heimberg mit Fokus auf: Das Vorprojekt, Waldwertschätzung, Diskussion Realersatz über die drei Projekte Aare Thun-Nord, HWS und Längsvernetzung Zulg und Aare Oberi Au Uttigen
- 15.03.2022 Besprechung Burgergemeinde Uttigen mit Fokus auf: Das Vorprojekt, Waldwertschätzung, Diskussion möglicher Realersatz
- 06.04.2022 Besprechung Wasserverbund Region Bern mit Fokus auf: Das Vorprojekt Baustellenerschliessung, Zwischendeponie und baulicher Grundwasserschutz (Vorwarnpunkte Fassungen, Neue Pegelmessung Aare einplanen), Ersatzbaute Munitionslager

1.6.2 Akteuranalyse und Kommunikationskonzept

Im Vorfeld der Projektierungsarbeiten wurde von Michel Kommunikation ein Kommunikationskonzept erarbeitet. Dieses beruht auf einer Akteurenanalyse, welche im Kommunikationskonzept [17] umfassend beschreiben ist. Insgesamt sind nur wenige Grundeigentümer durch das Projekt betroffen. Relevante Akteure sind gemäss [17] die direkt betroffenen Gemeinden (Heimberg, Uetendorf und Uttigen) insgesamt sieben Grundeigentümer, Infrastrukturbetreiber und diverse Fachstellen sowie Nutzergruppen. Die so ermittelten Akteure wurden über unterschiedliche Gefässe wie Fachausschuss- und Begleitgruppensitzungen, sowie Direktgespräche in das Projekt miteinbezogen oder über die allgemeine Kommunikation über das Vorhaben informiert (siehe Anhang E).

Obschon die Erarbeitung des Projekts «aarewasser» relativ lange zurückliegt, sind viele der damaligen Akteure auch an der neuen Planung beteiligt. Die Zuordnung zum Fachausschuss oder zur Begleitgruppe erfolgt nach klaren Kriterien mit dem Resultat, dass relativ viele Personen für die Begleitgruppe vorgesehen sind [17].

Für das Projekt sehr relevante Akteure, wie die Trinkwasserverbände oder die Burgergemeinden werden von der Projektleitung und der Bauherrschaft über persönliche Gespräche in das Projekt involviert.

Insgesamt haben die Akteure unterschiedliche Kenntnisse des früheren Projektes und ein unterschiedlich tiefgehendes Interesse am Projekt.

1.6.3 Mitwirkung

Die Mitwirkung für den Wasserbauplan fand im Sommer 2021 statt. Während der öffentlichen Mitwirkung wurden alle Interessierten eingeladen (Fragebogen mit insgesamt acht Fragen zum Projekt), schriftliche Anregungen, Hinweise, aber auch Kritik zum geplanten Wasserbauplan anzubringen. Die Eingaben wurden im Mitwirkungsbericht [18] dokumentiert und wo möglich im Projekt berücksichtigt.

Im Rahmen der Mitwirkung wurden zwei öffentliche Informationsanlässe durchgeführt. Am 15.06.2021 fand der erste Anlass in der Aula Heimberg und am 16.06.2021 der zweite Anlass in der Mehrzweckhalle Uttigen statt. Am Infoanlass in Heimberg nahmen rund 15 Interessenten/innen teil und in Uttigen rund 36. Das Vorhaben wurde vom 7. Juni bis zum 9. Juli in den Gemeinden Heimberg, Uetendorf und Uttigen zur Mitwirkung aufgelegt.

Am Samstag, 26.06.2021 von 11.00 bis 14.00 Uhr fand zudem innerhalb des Perimeters ein interaktiver Projektspaziergang statt. Besucher konnten sich an verschiedenen Informationsstandorten beim Wendeplatz CIS, beim Blauseeli und auf der Betonplattform unterhalb des Amerikaegge über das Projekt informieren.

Die Auswertung der Rückmeldungen zu den Fragen, welche mittels Fragebogen im Rahmen der Mitwirkung an die Mitwirkenden gestellt wurden, zeigt eine generelle Akzeptanz des Projektvorhabens. Das Thema Fussgänger- und Veloführung wurde am kontroversesten thematisiert. Weiter beschäftigen die Mitwirkenden v.a. die Themen Grundwasser, Lärm, Naherholungssuchende (Parkmöglichkeiten und Littering) sowie die Auswasserungsstelle oberhalb der Uttigen-Schwelle und das Blauseeli.

Während der öffentlichen Mitwirkungen sind 57 Stellungnahmen zum Projekt eingegangen. Details hierzu sowie eine detaillierte Auswertung der Eingaben sind dem Mitwirkungsbericht [18] zu entnehmen.

2. IST-Zustand

2.1 Historische Entwicklung

Die Aare zwischen Thun und Bern hat seit dem 18. Jahrhundert wesentliche Veränderungen durch den Menschen erfahren. Dies umfasst nicht nur die im 19. Jahrhundert durchgeführten Flusskorrekturen und Begradigungen. Ein prägendes Element auf dem Abschnitt Oberi Au stellte der Mündungsbereich der Kander in die Aare dar. Die Kander mündete, bis zur Fertigstellung des Kanderdurchstichs im Jahr 1714, oberhalb der heutigen Autobahn-Brücke bzw. im Bereich der Zulgmündung in die Aare (siehe Abbildung 2.2). Die Umleitung der Kander in den Thunersee veränderte das Abfluss- und Geschieberegime der Aare grundlegend. Mit dem Durchbruch werden die Hochwasser der Kander durch den Thunersee gedämpft und das Geschiebe im See abgelagert.

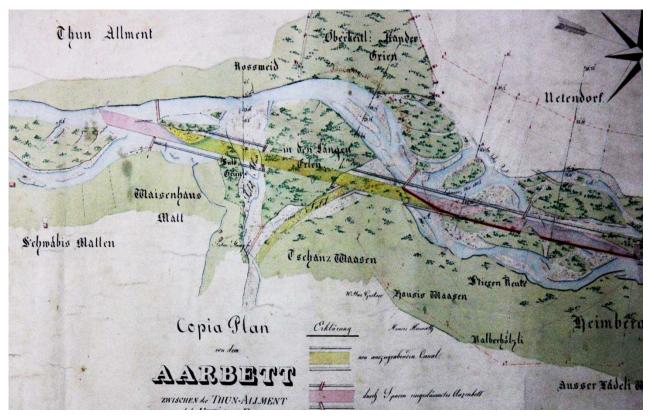


Abbildung 2.1 Korrektionsprojekt der Aare im Bereich der alten Kandermündung um 1870.

Die Aare selbst blieb vorerst jedoch noch relativ unverbaut. Auch 150 Jahre nach dem Kanderdurchstich wies die Aare eine sehr grosse aktive Breite auf (siehe Abbildung 2.1). Die Begradigung und Kanalisierung erfolgten ab 1870.

Die Korrektionen und die damit einhergehende Reduktion des Geschiebeeintrags, lösten in der Aare zwischen Thun und Bern jedoch einen Erosionsprozess aus. Das Ausmass der Erosionen ist auf den oberen, schmaleren Abschnitten am grössten – unter anderem auch auf dem Abschnitt Oberi Au.

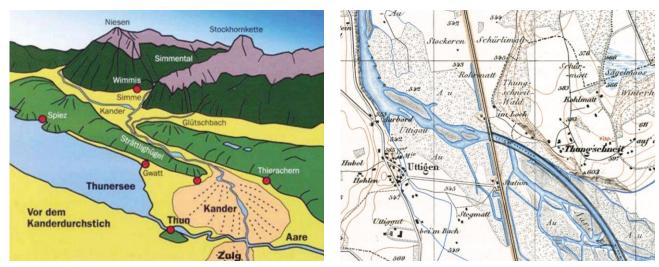


Abbildung 2.2 Schematische Darstellung des Kanderlaufs vor dem Abbildung 2.3 Ausschnitt Siegfriedkarte um 1873 im Bereich der Durchstich von 1714 Uttigen Schwelle (SBB-Brücke)

2.2 Bestehende Schutzbauten

Die Aare ist auf dem Abschnitt beidseitig durchgehend verbaut. Durch die fortschreitende Sohlenerosion ist der Verbau an vielen Stellen unterspült und in einem schlechten Zustand.

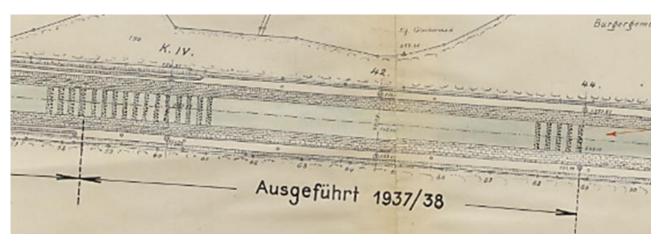


Abbildung 2.4 Planausschnitt mit dem Sohlenverbau in der Aare aus dem Jahr 1937/38

In den Jahren 1937 und 1938 wurden im oberen Projektabschnitt (oberhalb km 4.400) in regelmässigen Abständen von 10 – 20 m Riegel aus Blocksteinen in der Sohle eingebaut (siehe Abbildung 2.4). Gleichzeitig wurden unterhalb des Gefällwechsels ab Flusskilometer 5.800 Einzelsteine zur Stabilisierung des Gerinnes eingebracht (siehe Abbildung 2.5).

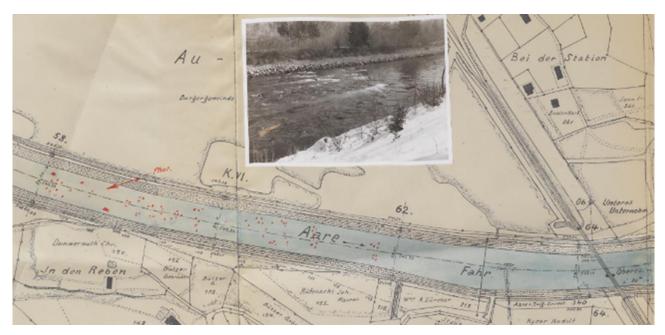


Abbildung 2.5 Planausschnitt mit dem Verbau von Einzelblöcken in der Aare aus dem Jahr 1937/38

2.3 Gefährdungssituation

Der Projektabschnitt liegt ausserhalb des Siedlungsgebiets. In der Naturgefahrenkarte sind deshalb lediglich Gefahrenhinweise für Überschwemmungen abgebildet. Es sind somit keine Intensitäten oder Gefahrenzonen bekannt. Für Teile der Autobahn und für Waldflächen in der Obern Au liegen Gefahrenhinweise vor.

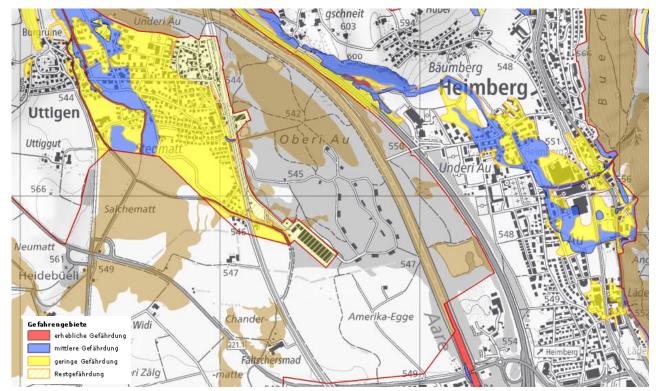


Abbildung 2.6 Synoptische Naturgefahrenkarte [7]

2.4 Charakterisierung Einzugsgebiet

Die Aare unterhalb der Zulgmündung entwässert ein Einzugsgebiet von ca. 2'900 km². Die mittlere Höhe des Einzugsgebiets liegt auf ca. 1'700 m ü.M. Die Aare entspringt in den beiden Aaregletschern in den östlichen Berner Alpen am Finsteraarhorn im Grimselgebiet. Auf dem Weg nach Thun fliesst sie durch den Brienzerund den Thunersee.

Die Aare in Thun weisst hohe Abflüsse im Sommer und tiefere Abflüsse im Winter auf. Der Abfluss wird einerseits durch die Kraftwerke Oberhasli, sowie durch die Brienzer- und Thunersee-Regulierung beeinflusst.

2.5 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

2.5.1 Geologie

Die geologischen Verhältnisse wurden insbesondere im Rahmen der Abklärungen zu den Trinkwasserfassungen (Amerika-Egge, Oberi Au und Kiesen) im Detail untersucht. Die allgemeine geologische Situation ist u.a. in der hydrogeologischen Abklärung zur Grundwassernutzung [7] beschrieben:

Unter einer geringmächtigen Deckschicht (diese besteht oft nur aus der Humusdecke) folgt der eigentliche Grundwasserleiter, d. h. ein sandiger Kies mit wechselndem Siltgehalt und einzelnen stellenweise zahlreichen Steinen. Vereinzelt existieren Sandlinsen im Zentimeter- bis Dezimeterbereich.

Diese Aareschotter reichen mindestens bis in eine Tiefe von 16 – 25 m und werden im Liegenden von einer Sandschicht abgelöst, die eine Stärke von 1.0 – 1.5 m aufweist. Darunter folgt der eigentliche Grundwasserstauer, der aus feinkörnigen Stillwasserablagerungen (Silten, Tone) gebildet wird.

2.5.2 Hydrogeologie

In den gut durchlässigen Aareschotter zirkuliert ein Grundwasserstrom, der vorwiegend durch infiltrierendes Aarewasser und durch das alte Kanderdelta (Kanderwasser) alimentiert wird. Daneben tragen das versickernde Meteorwasser und die seitlichen Zuflüsse zur Grundwasserneubildung bei.

Das Grundwasser fliesst im Allgemeinen parallel zur Aare von Süden gegen Norden und weist einen Gradienten von $1.5-2.0\,\%$ auf. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt fast durchwegs $2-6\,\mathrm{m}$ unter Terrain. Die Grundwasserspiegelschwankungen entsprechen den Schwankungen des Aarespiegels und betragen ca. 2 m (ohne Extremereignisse).

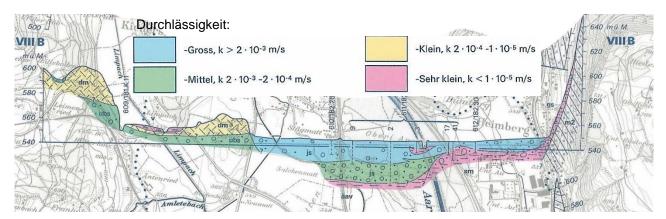


Abbildung 2.7 Profilschnitt VIII B aus «Hydrogeologie Aaretal zwischen Thun und Bern» aus [3]

Aufgrund der mächtigen Grundwasserleiter handelt es sich auf dem Abschnitt um ein äusserst wichtiges Versorgungsgebiet für Trinkwasser. In unmittelbarer Nähe zum Projektperimeter befinden sich die Wasserfassungen Kiesen, Amerika-Egge sowie der sich im Bau befindende Standort der Fassung Oberi Au. Dabei handelt es sich um die bedeutendsten Fassungen entlang der Aare zwischen Thun und Bern (Versorgung von Region Thun, Stadt und Region Bern). Die entsprechenden Gewässerschutzzonen grenzen teilweise unmittelbar an den Projektperimeter oder reichen sogar in den Perimeter hinein (siehe Abbildung 2.8).

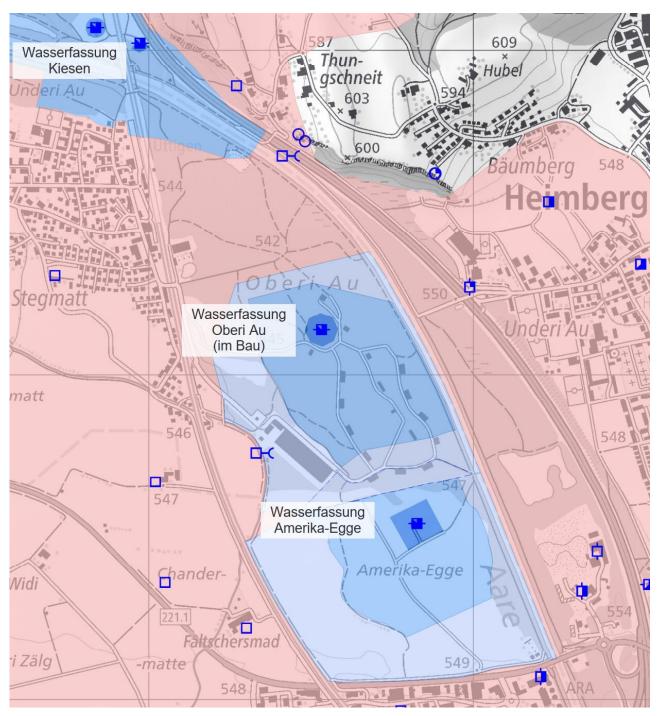


Abbildung 2.8 Gewässerschutzkarte [37][3]

2.6 Hydrologie / Abflussregime

An der Aare zwischen Thun und Bern betreibt das Bundesamt für Umwelt, BAFU zwei Abflussmessstellen (Thun Nr. 2030 und Schönau Nr. 2135). Das Einzugsgebiet der Aare unterhalb der Zulgmündung umfasst eine Fläche von ca. 2'900 km². Die statistischen Abflusswerte der beiden Messstationen (Stand 2020) sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Station	Q ₃₄₇ [m ³ /s]	MQ [m³/s]	HQ ₂ [m ³ /s]	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m³/s]	HQ ₃₀₀ [m³/s]
Station Thun (2030)	35.9	114	310	432	481	526
Station Schönau (2135)	42.7	124	352	498	551	598

Tabelle 2.1 Statistische Abflusswerte der Aare

Die Angaben für den Mittel- und Niederwasserabfluss (Q₃₄₇ und MQ) beziehen sich auf die Messperiode 1935 bis 2018.

2.7 Geschiebehaushalt

Der Geschiebehaushalt der Aare war ursprünglich von der Kander geprägt. Mit dem Kanderdurchstich im Jahr 1714 wurde der Hauptgeschiebelieferant von der Aare abgetrennt. Der Ausfluss der Aare aus dem Thunersee ist geschiebefrei. Relevante Geschiebeeinträge sind heute erst ab der Mündung der Zulg zu erwarten. Die Jahresfracht an Geschiebe in der Zulg beträgt je nach Geschiebestudie zwischen 2'400 bis 7'500 m³ [8], [9] und [11]. Die Rotache stellt einen weiteren Geschiebelieferanten für die Aare dar, die Einmündung liegt jedoch unterhalb des Projektperimeters. Die Einträge der Chise und der Gürbe sind nicht relevant.

Die Untersuchungen des Geschiebehaushalts der Aare zwischen Thun und Bern zeigen eindeutig, dass insbesondere im Oberlauf eine Erosionstendenz besteht. Die mittleren Eintiefungsraten im Projektperimeter liegen zwischen 1 bis 2 cm pro Jahr [8]. Die Ursache für die Erosionstendenz liegt einerseits in der fehlenden Geschiebezulieferung aus dem Oberlauf und in der Begradigung des Flusslaufs. Die beiden Faktoren führen zu einem Geschiebedefizit auf dem Projektabschnitt.

2.8 Schwemmholzfrachten

Zwischen dem Thunersee und Thun Schwäbis befinden sich verschiedene Schleusen und Wehre. Die Durchgängigkeit von Schwemmholz ist dort nur bedingt gegeben. Die Bauten verhindern, dass ein Schwemmholzteppich im oberen Abschnitt auftreten kann. Es ist jedoch möglich, dass im Abschnitt Thun Nord einzelne Stämme oder Wurzelstöcke aus der Uferbestockung ins Gerinne gelangen.

An der Zulg ist oberhalb von Steffisburg ein Schwemmholzrückhalt geplant [14]. Der Rechen soll auf ein Ereignis mit einer statistischen Wiederkehrperiode von 100 Jahren (HQ₁₀₀) ausgelegt werden. Das Projekt hat zur Folge, dass für Ereignisse mit einem Abfluss bis zum Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ ein Eintrag von grösseren Schwemmholzmengen aus der Zulg verhindert wird. Im Überlastfall (Abfluss Zulg grösser als HQ₁₀₀) besteht jedoch ein erhöhtes Risiko, dass ein Schwemmholzteppich in die Aare eingetragen wird.

2.9 Morphologie

Die Sohlenbreite der Aare im Projektperimeter Oberi Au beträgt zwischen 17 bis 28 m. Unterhalb der ARA Brücke zwischen km 4.200 bis 4.500 ist das Gerinne tendenziell schmaler, auf der unteren Hälfte etwas breiter. Das durchschnittliche Gefälle im Perimeter beträgt 1.7 ‰. Der Abschnitt ist durch einen Gefällswechsel im Längenprofil geprägt:

• Oberhalb km 5.800: J = 1.2 ‰

Unterhalb km 5.800: J = 2.9 %

Die Aare hat auf dem Projektabschnitt ein vergleichsweise schmales Flussbett. Die Ufer sind beidseitig stark verbaut. Die Morphologie wird deshalb als stark beeinträchtigt klassiert.

Die natürliche Sohlenbreite der Aare wird auf ca. 40 bis 80 m geschätzt. Der vom Gewässer genutzte Raum vor der Kanalisierung und dem Kanderdurchstich wird auf 70 bis 1'000 m geschätzt [4].

2.10 Aktuelle Nutzungen

Die Oberi Au mit dem dazugehörigen Naturraum wird heute als Naherholungsraum genutzt und bildet einen wesentlichen Standortfaktor für die Wohnqualität in der Region. Der Raum wird vielfältig genutzt zum Spazieren, Wandern, Velo fahren, Reiten, Baden, Fischen, Grillieren und Boot fahren. Beim Bahnhof Uttigen und beim Sportzentrum CIS in Heimberg bestehen in unmittelbarer Nähe Parkmöglichkeiten (teilweise private Parkplätze) weitere Parkplätze sind aus dem Erschliessungs- und Installationsplan Plan-Nr. 14 ersichtlich.

Nebst der Nutzung als Naherholungsraum ist die Nutzung des Grundwasservorkommens für die Trinkwasserversorgung der Region Thun und Bern sehr wichtig. Die Wälder der Oberen Au weisen zudem eine Bedeutung für die Forstwirtschaft auf.

Die Aare zwischen Thun und Bern weist ein staatliches Fischereirecht auf (Angelfischerpatentinhaber).

Das Blauseeli wird als Badeplatz genutzt. Feste Feuerstellen hat es beispielsweise beim Blauseeli, «wilde» Feuerstellen beim Baggersee.

Auf dem Gemeindegebiet Uetendorf liegt der Projektperimeter hauptsächlich im Wirkungsbereich des Uferschutzplanes in den Sektoren a (Uferschutzzone) und W (Wald im Sinne der Forstgesetzgebung) [31] (siehe Abbildung 2.9).

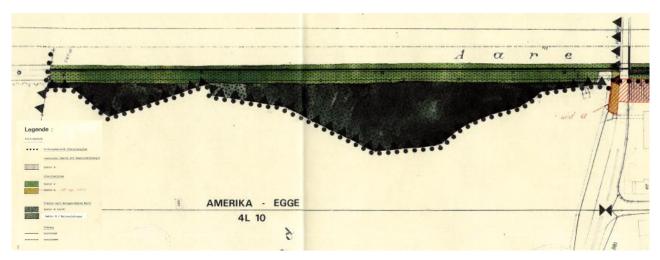


Abbildung 2.9 Ausschnitt Uferschutzplan Gemeinde Uetendorf [31]

Auf dem Gemeindegebiet Uttigen liegt der Projektperimeter vollumfänglich im Wirkungsbereich des Überbauungsplans gemäss SFG in der Uferschutzzone U1 (Naturschutzgebiet «Aarelandschaft Thun-Bern») [32]. Es handelt sich dabei um den Uferabschnitt gemäss SF-Richtplan Oberi Uttigen-Au (4L – 11). Das Blauseeli (Uttiger-Bedli) ist als Rastplatz gemäss SFG ausgeschieden (siehe Abbildung 2.10).

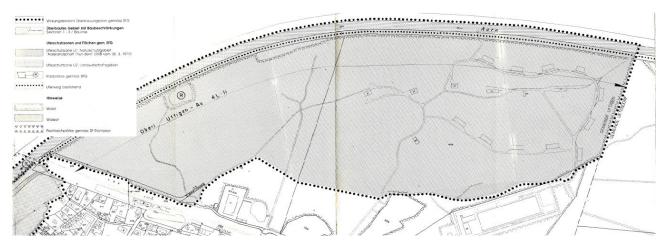


Abbildung 2.10 Ausschnitt Uferschutzplan Gemeinde Uttigen [32]

2.11 Raumbedarf / Gewässerraum

Der Gewässerraum an der Aare zwischen Thun und Bern wurde per Regierungsratsbeschluss (RRB Nr. 634/2017) vom 21.07.2017 grundsätzlich auf mindestens 150 m festgelegt. Auf dem Projektabschnitt ist im RRB auf etlichen Abschnitten ein breiterer Gewässerraum vorgesehen (siehe. Abbildung 2.11).

Der Bericht «Raumbedarf der Aare zwischen Thun und Bern» [33] von Naturaqua dient als Grundlage für die Festlegung des Gewässerraums an der Aare.

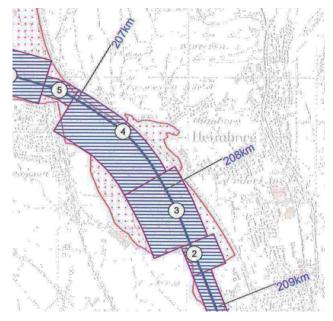


Abbildung 2.11 Auszug Gewässerraum RRB 634/2017

Abschnitte im Projektperimeter:

1)	Bis GEWISS-km 208.700:	150 m
2)	Bis GEWISS-km 208.475: Abschnitt Baggersee	275 m
3)	Bis GEWISS-km 207.875: Abschnitt Oberi Au	450 m
4)	Bis GEWISS-km 206.975: Abschnitt Oberi Au	375 m
5)	Bis GEWISS-km 206.725: SBB-Brücke	150 m

2.12 Wanderwege und Fahrradrouten

Im Sachplan Veloverkehr ist die Route Nr. 8 zwischen Heimberg und Uttigen als Hauptverbindung ausgewiesen. Diese weist jedoch im Bereich der Aare nach der Rampe Schützenstrasse eine Netzlücke auf und soll durch eine Langsamverkehrsbrücke geschlossen werden (siehe Kapitel 6.13.1).

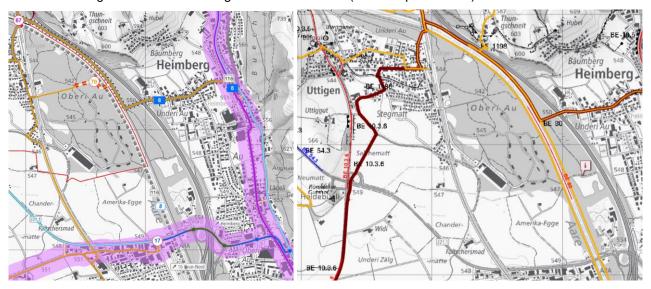


Abbildung 2.12 Sachplan Veloverkehr / Sachplan Wanderroutennetz
Legende: Hauptverbindung (gelb) / Netzlücke 70 (gelb/rot gestrichelt) / Velolandroute116 geplant (linksufrig grau gestrichelt)
chelt)

Ebenfalls verläuft im Projektperimeter beidseitig der Aare eine Hauptwanderroute.

2.13 Seitengewässer

Die beiden Seitenbäche am rechten Ufer, welche in die Aare münden, werden durch das Projekt nur am Rande tangiert. Der Toggelisgraben mündet als Eindolung unmittelbar unterhalb der ARA-Brücke in die Aare. Anpassungen sind lediglich im Mündungsbereich erforderlich. Die Mündung des Chrebsbachs befindet sich im Übergang zum bereits instandgesetzten Abschnitt entlang der Autobahn A6 (siehe Drittprojekte in Kapitel 2.17) und wird dementsprechend von den Projektmassnahmen nicht tangiert.

2.14 Werkleitungen und Infrastrukturanlagen

2.14.1 BKW-Leitung

Rechtsufrig verläuft eine 132 kV Freileitung der BKW. Die Freileitung wird auf rund 865 m durch das Projekt tangiert und muss entsprechend verlegt werden. Der Wasserbauplan bildet die Grundlage für ein ESTI Verfahren, welches mit der BKW Energie AG zu koordinieren ist.

2.14.2 Löschplattformen

Die Armasuisse verfügt über zwei Löschplattformen im Uferbereich. Die Plattformen dienen als Zugangsstellen zum Gewässer im Brandfall. Die erste Plattform befindet sich wenige Meter unterhalb der Gemeindegrenze zwischen Uttigen und Uetendorf, die zweite Plattform liegt ca. beim Flusskilometer 5.200.



Abbildung 2.13 Löschplattform bei QP km 5.200.

2.14.3 ARA-Thunersee



Abbildung 2.14 Einleitstellen der ARA während dem Bau.

Die Einleitstellen der ARA Thunersee liegen ca. 400 m oberhalb der ARA Brücke und befinden sich ausserhalb des Projektperimeters. Die Einleitstellen werden jedoch durch die Projektmassnahmen tangiert (Sohlenauflandungen) und sind im vorliegenden Projekt zu berücksichtigten. Notwendige Massnahmen werden im Wasserbauplan Aare Thun Nord festgesetzt. Insgesamt wurden vier Auslässe in der Sohle der Aare erstellt:

- 2x Hauptauslass PVC Ø500 mm
- 2x Zusatzauslässe PVC Ø500 mm

In der Böschung befindet sich zudem ein Notauslass (Betonkanal 1.7 m x 0.85 m).

2.14.4 ASTRA-Leitung

Unterhalb der Schützenstrasse befindet sich ein Ölabscheider des ASTRA. Der Überlauf des Beckens Ø 700 verläuft parallel zum Regenüberlauf RW Ø 700, welcher von Heimberg kommend die Autobahn A6 unterquert und bei Flusskilometer km 5.280 in die Aare mündet.

2.14.5 Entlastungsleitungen

Auf dem Projektperimeter führen diverse Entlastungsleitungen in die Aare:

- Unterhalb der Schützenstrasse verläuft parallel zur ASTRA-Leitung (siehe Kapitel 2.14.4) ein Regenüberlauf RW Ø 700, welcher von Heimberg kommend die Autoban A6 unterquert und bei Flusskilometer 5.280 in die Aare mündet.
- Bei Flusskilometer 4.900 mündet ein Regenüberlauf RW Ø 1'500 von Heimberg her kommend in die Aare.
- Eine weitere Entlastungsleitung Ø 1'000 mündet bei Flusskilometer 4.200 unmittelbar neben dem Toggelisgraben in die Aare.
- Ebenfalls in diesem Bereich mündet die Entwässerungsleitung der SABA vom ASTRA in die Aare
- Linksufrig mündet auf dem Projektperimeter einzig der Entlastungskanal ARA-Thunersee in die Aare

2.14.6 Gas

Entlang der Autobahn verläuft eine Gasleitung. Die Leitung wird durch die Massnahmen nicht tangiert.

2.15 Natur und Umwelt

In den nachfolgenden Kapiteln sind die wichtigsten Umweltthemen erläutert. Eine vertiefte Beschreibung und weitere umweltrelevante Bereiche werden im Bericht Voruntersuchung und Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung behandelt.

2.15.1 Ökomorphologischer Zustand

Gemäss Karte der «Ökomorphologie der Oberflächengewässer» wird die Aare im Projektperimeter als stark beeinträchtig klassifiziert. Wie bereits in den vorhergehenden Kapiteln beschrieben, verfügt die Aare über ein schmales Flussbett, ist tief eingeschnitten und weist stark verbaute Ufer auf. Dies führt zu einem kanalartigen Erscheinungsbild. Für Fische sind kaum Unterstände vorhanden.

Die beiden eingedolten Seitenbäche am rechten Ufer werden durch das Projekt nur am Rande tangiert d.h. einzig beim Toggelisgraben muss im Mündungsbereich die Eindolung angepasst werden. Der Chrebsbach liegt ausserhalb des Projektperimeters.

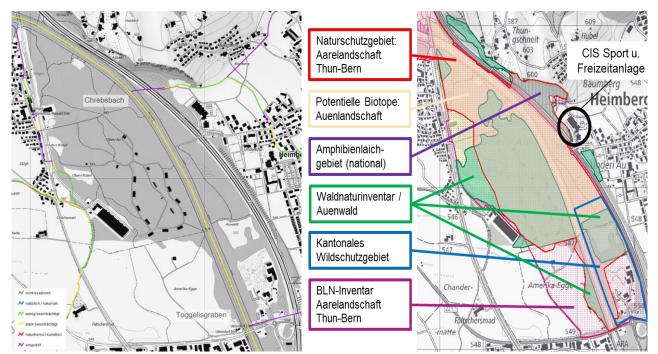


Abbildung 2.15 Karte Ökomorphologie der Fliessgewässer

Abbildung 2.16 Ausschnitt Inventare von Bund und Kanton. Quelle: Geoportal map.geo.admin.ch

2.15.2 Inventare

Das Vorhaben liegt im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (BLN) Aarelandschaft zwischen Thun und Bern (Nr. 1314). Durch die Autobahn vom Projektperimeter getrennt liegt das Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung Heimbergau (Nr. BE 1052). Da es nicht mit der Au verbunden ist, ist es für das vorliegende Projekt nicht relevant. Die Aare ist in diesem Abschnitt zudem als Aeschenlaichgebiet von nationaler Bedeutung bezeichnet (siehe Abbildung 2.16).

Das Vorhaben liegt im Bereich der Grundwasserschutzzonen der Fassungen «Amerika-Egge» in Uetendorf, «Oberi Au» in Uttigen und der Fassung «Aaretal» in Kiesen.

Zudem liegt die Oberi Au im kantonalen Naturschutzgebiet Aarelandschaft Thun-Bern, sowie am linken Ufer im Waldnaturschutzinventar WNI Nr. 885001 Oberi Au und rechtsseitig im WNI Nr. 928003 Baggersee. Das Geoportal des Kantons Bern weist zudem auf den Lebensraum Quellen hin.

2.15.3 Flora, Fauna, Lebensräume

Die Aare ist im Projektperimeter tief eingeschnitten und wird von Dämmen begleitet. Die Ufer sind mit Blocksteinen hart verbaut. Der Uferbereich zwischen den Fussgängerwegen auf den Dammkronen ist mit Ufergehölz bewachsen. Die Oberi Au ist insbesondere linksufrig mit Föhren- und Eschenmischwäldern, die auf den Schotterflächen des ehemaligen Kanderlaufs stocken, bewachsen (siehe Kapitel 2.15.4). In den zahlreichen Lichtungen wachsen viele gefährdete oder geschützte Pflanzenarten. Besonders wertvoll sind die alten Schotterrinnen. Viele dieser Rinnen sind jedoch bereits stark verbuscht oder bewaldet. Bei den Munitionsdepots und somit ausserhalb des Projektperimeters wachsen seltene Orchideen sowie der Schweizer Alant. An Neophyten finden sich vor allem Goldruten und der Japanische Staudenknöterich, letzterer vermutlich ausserhalb des Projektperimeters.

Für Amphibien ist das Blauseeli wichtig. Dieses trocknet im Winter aus und ist deshalb gut für die Fortpflanzung geeignet. Es weist eine grosse Population von Berg- und Fadenmolchen, daneben Erdkröte und Grasfrosch

auf. Für die Untersuchungen im Rahmen des UVB «aarewasser» konnten keine weiteren geeigneten Gewässer gefunden werden. Im Rahmen der Erfolgskontrolle «aarewasser» wurden an vier Standorten Reptilien aufgenommen. Festgestellt wurden Blindschleichen, Zauneidechsen, Mauereidechsen und Ringelnattern. Insbesondere die Damm- und Uferbereiche sind für Reptilien wichtig. Die Oberi Au weist viele Vogelarten von lichten Wäldern auf. Bei den Aufnahmen 2021 konnte der früher nachgewiesene und inzwischen schweizweit selten gewordene Grauspecht nicht mehr nachgewiesen werden.

2.15.4 Wald

Wie bereits im Umweltverträglichkeitsbericht «aarewasser» festgehalten wird, ist der Raum entlang der Aare von vielen Interessen betroffen und den Wäldern sind mehrere Funktionen zuzuordnen. Die Seltenheit der Auenlandschaften in der Schweiz bedeutet, dass den verbleibenden Auenwäldern eine hohe Stellung bezüglich Biodiversitätsfunktion zukommt. An zweiter Stelle ist die Schutzfunktion bezüglich Grundwasser und damit der Trinkwasserversorgung zu nennen. Auch diese Funktion ist in der Oberen Au sehr wichtig. Für Erholungssuchende sind die Wälder der Oberen Au ebenfalls wichtig; vor allem die Wälder der orografisch linken Aareseite. Die Bedeutung der forstwirtschaftlichen Nutzung steht bei der angestrebten Aufweitung der Aare gemäss dem Umweltverträglichkeitsbericht «aarewasser» nicht im Vordergrund. Sie muss aber trotzdem angemessen berücksichtigt werden.

Die vorliegende Standortkartierung am linken Ufer weist einen Zweiblatt-Eschenmischwald auf Auenböden aus. Kleinflächig ist Wintergrün-Föhrenwald auf den ehemaligen Schotterflächen der Kander anzutreffen. Diese Waldgesellschaften sind als selten zu bezeichnen. Am rechten Ufer ist der Wald durch die Niederhaltezone der Freileitung und die sich stromabwärts nähernde Autobahn stark beeinträchtigt.

2.15.5 Boden

Im Projektperimeter finden sich vor allem Waldböden auf Ablagerungen der Kander. Die Böden konnten sich erst nach der Begradigung der Aare bzw. der Realisierung des Kanderdurchstichs entwickeln und sind somit relativ jung. Das Waldareal grenzt an landwirtschaftlich genutzte Flächen, die teilweise als Fruchtfolgeflächen ausgeschieden sind.

2.15.6 Grundwasser und Oberflächengewässer

Das Projekt liegt im Bereich verschiedener Schutzzonen für Trinkwasserfassungen.

Ein Vorschlag für den Gewässerraum der Aare ist im Regierungsratsbeschluss RRB Nr. 634/2017 festgelegt. Die Festsetzung der Gewässerräume obliegt im Kanton Bern jedoch den Gemeinden (Uetendorf genehmigt am 26.02.2019, Heimberg und Uttigen Revision in Arbeit). Die Breite im Projektperimeter beträgt zwischen 150 bis 450 m. Aufgrund der strengen Restriktionen (Schutzzonen der Trinkwasserfassungen, belastete Standorte, best. Naturwerte) kann jedoch nicht der gesamte Gewässerraum für die Entwicklung des Gewässers genutzt werden.

Im Projektperimeter bzw. angrenzend an diesen befinden sich rechtsufrig die Seitenbäche Toggelisgraben bei Flusskilometer km 4.2 und der Chrebsbach bei km 5.6. Am linken Aareufer liegt das Blauseeli, das teilweise befestigte Ufer aufweist, am rechten Aareufer der Baggersee (Pintlisee). Beide Gewässer weisen keine direkte Verbindung zur Aare auf.

Die Aare zwischen Thun und Bern mit ihren Nebenarmen und Nebengewässern dient 28 Fischarten als Lebensraum (UVB «aarewasser»). In der Aare bei der Oberen Au Uttigen ist insbesondere das Vorkommen der Äsche hervorzuheben. Die Äschen Population weist hier eine nationale Bedeutung auf. Somit ist die Äsche im aquatischen Bereich die Zielart.

2.15.7 Altlasten

Innerhalb des Perimeters oder in unmittelbarer Nähe, sind im Kataster der belasteten Standorte insgesamt drei Standorte aufgeführt:

Standort N	r. Art des Standorts	Standortname	Schadstoffe
09280013	Ablagerungsstandort	Kieswerk Heimberg, Auwald	Aushubmaterial, Bauschutt
09280014	Ablagerungsstandort	ARA-Brücke	Aushubmaterial, Bauschutt, Sied- lungsabfälle
09440018	Schiessanlage	Schiessanlage 25 m / 50 m Amerika-Egge	Schwermetalle
Taballa 2 2	Polastoto Standarto gam	äss KhS (Gooportal des Kantons Born)	

Tabelle 2.2 Belastete Standorte gemäss KbS (Geoportal des Kantons Bern)

Der Ablagerungsstandort «Kieswerk Heimberg, Auwald» erstreckt sich über eine Länge von ca. 600 m entlang des rechten Aareufers. Der Deponiekörper reicht dabei bis auf eine Distanz von ca. 20 m an das Ufer der Aare heran. Es handelt sich dabei um eine Auffüllung einer ehemaligen Kiesgrube. Abgelagert wurden insbesondere Aushubmaterial, Bauschutt und Kiesschlamm. Für den Standort wurde eine historische [24], sowie eine technische Untersuchung [25] durchgeführt. Aufgrund der Ergebnisse der ausgeführten Technischen Untersuchung wurde der Standort vom kantonalen Amt für Wasser und Abfall (AWA) hinsichtlich dem Schutzgut Grundwasser als überwachungsbedürftig eingestuft.

Nach der heute gültigen Version der Altlasten-Verordnung (AltIV) [30] ergibt sich für die Altdeponie hinsichtlich des Grundwassers weder ein Überwachungs- noch ein Sanierungsbedarf [27] (siehe auch Kapitel 6.9).

Beim Standort Nr. 09440018 handelt es sich um eine 50 m Schiessanlage. Die Anlage liegt am linken Ufer unmittelbar unterhalb der ARA-Brücke. Der Standort wurde im Jahre 2000 teilsaniert und ist nur noch geringfügig belastet.

Der Ablagerungsstandort «ARA-Brücke» liegt rechtsufrig unmittelbar oberhalb der ARA-Brücke. Der Standort befindet sich ausserhalb des Projektperimeters.

Sämtliche Standorte sind im Situationsplan Plan-Nr. 02 ersichtlich.

2.16 Blindgänger

Aufgrund dokumentierter Vorfälle in früheren Jahren ist im Projektperimeter mit Blindgängern zu rechnen.

V.a. in den im Situationsplan dargestellten Sektoren sind Grabarbeiten nur in Absprache mit der Armasuisse durchzuführen. Die betroffenen Bereiche sind im Situationsplan mit «Perimeter Grabarbeiten in Absprache mit der Armasuisse» bezeichnet.

2.17 Projekte Dritter

2.17.1 Wasserbauplan Aare, Thun Nord

Der 2.6 km lange Aareabschnitt Thun Nord erstreckt sich von der Regiebrücke im Schwäbis (Thun / Steffisburg) bis zur Brücke bei der ARA Thunersee (Uetendorf/Heimberg). Die Aare verläuft hier in einem eingeschnittenen Kanal. Diese Uferverbauungen weisen umfassende Schäden auf und bergen das Risiko, weiter unterspült zu werden.



Abbildung 2.17 Ausschnitt Übersichtsplan WBP Aare, Thun Nord [11], Stand Vorprüfung 2020

Im Juli 2019 hat das Tiefbauamt des Kantons Bern die Erarbeitung des Wasserbauplans Aare Thun Nord in Auftrag gegeben. Das Planungs- und Genehmigungsverfahren soll bis 2023 abgeschlossen werden. Im Rahmen des Wasserbauplans werden die vorhandenen Defizite des Hochwasserschutzes behoben und eine ökologische Aufwertung umgesetzt. Die Projektauswirkungen aus dem WBP Oberi Au erstrecken sich teilweise bis in den Abschnitt Thun Nord (z.B. Sohlenauflandungen). Aufgrund der erwarteten Wechselwirkungen besteht ein enger Austausch zwischen den beiden Abschnitten, um die Projektmassnahmen möglichst gut aufeinander abzustimmen.

2.17.2 Autobahn A6

Zwischen November 2020 und April 2021 wurde das Aareufer ab der Einmündung des Chrebsbachs bis zur Gemeindegrenze Kiesen neu aufgebaut. Der weitgehend unterspülte Uferverbau wurde zur Sicherheit der Autobahn A6 komplett saniert. Die Massnahmen umfassten insbesondere in einem ersten Schritt den Neubau des Uferverbaus, welcher tiefer fundiert und strukturiert aus Natursteinen erstellt wurde. Oberhalb des Sommerabflusses wurde die bestehende Pflästerung mit der Uferbestockung belassen.

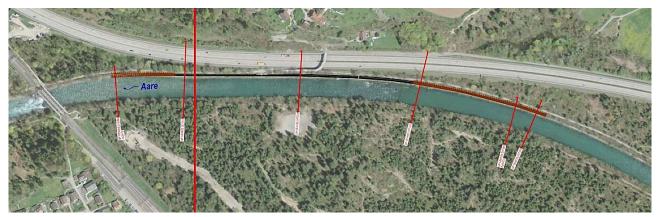


Abbildung 2.18 Ausschnitt Übersichtsplan ISP A6 [16]

Das Projekt ist abgeschlossen und sollen mit dem vorliegenden Projekt nicht mehr tangiert werden.

2.17.3 Langsamverkehrsbrücke «CIS-Steg»

Im Sachplan Veloverkehr des Kantons Bern ist im Bereich der Oberen Au eine neue Querung der Aare für den Langsamverkehr vorgesehen. Das Objekt ist im Sachplan Veloverkehr [21] als Netzlücke (Objekt Nr. 70) aufgeführt. Die Umsetzung und Planung liegt in der Zuständigkeit der Gemeinde Heimberg und Uttigen.

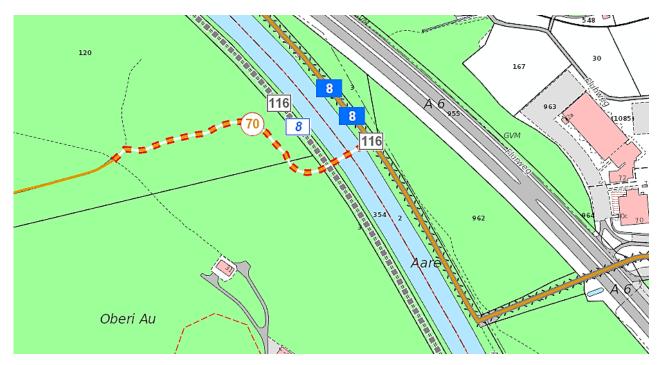


Abbildung 2.19 Ausschnitt Sachplan Velo mit Netzlücke Nr. 70, CIS-Steg [2]

2.17.4 Wasserfassung Oberi Au

Als Ersatz für zwei Brunnen in Kiesen benötigt der Wasserverbund Region Bern (WVRB) zur Sicherung der Trinkwasserversorgung einen neuen Wasserbezugsort. Seit Mitte August 2021 wird deshalb auf dem Gelände der armasuisse im Osten von Uttigen ein neuer Horizontalfilterbrunnen erstellt. Der neue Brunnen ermöglicht dem WVRB die Entnahme von bis zu 25'000 l/min Trinkwasser. Die Inbetriebnahme ist im Herbst 2022 geplant.

Mit der Umsetzung des Vorhabens wurde zudem das provisorische Grundwasserschutzareal durch die nun gültigen Schutzzonen ersetzt.

Mit dem Bau der Wasserfassung werden zudem zwei Munitionsdepot zurückgebaut (Gebäude Nr. 29 und 31). Der Rückbau ist im Situationsplan dargestellt. Er ist jedoch nicht Bestandteil des Wasserbauplans und erfolgt im Rahmen eines Drittprojekts.

2.17.5 Kantonsstrasse Autobahnzubringer

Angrenzend an den Projektperimeter plant das Tiefbauamt des Kantons Bern, OIK I die Sanierung der ARA-Brücke im Jahre 2025 sowie die Erweiterung des Radstreifens Thunstrasse ab der ARA-Brücke Richtung Uttigen im Jahre 2026.

2.17.6 Hochwasserschutz Louweligraben

Der Loueligrabe in Heimberg hat ein Defizit in Bezug auf die Hochwassersicherheit im Siedlungsgebiet. Die Gemeinde Heimberg hat deshalb ein Hochwasserschutzkonzept [19] mit verschiedenen Varianten ausgearbeitet. Die zentrale Massnahme der Bestvariante im Hochwasserschutzkonzept besteht darin, dass im Bereich der Schulanlage eine Hochwasserentlastung mit Ableitung in die Aare erstellt wird. Die Entlastungsleitung unterquert die Autobahn und führt anschliessend in einem offenen Gerinne bis zur Aare. Die Einleitung in die Aare erfolgt oberhalb der heute bestehenden Rampe bei der Schützenstrasse.

Die Linienführung für das offene Gerinne zwischen Autobahn und Aare wurde im Rahmen der Projektstudie nicht auf den vorliegenden Wasserbauplan abgestimmt. Die Linienführung für den Louweligraben ist in einer nächsten Projektphase durch die Gemeinde Heimberg auf die geplante Aufweitung abzustimmen.



Abbildung 2.20 Situation Hochwasserentlastung Loueligraben [20]

3. Projektdefinition

3.1 Projektziele

Die Hauptziele, welche für das Projekt «aarewasser» definiert wurden, sind auch für den vorliegenden Wasserbauplan weiterhin gültig. Die Ziele sind im Regierungsratsbeschluss vom 21.06.2017 (RRB Nr.: 634/2017) festgehalten und umfassen vier Punkte:

- Schutz vor Hochwasser
- Trinkwasserreserven sichern
- Naturlandschaft aufwerten
- Attraktives Naherholungsgebiet erhalten

Mit dem vorliegenden Wasserbauplan Aare, Oberi Au Uttigen sollen insbesondere folgende detaillierten Zielsetzungen erreicht und umgesetzt werden:

- Verbreiterung des Gewässers
- Eintrag von Geschiebe aktiv und durch Seitenerosion
- Langfristige Sicherung der Grundwasserreserven durch Stabilisierung der Aaresohle
- Naturnahe Gestaltung des Flussraums (Zielart Äsche)
- Entwicklung einer vielfältig strukturierten Flusslandschaft: Kiesinseln (eventuell für Bruten des Flussregenpfeifers und allenfalls Flussuferläufers) und steile Uferabbrüche (potentielle Brutstandorte des Eisvogels)
- Der Baggersee als Lebensraum soll weiterhin geschützt bleiben. Aufwertung der Umgebung zugunsten von Flora, Reptilien, Amphibien und Kleinlebewesen.
- Schutz des Baggersees vor starker Belastung durch die Erholungsnutzung mittels Besucherlenkung. Ausweitung des bestehenden Betretverbots in Richtung Autobahn.
- Erhaltung der seltenen Waldgesellschaften, Schaffung Voraussetzungen für Weichholzauen
- Ergänzen des bereits aufgeforsteten ökologisch wertvollen Trinkwasserschutzwaldes im Bereich der Grundwasserfassung Amerika-Egge.
- Erhaltung des Ausbaustandards der Aarewege
- Aufwertung des Blauseeli, optimale Kombination von Schutz und Schaffung eines Naherholungsbereichs mit Badeplatz und Feuerstelle. Das Blauseeli stellt ein wichtiges Amphibienlaichgewässer dar: Der Lebensraum für Amphibien ist in diesem Bereich aufzuwerten. Dabei ist es wichtig, die Erholungsnutzung von den naturnahen Bereichen geschickt zu trennen.
- Schaffung einer Auswasserungsstelle für Bootsfahrer oberhalb der SBB-Brücke

3.2 Dimensionierungsgrundlagen

3.2.1 Bemessungshochwasser

Das Bemessungshochwasser ist durch den Hochwasserabfluss $Q_{dim} = 550 \text{ m}^3/\text{s}$ definiert. Der Abfluss entspricht auf dem Abschnitt dem Hochwasser HQ₁₀₀ mit einer statistischen Wiederkehrdauer von 100 Jahren.

Die Schutzziele bzw. das erwähnte Bemessungshochwasser richten sich nach dem Regierungsratsbeschluss vom 21.06.2017 (RRB Nr.: 634/2017).

Das Extremhochwasser wird gemäss Bericht Naturgefahren der Stadt Thun [12] auf dem Abschnitt mit 730 m³/s angegeben.

3.2.2 Geschiebe- und Abflussmodell

Die Wasserspiegellagen und der Geschiebetrieb wurden mit dem Modell «GESMAT» gerechnet. Dieses Modell wurde zwischen Thunersee und km 8.000 erstellt. Folgende Parameter und Eingabegrössen wurden berücksichtigt:

- BAFU-Querprofile aus der Vermessung 2015 (Geometrie IST-Zustand)
- Die Korngrössen basieren auf den Angaben aus der Modellierung für das Projekt «aarewasser» für den IST-Zustand. Für den Projektzustand wurden insbesondere der mittlere Korndurchmesser des Geschiebeeintrags der Zulg verwendet (dm 4.5 cm).
- Der jährliche Geschiebeeintrag der Zulg wurde mit einem Volumen von 6'500 m³ angenommen. Sensitivitätsrechnungen wurden mit Einträgen von 2'500 bis 7'500 m³ durchgeführt.

• Die Rauigkeiten nach Strickler für Ufer und Sohle werden im Modell unterschieden:

- Uferbereiche: $K = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ - Sohle: $K = 32 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

- Im Modell wurde das Ersatzgerinne nach Zarn für grosse Abflussbreiten verwendet.
- Der IST-Zustand wurde mit der Berechnung aus der Studie HZP [9] und mit den gemessenen Erosionspuren aus dem Hochwasser 2005 kalibriert.

3.2.3 Freibord

Das Freibord wird auf dem Projektperimeter nach den Empfehlungen der Kommission Hochwasserschutz (KOHS) definiert [10]. Das erforderliche Freibord f_e bezeichnet das Freibord, welches eingehalten werden muss, damit eine rechnerisch bestimmte Abflusskapazität des Gerinnes gewährleistet ist.

Die erforderliche Freibordhöhe beträgt somit im Uferbereich $fe=0.8\,m$. Im Projektperimeter befinden sich keine Brücken, wo das Freibord aufgrund von Verklausungsgefahr erhöht werden müsste. Eine Ausnahme stellt das Drittprojekt «CIS-Steg» für den Langsamverkehr dar (siehe Kap. 2.17.3). Das Freibord im Bereich von allfälligen Brücken ist mit $fe=1.3\,m$ höher anzusetzen. Die Ermittlung der Freibordhöhe ist in Kapitel 5.8.5 dokumentiert.

3.2.4 Gewässerraum

Der Gewässerraum auf dem Projektabschnitt basiert auf den Vorgaben des Regierungsratsbeschlusses vom 21.06.2017 (RRB Nr.: 634/2017). Die Grundlagen zur Festsetzung des Gewässerraums nach RRB sind im Kapitel 2.11 zusammengetragen.

Für die Festlegung des Gewässerraums dient der Bericht «Raumbedarf der Aare zwischen Thun und Bern» [33] als Grundlage.

3.3 Ökologische Entwicklungsziele

Wie bereits in Kapitel 3.1 «Projektziele» beschrieben, ist die Erhaltung und Förderung des im Projektabschnitt ausgewiesenen Laichplatzes der Aesche von nationaler Bedeutung, das wohl wichtigste ökologische Ziel. Durch die Aufweitung der Aare und die vorgesehenen Strukturen (Buhnen, ELJ) werden wichtige Massnahmen für die Aufwertung des Abschnittes ergriffen.

Weitere Ziele sind die Entwicklung einer dynamischen Auenlandschaft, in der Kiesbänke und steile Uferabbrüche entstehen können. Bei den Kiesbänken ist ein Betretverbot während der Brutzeit des Flussuferläufers vorzusehen. Die neu entstehenden dynamischen Uferbereiche werden Entwicklungsstadien von Kiesflächen über Pioniervegetation zur Weichholzaue aufweisen. Solche Lebensräume sind sehr selten geworden.

Der Baggersee soll als Ruhegebiet für Tiere erhalten bleiben. Die Uferbereiche werden ökologisch aufgewertet. Die wertvollen Waldgesellschaften am linken Ufer sollen weitgehend erhalten bleiben, ebenso die Standorte der seltenen Orchideen. Dies ist im vorliegenden Vorprojekt so vorgesehen.

Das Blauseeli soll ökologisch aufgewertet werden. Gleichzeitig soll eine Entflechtung der Nutzung als Badeweiher erfolgen. Von hohem Stellenwert sind die Erhaltung und Förderung als Amphibienlaichgebiet.

Weitere Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen werden im Rahmen des Umweltverträglichkeitsberichtes definiert.

4. Variantenstudien

4.1 Untersuchte Varianten für die Aufweitung

Um die Stossrichtung der Massnahmen für den Wasserbauplan Aare Oberi Au festzulegen, wurden insgesamt fünf Varianten für die Aufweitung untersucht:

4.1.1 Variante 1

Infolge der fortschreitenden Sohlenerosion ist der Uferverbau durch Unterspülungen in einem schlechten Zustand. Um den Hochwasserschutz langfristig sicherzustellen, ist in der Variante 1 eine durchgehende Sanierung des bestehenden Verbaus vorgesehen. Weitere Massnahmen sind erforderlich, um die fortschreitende Sohlenerosion zu unterbinden. Neben der Ertüchtigung des heutigen Zustandes muss der Verbau auf die künftig erwartete Sohlenerosion (ca. -1.0 m) dimensioniert werden. Eine ökologische Aufwertung lässt sich mit der Variante 1 nicht erzielen.

Wichtigste Massnahmen der Variante 1:

- Sanierung der Uferverbauungen inkl. Fundation
- Erstellen von Sohlensicherung (Stabilisierung der Sohle ist eine Zielvorgabe)

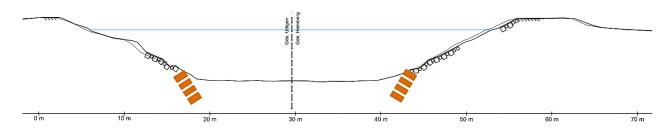


Abbildung 4.1 Variante 1

4.1.2 Variante 2

Die Variante 2 beinhaltet als Massnahmen die Abflachung der Uferabschnitte, welche sich ausserhalb der Grundwasserschutzzonen S2 und des Ablagerungsstandorts befinden. Zudem wird auf den betreffenden Abschnitten auch der Uferverbau entfernt. Um die fortschreitende Sohlenerosion zu unterbinden ist eine systematische Sohlensicherung unumgänglich (z. B. aufgelöste Blockrampen).

Wichtigste Massnahmen der Variante 2:

- Abschnittsweiser Rückbau der Uferverbauung
- Abschnittsweise maschinelle Abflachung der Uferbereiche
- Verlegung der Uferwege landeinwärts
- Erstellen von Sohlensicherung (Stabilisierung der Sohle ist eine Zielvorgabe)
- Abschnittsweise Sanierung Uferverbauung inkl. Fundation

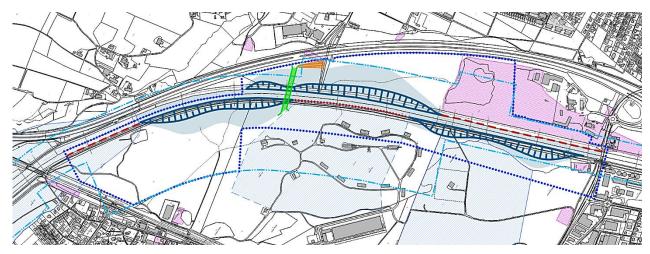


Abbildung 4.2 Variante 2

4.1.3 Variante 3

In der Variante 3 werden die Seitenerosionsprozesse mithilfe von minimalen lokalen Initiierungsmassnahmen angestossen. Die eigendynamische Entwicklung wird mit strömungslenkenden Massnahmen wie Engineered Log Jams (ELJ) oder Buhnen gefördert. Die Variante erfordert die Definition von Beurteilungs- und Interventionslinien und eine Diskussion in Bezug auf vorgezogene Massnahmen zur Begrenzung der Seitenerosion und zum Schutze der Infrastrukturanlagen.

Wichtigste Massnahmen der Variante 3:

- Punktuelle Initiierungsmassnahmen (lokale Aufweitung)
- Rückbau Uferverbau sofern keine Restriktionen vorhanden
- Strömungslenkende Massnahmen (ELJ, Buhnen)
- Beurteilungs- und Interventionslinien
- Verlegung BKW-Hochspannungsleitung

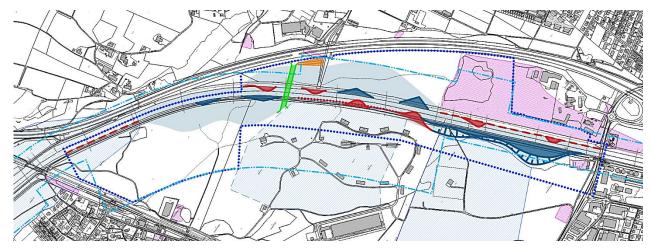


Abbildung 4.3 Variante 3

4.1.4 Variante 4

Bei der Variante 4 werden die Seitenerosionspresse mithilfe einer durchgehenden Verbreiterung der Sohle von 20 bis 25 m initiiert. Die eigendynamische Entwicklung wird mit strömungslenkenden Massnahmen wie Engineered Log Jams (ELJ) oder Buhnen zusätzlich gefördert. Das Konzept ist mit Variante 3 vergleichbar, jedoch werden in Variante 4 grössere bzw. auf der gesamten Länge des Perimeters verschiedene Initiierungsmassnahmen umgesetzt. Die Definition von Beurteilungs- und Interventionslinien ist erforderlich.

Wichtigste Massnahmen der Variante 4:

- Durchgehende Verbreiterung der Sohle um 20 bis 25 m
- Rückbau Uferverbau sofern keine Restriktionen vorhanden
- Strömungslenkende Massnahmen (ELJ, Buhnen)
- Beurteilungs- und Interventionslinien
- Anschüttung Ufer entlang Schutzzone S2 «Oberi Au» (Flachufer)
- Maschinelle Anhebung der Flusssohle
- Verlegung BKW-Hochspannungsleitung

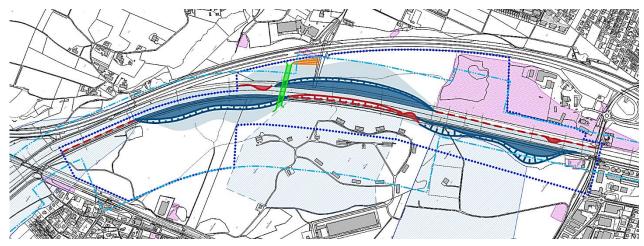


Abbildung 4.4 Variante 4

4.1.5 Variante 5

Mit der Variante 5 wird eine grossräumige Umsetzung von Massnahmen angestrebt. Die Gestaltung der Inselstrukturen erfolgt maschinell. Dabei ist die Umlagerung einer verhältnismässig grossen Materialmenge erforderlich. Bei dieser Variante wird unmittelbar nach dem Eingriff eine interessante und vielfältige Morphologie erreicht, dafür entsteht ein sehr grosser Materialüberschuss von mehreren 100'000 m³, der im Projektperimeter nicht verwertet werden kann. Die Definition von Beurteilungs- und Interventionslinien ist erforderlich. Die wichtigsten Massnahmen der Variante 5 sind:

- Maschinelle Gestaltung einer Flusslandschaft mit Inselstruktur
- Rückbau Uferverbau sofern keine Restriktionen vorhanden
- Anschüttung Ufer entlang Schutzzone S2 «Oberi Au» (Flachufer)
- Maschinelle Anhebung der Flusssohle
- Verlegung BKW-Hochspannungsleitung

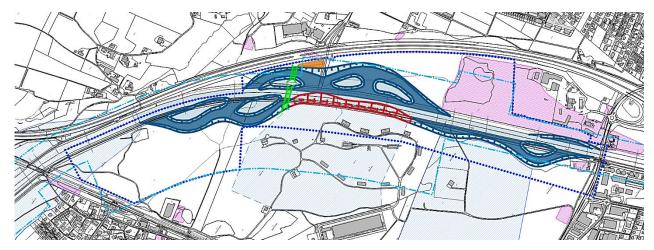


Abbildung 4.5 Variante 5

4.1.6 Bewertung der Varianten

Die Varianten 1 bis 5 wurden anhand einer Nutzwertanalyse bewertet. Dabei wurden insgesamt 24 Kriterien aus den Themenbereichen «Flussbau / Morphologie», «Naherholung und Gesellschaft», «Ökonomie und Wirtschaftlichkeit», «Ökologie» sowie «Umwelt» berücksichtigt (siehe 0).

Variante	V 1	V 2	V 3	V 4	V 5
Flussbau / Morphologie	16.7	23.3	36.7	46.7	43.3
Naherholung und Gesellschaft	30.0	40.0	30.0	40.0	43.3
Ökonomie und Wirtschaftlichkeit	43.2	42.0	28.8	19.6	20.8
Ökologie	0.0	25.0	50.0	55.0	50.0
Umwelt	26.7	20.0	40.0	40.0	33.3
Total	116.5	150.3	185.5	201.3	190.8

Tabelle 4.1 Bewertung Varianten 1 bis 5 (Nutzwertanalyse)

Die Variante 4 mit einer eigendynamischen Aufweitung und einer Sohlenverbreiterung um 20 bis 25 m als Initialmassnahme hat dabei die beste Bewertung erhalten. Eine Zusammenfassung aus der Nutzwertanalyse ist in Tabelle 4.1 aufgeführt. Die Stabilität der Bewertung in der Nutzwertanalyse wurde mit einer Sensitivitätsanalyse überprüft. Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass die Variante 4 auch bei einer anderen Gewichtung der Themenbereiche mehrheitlich auf dem ersten Rang zu liegen kommt.

Die Variante 4 wird innerhalb des Fachausschusses und der Begleitgruppe grösstenteils favorisiert. Ein wichtiges Argument für die Wahl der Variante 4 besteht darin, dass auf dem Projektabschnitt eine eigendynamische Entwicklung gefördert werden soll. Damit die eigendynamische Entwicklung einsetzt, ist eine Verbreiterung des Gerinnes auf eine minimale Breite von 50 m erforderlich (siehe Kap. 5.8.4). Eine ausgeprägte eigendynamische Entwicklung wird nur mit den Varianten 4 und 5 erreicht. In den Varianten 1 und 2 ist keine und in der Variante 3 nur eine langsame eigendynamische Entwicklung zu erwarten.

Zu erwähnen ist zudem, dass das Instandsetzungsprojekt der Variante 1 nicht mit den gesetzlichen Vorgaben kompatibel ist. Die Massnahmen entsprechen nicht den Vorgaben im Wasserbaugesetz (WBG, Art. 4) und dem Gewässerschutzgesetz (GSchG, Art. 37). Die Bewilligungsfähigkeit dieser Variante ist deshalb nicht gesichert.

4.2 Varianten Uferverbau

Die Uferbereiche innerhalb des Projektperimeter können in zwei Bereiche unterteilt werden:

- Abschnitte mit Restriktionen für die seitliche Entwicklung der Aare (Grundwasserschutzzonen, Altlasten, Autobahn)
- Abschnitte, die nicht unmittelbar durch Restriktionen eingeschränkt werden und eine eigendynamische Entwicklung möglich ist:
 - Ca. km 4.8 bis 5.2 am rechten Ufer
 - Ca. km 5.42 bis 5.9 am linken Ufer

Für die Abschnitte mit Restriktionen wurde kein Variantenstudium durchgeführt. Aufgrund der Einschränkungen erfolgt der Uferverbau in Form eines Blocksatzes mit einer möglichst vielfältigen Strukturierung.

Für die beiden Abschnitte im Bereich der eigendynamischen Entwicklung, die nicht unmittelbar durch Restriktionen eingeschränkt sind, wurden vier Varianten geprüft:

Variante 1: Blocksatz (schlafend erstellt)

Variante 2: Blocksatz (Interventionsmassnahme)

Variante 3: Buhnen (Interventionsmassnahme)

Variante 4: Leitwerke (Interventionsmassnahme)

Der Blocksatz der Variante 1 wird schlafend im Rahmen der Initialmassnahmen erstellt, die Varianten 2 bis 3 werden jeweils zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen der Interventionsmassnahmen umgesetzt.

Der Variantenvergleich wurde anlässlich der Fachausschusssitzung Nr. 5 vom 10.11.2021 vorgestellt. Die Zusammenstellung der Varianten sowie die detaillierte Auswertung für den Variantenvergleich sind im Anhang C aufgeführt. Als Bestvariante hat sich die Variante 3 herauskristallisiert: Der Uferverbau wird auf den entsprechenden Abschnitten mit Buhnen erstellt. Die Umsetzung erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen der Interventionsmassnahmen. Dazu ist die Definition einer Beurteilungs- und Interventionslinie erforderlich.

Variante	V 1	V 2	V 3	V 4
Flussbau / Morphologie	45.0	45.0	45.0	35.0
Naherholung und Gesellschaft	33.3	26.7	46.7	33.3
Ökonomie und Wirtschaftlichkeit	60.0	43.3	36.7	40.0
Ökologie	20.0	20.0	53.3	33.3
Umwelt	20.0	30.0	50.0	40.0
Total	178.3	156.0	231.7	181.7

Tabelle 4.2 Bewertung Varianten Uferverbau (Nutzwertanalyse)

5. Projektbeschreibung

5.1 Konzept

5.1.1 Übersicht

Um die Projektziele zu erreichen, ist soweit es die zahlreichen Randbedingungen ermöglichen, eine Aufweitung des Aarelaufs vorgesehen. Eine Verbreiterung des Gerinnes führt insbesondere zu folgenden Verbesserungen:

- Durch eine breitere Sohle kann die Erosionstendenz auf dem Abschnitt unterbunden werden.
 In der Folge wird auch der Grundwasserspiegel stabilisiert.
- Der Projektabschnitt stellt ein wichtiges Geschiebedepot der Aare dar. Durch die eigendynamische Entwicklung (Seitenerosion) wird der Eintrag an Geschiebe gefördert, womit das Geschiebedefizit im Unterlauf der Aare verkleinert wird.
- Es entsteht eine vielfältig strukturierte Flusslandschaft mit unterschiedlicher und vielseitiger Morphologie.
- Auf dem Projektabschnitt sollen eigendynamische Prozesse in der Aare gefördert werde. Mit einer Verbreiterung des Gerinnes auf 50 m wird die Eigendynamik initiiert.

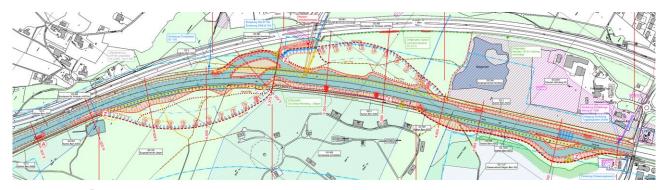


Abbildung 5.1 Übersicht Massnahmen

Durch bestehende Nutzungen ist der Entwicklungsraum der Aare jedoch stark eingeschränkt. Insbesondere die Schutzzonen der bestehenden Wasserfassungen sowie der Ablagerungsstandort «Kieswerk Heimberg, Auwald» sind Restriktionen, die durch die Aufweitung nicht tangiert werden dürfen (siehe Kapitel 2.15.6 und 2.15.7). Für Aufweitungen stehen somit drei Abschnitte im Perimeter zur Verfügung:

- Abschnitt ARA-Brücke bis Baggersee (km 4.140 bis 4.500): Der Abschnitt wird am rechten Ufer durch Ablagerungsstandorte und am linken Ufer durch die Schutzzone der Fassung Amerika-Egge begrenzt. Eine Aufweitung um 25 bis lokal 60 m ist am linken Ufer jedoch möglich. Im Bereich der Schutzzone S2 der Fassung wird hinter dem Blocksatz eine Grundwasserfilterschicht erstellt (siehe Normalie Typ B).
- Abschnitt Oberi Au (QP km 4.500 bis 5.400): Der Abschnitt erstreckt sich vom Baggersee bis auf Höhe der Autobahnüberführung beim CIS-Zentrum in Heimberg. Zwischen Aare und Autobahn befindet sich eine der wenigen Flächen, auf der eine grössere Aufweitung angestrebt werden kann. Der Entwicklungsraum der Aare hat auf dem Abschnitt eine Breite bis ca. 150 m. Das linke Ufer darf aufgrund der Schutzzone der Trinkwasserfassung «Oberi Au» nicht tangiert werden. Der bestehende Verbau wird deshalb

belassen und die Massnahmen werden vorgelagert erstellt (Vorschüttung der Flachufer und Freizeitbuhnen).

Abschnitt unterhalb Zugang Schützenstrasse (QP km 5.400 bis 6.000):
 Unterhalb der Schutzzone «Oberi Au» bis zum Blauseeli wird eine weitere Aufweitung am linken Ufer initialisiert. Das rechte Ufer folgt grösstenteils der Autobahn und liegt ausserhalb des Projektperimeters.

Wie bereits erwähnt stellt der Projektperimeter ein wichtiges Geschiebedepot im Zusammenhang mit dem Geschiebehaushalt der Aare zwischen Thun und Bern dar. Im Rahmen der Projektmassnahmen wurde der Umfang der maschinellen Aufweitung minimiert, um eine möglichst ausgeglichene Materialbilanz zu erzielen. Dennoch resultiert mit der minimal erforderlichen Aufweitung ein Überschuss von rund 125'000 m³ (siehe Kapitel 6.12). Eine minimale Gerinnebreite von 50 m ist erforderlich, damit die eigendynamischen Prozesse eingeleitet werden. Ein Teil des Aushubmaterials wird hauptsächlich zur Vorschüttung des Sohlenversatzes sowie zur Schüttung von Flachufern und der neuen Rampe bei der Schützentrasse verwendet.

In den folgenden Kapiteln werden die in der Abbildung 5.1 (bzw. im Situationsplan Plan-Nr. 02) dargestellten Massnahmen näher erläutert.

5.1.2 Abschnitt 1 ARA-Brücke bis Baggersee (QP km 4.140 bis 4.500)

Der Abschnitt ist seitlich durch bestehende Nutzungen stark eingeschränkt: Am rechten Ufer wird der Entwicklungsraum durch den Ablagerungsstandort im Bereich des Kieswerks und Baggersees, am linken Ufer durch die Schutzzone der Trinkwasserfassung «Amerika-Egge» begrenzt.

Eine mögliche Sanierung des Ablagerungsstandorts wurde als unverhältnismässig eingestuft (siehe Kapitel 6.9). In den aktuellen Projektmassnahmen ist deshalb eine vollständige Instandsetzung des Uferverbaus am rechten Ufer vorgesehen. Im Böschungsfuss im Übergang zum Gerinne soll in diesem Abschnitt mit Strukturelementen der Uferbereich aufgewertet werden.





Abbildung 5.2 Abschnitt 1 nach Initialmassnahmen

Abbildung 5.3 Abschnitt 1 langfristige Entwicklung

Am linken Ufer steht Raum für eine Aufweitung zur Verfügung. Die verfügbare Fläche für die Aufweitung ist durch die Schutzzone der Trinkwasserfassung «Amerika-Egge» auf eine Breite von 25 bis lokal 60 m beschränkt. Eine eigendynamische Entwicklung ist aufgrund der geringen Breite schwierig und ein konsequenter Schutz der Trinkwasserfassung mit Unsicherheiten verbunden. Deshalb wird die maximale Entwicklungsbreite auf dem Abschnitt maschinell erstellt und zum Schutz der Trinkwasserfassung, von Anfang an durch Schutzbauten begrenzt. Das Ufer wird mit einem Blocksatz befestigt, um sicherzustellen, dass die Schutzzone durch

die Dynamik der Aare nicht tangiert wird. Hinter dem Blocksatz wird ein mehrschichtiger Filter erstellt (Grundwasserfilter), um die natürliche Filterwirkung des Bodens zu kompensieren (siehe Normalie Typ B).

Bei km 4.400 bleibt eine Insel stehen. Die Insel dient als Kiesdepot und wird im Laufe der weiteren Entwicklung der Aare langsam erodiert. Im Gegenzug entsteht langfristig ein breites Gerinne mit Kiesbänken, die sich vorwiegend in den Uferbereichen bilden (siehe Abbildung 5.2 und Abbildung 5.3).

5.1.3 Abschnitt Oberi Au (QP km 4.500 bis 5.400)

Der Abschnitt zwischen Baggersee und dem Zugang über die Schützenstrasse in Heimberg ist geprägt durch die grossräumige Aufweitung am rechten Ufer. Zwischen Aare und der Autobahn wird der Aare eine verhältnismässig grosse Fläche für die eigendynamische Entwicklung zur Verfügung gestellt. Im Rahmen der Initialmassnahmen wird das Gerinne der Aare auf eine Breite von ca. 50 m aufgeweitet. Anschliessend erfolgt die eigendynamische Entwicklung des Gewässers innerhalb des Entwicklungsraums, der eine Breite von max. 150 m aufweist. Der Entwicklungsraum wird durch eine Interventionslinie begrenzt. Im Bereich der Interventionslinie wird eine weitere Entwicklung durch bauliche Massnahmen unterbunden. Zu den Interventionslinien finden sich in Kapitel 5.3.3 weitere Ausführungen.

Am linken Ufer liegt die Schutzzone der Fassung «Oberi Au». Die Schutzzone darf durch die Projektmassnahmen nicht tangiert werden. Zum Schutz der Trinkwasserfassung wird ein neuer Uferverbau vor dem bestehenden Ufer errichtet. Der heutige Uferverbau wird mit Kiesmaterial überschüttet, um ein Flachufer auszugestalten. Mit dem Flachufer soll der Zugang zum Gewässer auch für Erholungssuchende attraktiver gestaltet werden.

Um die Strömung tendenziell vom linken Ufer in den Aufweitungsbereich am rechten Ufer zu lenken, sind an verschiedenen Stellen flache Steinbuhnen vorgesehen (siehe Abbildung 5.4 und Abbildung 5.5).





Abbildung 5.4 Abschnitt 2 nach Initialmassnahmen

Abbildung 5.5 Abschnitt 2 langfristige Entwicklung

5.1.4 Abschnitt unterhalb Zugang Schützenstrasse (QP km 5.400 bis 6.000):

Das rechte Ufer liegt unterhalb des QP km 5.600 bereits ausserhalb des Projektperimeters. Zwischen dem Zugang über die Schützenstrasse bis zum Anschluss an das bestehende Ufer findet eine grössere Transformation der Umgebung statt: Im Übergangsbereich ist die Sicherung der Autobahn von zentraler Bedeutung. Damit der neue Uferverbau erstellt werden kann, wird im Bereich des Profils km 5.420 ein Seitenarm ausgehoben und die Böschung zur Autobahn mit einem neuen Blocksatz gesichert. Dabei entsteht eine grössere Insel im Gerinne (siehe Abbildung 5.6). Die Insel dient als Kiesdepot und wird im Laufe der weiteren Entwicklung von der Aare langsam erodiert (siehe Abbildung 5.7). Sowohl die Insel wie auch die Form des Blocksatzes entlang der Autobahn dienen dazu, die Wassermassen an das linke Ufer zu lenken.





Abbildung 5.6 Abschnitt 3 nach Initialmassnahmen

Abbildung 5.7 Abschnitt 3 langfristige Entwicklung

Unterhalb der Schutzzone der Fassung «Oberi Au» steht am linken Ufer eine weitere Fläche für die eigendynamische Entwicklung der Aare zur Verfügung. Der Entwicklungsraum befindet sich auf der Kurveninnenseite. Die Umlenkung der Wassermassen an das linke Ufer erfolgt hauptsächlich durch die Form der Insel und der Form des Blocksatzes entlang der Autobahn (Prallhang). Für die eigendynamische Entwicklung steht ein Entwicklungsraum von bis zu 80 m zur Verfügung. Im Bereich des Blauseelis beginnt die Schutzzone der Wasserfassungen Kiesen, weshalb der Entwicklungsraum dort begrenzt wird. Die Aare wird oberhalb des Blauseelis zurück in das bestehende Gerinne geleitet.

Beim Blauseeli sind Aufwertungsmassnahmen sowohl in Bezug auf die Ökologie wie auch für die Naherholung vorgesehen.

5.2 Zeitliche Entwicklung

5.2.1 IST-Zustand

Die Aare fliesst heute in einem kanalisierten Gerinne mit wenig Strukturen (siehe Abbildung 5.8). Die Problematik des heutigen Zustands ist in der Ausgangslage beschrieben (siehe Kapitel 2).

5.2.2 Nach Initialisierung

Um die eigendynamische Aufweitung zu begünstigen, wird die Gerinnebreite mit Initialmassnahmen maschinell im Mittel um ca. 25 m auf 45 bis 50 m erhöht (siehe Abbildung 5.9). Diese minimale Sohlenbreite ist notwendig, um eine eigendynamische Verbreiterung zu begünstigen. Im Gegensatz zum IST-Zustand ist mit der Verbreiterung eine Morphologie mit alternierenden Kiesbänken zu erwarten (siehe Kapitel 6.3). Die durch die Verbreiterung resultierende Anhebung der Sohle wird maschinell gebaut, damit das Geschiebe nicht während mehreren Jahren liegen bleibt («Geschiebefalle») bis der Sohlenversatz natürlich entstanden ist. Mit der Anhebung der Sohle um bis zu 2.0 m im Bereich der Aufweitung wird verhindert, dass die Aufweitung zu einem akuten Geschiebedefizit im Unterlauf führt.





Abbildung 5.8 Luftbild mit dem Zustand heute

Abbildung 5.9 Skizze Situation nach Initialmassnahmen

Im Gerinne selbst werden u.a. Elemente wie Blockbuhnen und Engineered Log Jam (ELJ) zur Strömungslenkung und Verbesserung der Strukturvielfalt erstellt (siehe Kapitel 5.3.5).

Im Bereich von geplanten Aufweitungen ist der Abbruch und Rückbau des bestehenden Uferverbaus erforderlich. Entlang von schützenswerten Objekten (Ablagerungsstandort, Schutzzonen Trinkwasserfassungen, Autobahn) ist eine Instandsetzung und Erneuerung bzw. der Neubau des Uferverbaus erforderlich.

Durch die Massnahmen wird das bestehende Wegnetz tangiert. Die Initialmassnahmen umfassen deshalb auch die Erstellung der definitiven Wegführung ausserhalb des Entwicklungsraums der Aare sowie die Schaffung von Trampelpfaden entlang des Gewässers innerhalb des Entwicklungsraums. Die Lage der Trampelpfade wird je nach Entwicklung der Aare jeweils angepasst.

5.2.3 Zustand mittelfristig

Nach der Umsetzung der Initialmassnahmen folgt die eigendynamische Entwicklung bis zur maximalen Breite, die durch eine Interventionslinie oder den Uferverbau begrenzt ist. Durch die Seitenerosionsprozesse werden die seitliche Ausdehnung der Aare innerhalb des Entwicklungsraums grösser. Die zeitliche und räumliche Entwicklung ist stark von den Hochwasserereignissen abhängig (siehe Abbildung 5.10).

5.2.4 Endzustand

Im Laufe der Zeit nähert sich die Ausdehnung der Aare ihrem maximalen Entwicklungsraum an (siehe Abbildung 5.11). Auf Abschnitten, auf denen bisher auf einen Verbau verzichtet wurde, müssen nun im Rahmen von Interventionsmassnahmen der Uferverbau hergestellt werden. Die eigendynamische Entwicklung der Aare wird ab diesem Zeitpunkt innerhalb des definierten Entwicklungsraums durch einen Uferverbau eingeschränkt. Idealerweise können die baulichen Eingriffe innerhalb des Entwicklungsraum nun auf ein Minimum reduziert werden.





Abbildung 5.10 Skizze Situation mittelfristig

Abbildung 5.11 Skizze Situation im Endzustand

5.3 Massnahmen Wasserbau

5.3.1 Aufweitung der Aare

Im Projektperimeter steht der Aare ein Entwicklungsraum für die eigendynamische Aufweitung zur Verfügung. Der Entwicklungsraum wird durch strikte Randbedingungen wie Schutzzonen der Wasserfassungen, Infrastrukturen und Ablagerungsstandorte begrenzt. Damit die eigendynamische Entwicklung möglich ist, muss im Bereich der betreffenden Abschnitte der Uferverbau entfernt werden. Gleichzeitig wird das Gerinne um ca. 20 bis 25 m auf eine minimale Sohlenbreite von 45 bis 50 m verbreitet. Dies ist die Voraussetzung, um bei gerinnebildenden Abflüssen eine Morphologie mit alternierenden Bänken zu erreichen. Aufgrund der Breiten- und Abflussverhältnisse kann nach Umsetzung der initialen Aufweitung eine Gerinneform mit Inseln oder Kiesbänken erwartet werden. Die dadurch entstehenden Querströmungen, die durch die Kiesbänke ausgelöst werden, beschleunigen den Prozess der Ufererosion. Die seitliche Erosion im Bereich der Aufweitung wird zudem durch strömungslenkende Massnahmen wie Engineered Log Jam (ELJ) und grossen Steinbuhnen unterstützt.

5.3.2 Uferverbau

Wie bereits erwähnt, befinden sich innerhalb des Projektperimeters diverse sensible Objekte, die geschützt werden müssen. Es handelt sich dabei insbesondere um die Schutzzonen der Trinkwasserfassungen, Ablagerungsstandorte (Altlasten) oder die Autobahn. Der Uferverbau wird an kritischen Stellen im Rahmen der Initialmassnahmen bereits zu Beginn des Projekts realisiert.

Im Bereich von weniger kritischen Abschnitten, wo eine eigendynamische Entwicklung über mehrere Jahre zu erwarten ist, werden Beurteilungs- und Interventionslinien definiert. Für die Festlegung des Uferverbaus auf diesen Abschnitten wurde ein Variantenstudium durchgeführt (siehe Kapitel 4.2). Als Bestvariante wird ein

Verbau mit Buhnen umgesetzt. Die Umsetzung der Interventionsmassnahmen auf den betreffenden Abschnitten erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt, sobald das Gewässer durch die eigendynamische Entwicklung die Beurteilungslinie erreicht (siehe Kapitel 5.3.3).

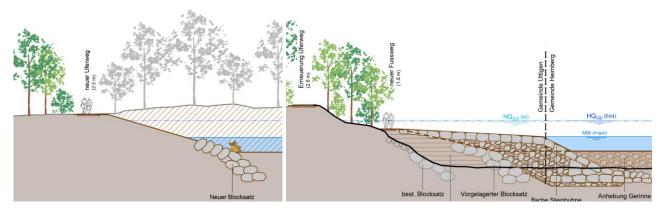


Abbildung 5.12 Uferverbautypen: Blocksatz (links) und Buhnen (rechts)

Im beiliegenden Dossier befinden sich diverse Normalien für die verschiedenen Uferverbautypen. Vorgesehen sind insbesondere Ufersicherungen mit Blocksatz und Buhnen. Bei der Gestaltung des Blocksatzes wird auf eine abwechslungsreiche Strukturierung des Verbaus geachtet: Mit einem geschwungenen Blocksatz soll eine monotone Gestaltung vermeiden werden. Mit unregelmässigen Formen wird die Makrorauigkeit gefördert. Vorgelagerte Strukturelemente (Fusssteine und allenfalls Wurzelstöcke) erhöhen die Strukturvielfalt.

Im Bereich der Schutzzone «Amerika-Egge» wird hinter dem Blocksatz ein technischer Filter aufgebaut. Der Filter hat die gleiche Funktion wie die natürliche Deckschicht und schützt das Grundwasser vor Verunreinigungen.

Der Uferverbau ist mehrheitlich flacher als 2:3 (Verhältnis vertikal zu horizontal) ausgestaltet und wird in einer Filterschicht verlegt. Die Anforderungen an einen reptiliengerechten Uferverbau werden dadurch erfüllt. Eine Überdeckung mit grobem Bruchsteinmaterial wird aufgrund des hohen Materialbedarfs jedoch nur abschnittsweise umgesetzt. Eine Überschüttung mit Aushubmaterial (Aarekies) ist möglich.

5.3.3 Beurteilungs- und Interventionslinien

Im Rahmen der Mitwirkung und der späteren Projektentwicklung wurden verschiedene Varianten (siehe Varianten Uferverbau im Kapitel 4.2) für die Umsetzung des Uferverbaus geprüft. Die Bestvariante sieht vor, dass im Bereich der eigendynamischen Entwicklung eine Beurteilungs- und Interventionslinie definiert wird.

Mit der Festlegung von Beurteilungs- und Interventionslinien kann der Umfang des Eingriffs während den Hauptarbeiten reduziert werden. Der Uferverbau wird erst zu einem späteren Zeitpunkt nach Erreichen der Beurteilungs-, resp. Interventionslinie realisiert. Die Funktion der beiden Linien sind in der Arbeitshilfe des Kantons [22] definiert:

- Erreicht die Böschungsoberkante des Gerinnes eine zuvor festgelegte Beurteilungslinie, erfolgt eine Beurteilung der momentanen Situation und der möglichen weiteren Entwicklung. Es wird entschieden, ob die geplanten und bewilligten Massnahmen zur Sicherung der Interventionslinie ergriffen werden oder ob sich das Gewässer weiter frei verbreitern darf, respektive, ob die geplanten Massnahmen nach aktuellen Kenntnissen angepasst werden.
- Die Interventionslinie ist eine Planungslinie, welche die zugestandene max. Ausdehnung der Ufererosion eines Fliessgewässers darstellt. Wird diese Linie überschritten und durch das Gewässer eingenommen, wird das Ufer bis zu dieser Linie gemäss den im Plan festgelegten oder gleichwertigen Massnahmen instand gestellt und geschützt.

Die Linienführung der Beurteilungsline ist so festzulegen, dass beim Erreichen der Linie genügend Zeit für die Realisierung von Schutzmassnahmen zur Haltung und Sicherung der Interventionslinie bleibt. Die Beurteilungslinie wird im Projektabschnitt um 25 bzw. 50 m vorgelagert, damit als Puffer ein Ereignis (Bemessungsabfluss HQ₁₀₀) vorhanden ist, bevor die Interventionslinie erreicht wird. Als Grundlage für die Festlegung dienen die Erosionsbreiten, die im Rahmen der Gefahrenbeurteilung an der Aare zwischen Thun und Bern [23] ermittelt wurden:

Ufer mit Prallhang: 50 mGleitufer oder Kurveninnenseite: 25 m

Die Festlegung von Beurteilungs- und Interventionslinie ist auf die Bereiche mit eigendynamischer Entwicklungsraum beschränkt:

- Am rechten Ufer ca. zwischen km 4.8 bis 5.2
- Am linken Ufer ca. zwischen km 5.42 bis 5.9

Obwohl die Interventionsmassnahmen zu einem späteren Zeitpunkt ausgeführt werden, werden die Massnahmen ebenfalls mit dem hier vorliegenden Wasserbauplan genehmigt. Die Interventionslinie wird zum entsprechenden Zeitpunkt mit Blockbuhnen gesichert und dadurch eine zukünftige weitere Entwicklung der Aare eingeschränkt.

5.3.4 Schutzdämme / Geländemodellierungen

Im Rahmen der Initialmassnahmen wird stellenweise der bestehende Hochwasserschutzdamm zurückgebaut, um Raum für die Initialmassnahmen zu schaffen. Damit der Hochwasserschutz auch nach der Umsetzung der Massnahmen sichergestellt werden kann, sind abschnittsweise kleinere Schutzdämme, resp. Geländemodellierungen entlang der Autobahn erforderlich (siehe Plan-Nr. 02). Eine 3D-Modellierung des Geländes auf der rechten Uferseite zeigt, dass sich zwischen dem Aareufer und der Autobahn verschiedene Mulden befinden, in denen ausuferndes Aarewasser bis zur Autobahn vordringen kann.

Die Dämme werden mit geeignetem Aushubmaterial aus dem Projektperimeter, welches im Rahmen der Initialmassnahmen anfällt, realisiert.

Am linken Ufer sind zwischen QP km 5.600 bis km 6.000 Geländemodellierungen mit einer maximalen Höhe von 30 bis 40 cm erforderlich. Mit den Geländemodellierungen wird verhindert, dass im Hochwasserfall das Wasser der Aare durch die Unterführung beim Bahnhof Uttigen dringen kann. Für das Festlegen der Höhe wird ein reduziertes Freibord berücksichtigt. De Berechnung erfolgt unter der Annahme, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Geländemodellierungen sehr tief ist (v ~ 0 m/s).

5.3.5 Strukturelemente

Die Initialmassnahmen umfassen verschiedene grössere Strukturelemente. Die Elemente dienen einerseits dazu, die geraden Uferabschnitte ohne Entwicklungsmöglichkeiten ökologisch aufzuwerten (z.B. linkes Ufer im Abschnitt Oberi Au). Zudem wird versucht, mit strömungslenkenden Massnahmen die eigendynamische Entwicklung zu fördern. Im Projekt werden insbesondere folgende Elemente umgesetzt:

Engineered Log Jam (ELJ)

Bei einem ELJ wird durch den Einbau von Totholz, Kies und Blocksteinen sowie Pflanzungen diverser Baumarten ein natürlicher Erosionsschutz gebildet (siehe Abbildung 5.13). Zusätzlich zum Erosionsschutz bietet ein ELJ durch seine vielfältigen Strukturen im Niederwasserbereich wertvolle Fischunterstände und aquatische Habitate. Mit dem ELJ kann eine gewässernahe Beschattung mit standortheimischen Gehölzen erreicht werden, deren Wurzeln mittelfristig die Funktionalität des Totholzgerüstes ersetzen und den Erosionsschutz des Ufers sicherstellen.

Im Projekt werden die ELJ insbesondere an Stellen eingesetzt, wo eine Ablenkung der Strömung an das andere Ufer erwünscht ist. Als Grundstruktur wird für den ELJ die Kastenbauweise gewählt. Gegenüber der einem lageweisen Aufbau bietet die Kastenbauweise den Vorteil, dass die Strukturen im Trockenen vorbereitet werden können. Ein einzelner Kasten wird anschliessend im Wasser versenkt und mit Steinen beschwert und verankert.

Blockbuhne

Entlang des Flachufers auf dem mittleren Abschnitt sind zwei Blockbuhnen vorgesehen, um die Struktur- und Strömungsvielfalt am Ufer zu erhöhen. Das linkseitige Flachufer verläuft verhältnismässig geradlinig entlang der Grundwasserschutzzone «Oberi Au».

Der Buhnenkopf wird leicht inklinant erstellt, so dass sich die Strömung tendenziell vom Ufer löst und in Richtung der Aufweitung am rechten Ufer gelenkt wird. Die Buhnen werden möglichst flach mit breitem Rücken ausgebildet, so dass diese auch durch Erholungssuchende genutzt werden können (siehe Abbildung 5.13).





Abbildung 5.13 Engineered Log Jam (ELJ) Farhubel / Steinbuhne Muri in Realisierung

Zur Strukturierung im Uferbereich werden auch kleinere Elemente wie Wurzelstöcke, Wurzel- und Störsteine verwendet.

5.3.6 Auswasserungsstelle

Es ist vorgesehen bei Flusskilometer 6.2 eine Auswasserungsstelle zu realisieren, damit die Uttiger-Schwelle zu Fuss umgangen werden kann. Abklärungen mit Aarebootsfahrten.ch haben ergeben, dass eine Auswasserungsstelle zwingend auf der linken Uferseite errichtet werden sollte. Dies v.a. weil rund 130 m unterhalb der SBB-Brücke ebenfalls auf der linken Uferseite eine Einwasserungsstelle vorhanden ist, und weil die Wegverbindung entlang der Aare auf der rechten Uferseite im Bereich der SBB-Brücke nicht gegeben ist.

Die Auswasserungsstelle kommt rund 230 m oberhalb der SBB-Brücke zu liegen und wird mit Flussbausteinen erstellt. Vor der Auswasserungsstelle ist eine Buhne vorgesehen, so dass im Schutze dieser bzw. im Widerwasser ausgewassert werden kann (siehe Plan-Nr. 04).

5.4 Massnahmen Seitenbäche

Der Chräbsbach, welcher am rechten Ufer bei km 5.6 in die Aare mündet, wird durch das Projekt nicht tangiert.

Der Toggelisgraben am rechten Ufer bei km 4.2 wird durch das Projekt nur am Rande tangiert, d.h. einzig im Mündungsbereich muss die heutige Eindolung Ø 600 an den zu sanierenden Uferverbau angepasst werden.

Die Anpassung erfolgt ab dem Schacht-Nr. C902. Das Rohr (neu Ø 800) wird künftig ab dem Schacht-Nr. C902 mit einem geringeren Gefälle als heute in die Aare eingeleitet. Dies aus dem Grund, dass durch den maschinell geschütteten Sohlenversatz (siehe Kapitel 5.8.2) der künftige Mittelwasserspiegel der Aare, im Bereich der Einleitung, rund 1.15 m höher zu liegen kommt und somit das Rohr bei gleichbleibendem Gefälle, permanent eingestaut wäre.

5.5 Massnahmen Infrastruktur

5.5.1 Schützenstrasse

Die Schützenstrasse verbindet Heimberg mit dem Naherholungsgebiet an der Aare. Die Strasse stellt am rechten Ufer einen der wenigen Zugangspunkte zum Projektperimeter dar und führt mit einer Brücke über die Autobahn. Auf beiden Seiten der Brücke ist jeweils eine Rampe zum Überwinden der Höhendifferenzen erforderlich. Die bestehende Rampe der Schützenstrasse ist etwas länger als 100 m und ragt dementsprechend weit in den Entwicklungsraum der Aare hinein.

Um der Aare mehr Platz zur Verfügung zu stellen, wird die Rampe im Rahmen des Projekts umgelegt, so dass diese parallel zur Autobahn verläuft. Dadurch kann ein wesentlicher Teil im Bereich der alten Rampe als Entwicklungsraum der Aare genutzt werden. Mit der Anpassung an der Rampe müssen auch die Entwässerungsleitungen von Heimberg und ASTRA umgelegt werden (siehe Kapitel 5.6.2 und 5.6.3).

5.5.2 Wanderwege und Fahrradrouten

Die heutigen, links- und rechtsufrig verlaufenden Hauptverbindungen (Velo- und Wanderrouten) müssen aufgrund der Initialmassnahmen abschnittsweise rückversetzt werden. Diese werden in Abschnitten mit eigendynamischer Entwicklung hinter dem Entwicklungsraum der Aare errichtet. Das heutige Wegnetz wird auf diesen Abschnitten mit einem Trampelpfad in Gewässernähe ergänzt.

Nach Möglichkeit werden die Fussgänger und Velofahrer getrennt. Entlang der Schutzzone der Fassung «Oberi Au» soll deshalb eine parallele Wegführung umgesetzt werden. Der bestehende Uferweg wird ertüchtigt und steht v.a. den Velofahrenden zur Verfügung. Explizit für die Fussgänger soll ein Weg entlang der Uferlinie errichtet werden.

Der ertüchtigte Uferweg entlang der Schutzzone Oberi Au sowie die neuen rückversetzten Wege dienen zudem als Unterhaltswege.

5.5.3 Wasserentnahmestellen Armasuisse (Beton-Plattformen)

Im Perimeter befinden sich zwei Beton-Plattformen, die im Brandfall zur Entnahme von Wasser aus der Aare dienen. Die Plattformen befinden sich ca. bei km 4.760 und km 5.190 am linken Ufer. Die beiden Plattformen werden im Rahmen der Initialmassnahmen abgebrochen. Allfällige Bedürfnisse der Armasuisse, um die Entnahme von Wasser aus der Aare sicherzustellen, werden im Rahmen der Erarbeitung des Bauprojekts abgeklärt.

5.6 Massnahmen Werkleitungen

5.6.1 BKW-Leitung

Innerhalb des Projektperimeters verläuft die 132 kV Freileitung der BKW entlang des rechten Ufers. Die Leitung liegt im Gewässerraum und teilweise innerhalb des geplanten Entwicklungsraums der Aare. Die Hochspannungsleitung muss deshalb auf einer Länge von knapp 1.5 km verlegt werden.

Die Umlegung beginnt unterhalb der ARA-Brücke und reicht bis zum Ende des Projektperimeters am rechten Ufer. Die neue Linienführung folgt voraussichtlich parallel zur Gurnigelstrasse Richtung Autobahn und verläuft danach parallel zu dieser ausserhalb der ASTRA Baulinie (siehe Plan-Nr. 02). Die Leitung wird erdverlegt.

Im Rahmen des Wasserbauplans Aare Oberi Au wird in Absprache mit der BKW lediglich das neue Trasse festgelegt. Das Projekt selbst wird von der BKW bearbeitet. Allerdings sind die beiden Verfahren (Wasserbauplan und ESTI) koordiniert zu bearbeiten bzw. aufzulegen.

5.6.2 Meteorwasserleitungen

Im Projektperimeter sind diverse Ausläufe und Überläufe der Siedlungsentwässerung in die Aare vorhanden (siehe. Kapitel 2.14.5):

- Die Einleitung der Entlastungsleitung Ø 1'000 bei km 4.2 muss im Mündungsbereich dem sanierten Uferverlauf angepasst werden.
- Die Einleitung des Regenüberlauf RW Ø 1'500 bei km 4.9 wird innerhalb des Entwicklungsraums der Aare, zurückgebaut und in einem offenen Gerinne geführt. Dadurch kann vermieden werden, dass die Rohrsegmente der Entwässerungsleitungen bei Hochwasser fortgespült werden.
- Der Regenüberlauf RW Ø 700 bei km 5.280, welcher entlang der heutigen Rampe der Schützenstrasse führt (siehe. Kapitel 2.14.5), wird künftig entlang der neuen Rampe unmittelbar neben der ASTRA-Leitung (siehe Kapitel 5.6.3) geführt und bei km 5.375 in die Aare geleitet.

Bei grösseren Hochwasserereignissen können diese Ausläufe durch die Aare eingestaut werden. Durch die Veränderung der Wasserspiegellage infolge der Sohlenanhebung, ist bei Teilen dieser Ausläufe zukünftig bereits bei etwas kleineren Hochwasserjährlichkeiten mit einem Einstau durch die Aare zu rechnen. Für grössere Abflussmengen (z.B. HQ₁₀₀) ist keine Veränderung zu erwarten, da die Wasserspiegellagen in diesem Fall nicht höher als heute liegen (siehe Kapitel 5.8.2).

5.6.3 ASTRA-Leitung

Der Überlauf des Ölabscheiders Ø 700 liegt grösstenteils im künftigen Entwicklungsraum der Aare und muss folglich verlegt werden. Dieser wird entlang der neuen Rampe der Schützenstrasse parallel zur A6 führen und bei Flusskilometer 5.375 in die Aare münden (siehe Plan-Nr. 07).

5.6.4 Entlastung Meteorwasser Uetendorf

Auf der linken Uferseite unmittelbar unterhalb der ARA-Brücke mündet die Entlastungsleitung Abwasser Uetendorf in die Aare. Das Einlaufbauwerk (Betonkanal) ist für die Ufersanierung zu unterfangen.

5.7 Massnahmen Umwelt

5.7.1 Umwelt

Der Untersuchungsumfang der Umweltbereiche wird auf Stufe Vorprojekt in einer Voruntersuchung mit Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung in Rücksprache mit den zuständigen Behörden festgelegt. Diejenigen Untersuchungen, die jahreszeitlich abhängig sind, wurden teilweise bereits im Frühling und Sommer 2021 durchgeführt. Viele Grundlagen sind bereits aus dem Projekt «aarewasser» bekannt. Sie werden wo erforderlich durch die laufenden Untersuchungen ergänzt, welche teilweise erst beim Vorliegen des Vorprojektes/Bauprojektes erfolgen können. Eine erste Abschätzung der erforderlichen Massnahmen für die verschiedenen As-

pekte findet sich im Bericht «Voruntersuchung und Pflichtenheft zur Hauptuntersuchung» [29]. Ersatzmassnahmen im Bereich Flora, Fauna und Lebensräume können zum heutigen Projektstand noch nicht abschliessend definiert werden. Vorschläge sind aber bereits im Plan-Nr. 16 dargestellt.

Massnahmen am Blauseeli (siehe Kapitel 5.7.2) sowie weitere Massnahmen, zu Gunsten der terrestrischen Lebensräume, werden in der nächsten Planungsphase gemeinsam mit den betroffenen Grundeigentümern nach Abschluss der Felderhebungen erarbeitet.

In Bezug auf die aquatischen Lebensräume stehen Massnahmen zur Förderung der Äsche im Vordergrund. Wichtige Strukturen sind lockere, nicht verfestigte Kiessohlen, unterspülte Ufer als Unterstände, Kiesbänke und Flussinseln für juvenile Äsche, Nebenarme als Rückzugsgebiete bei Hochwasser und Buhnen mit Kolken.

Grundsätzlich erfolgt durch die Aufweitung der Aare und das Zulassen von dynamischen Prozessen aus Sicht Natur und Landschaft eine erhebliche Aufwertung des Gebietes.

5.7.2 Blauseeli

Das für Amphibien wichtige Blauseeli wird aufgewertet. Dabei ist wichtig, dass das Gewässer weiterhin im Winter austrocknet. Auch sind Massnahmen vorgesehen, welche die Attraktivität für die Naherholung verbessern. Besucherlenkende Massnahmen, welche den Badebetrieb von den naturnahen Flächen weglenken bzw. möglichst fernhalten sind vorgesehen. Der Badebetrieb und die Naturwerte sollen entflochten werden. Die Details werden im Rahmen der Hauptuntersuchung UVB bzw. im Bauprojekt erarbeitet und beschrieben.

5.7.3 Naherholung und Freizeitnutzung

Im Projekt sind im Zusammenhang mit der Naherholung und der Freizeitnutzung folgende Punkte vorgesehen:

- Die Attraktivität des Blauseelis wird erhöht (siehe Kapitel 5.7.2).
- Der Zugang zum Gewässer Aare wird auf weiten Abschnitten verbessert (siehe Plan-Nr. 02 Buchstabe Z). Ein besonders attraktiver Zugang entsteht am linken Ufer entlang der Schutzzone «Oberi Au». Mit dem Flachufer und den Steinbuhnen entstehen bereits im Rahmen der Initialmassnahmen interessante Bereiche für Besucher. Die Steigerung der Attraktivität des gesamten Perimeters wird zweifelsohne Naherholungssuchende anziehen. Mit ihnen nimmt auch die Anzahl der Parkplatzsuchenden zu. In den Gemeinden Heimberg, Uetendorf und Uttigen existieren diverse Parkmöglichkeiten auf öffentlichem und privatem Grund (Sportzentrum Heimberg, Stöckli Swiss Sports AG, ARA Thunersee). Diese sind im Plan-Nr. 14 dargestellt. In einem nächsten Schritt soll unter der Leitung der Gemeinden mit den Privaten eine mögliche Parkierung an den Wochenenden besprochen werden.
- Durch die vielseitige Morphologie mit Kiesbänken entstehen mittel- bis langfristig auf sämtlichen Abschnitten attraktive Uferbereiche.
- Oberhalb der SBB-Brücke ist die Realisierung einer Auswasserungsstelle für Aareböötler geplant (siehe Plan-Nr. 02 Buchstabe A).
- Entlang der Autobahn wird eine etwa 2.5 m hohe Totholzstruktur errichtet. Diese Struktur wird aus Ästen erstellt, die mit Holzpfählen gehalten werden. Die Äste dazu werden aus den Rodungen im Rahmen des Projektes verwendet.

5.7.4 Besucherlenkung

Die wasserbauliche Umgestaltung der Aare zwischen der ARA-Brücke und der SBB-Brücke sieht die Attraktivierung des bereits bestehenden Naherholungsraums für die Regionen Heimberg, Uttigen und Uetendorf mit freiem Zugang zu Wald und Gewässer vor. Als solches soll das Gebiet vielseitige Nutzungsmöglichkeiten für Freizeitaktivitäten (Joggen, Radfahren, Spazieren, Grillieren etc.) bieten. Bekanntlich üben Wasserflächen und

INGE VivAare

namentlich fliessende Gewässer grosse Anziehungskraft auf die Menschen aus. Gleichzeitig soll die Tier- und Pflanzenwelt im künftigen Auengebiet möglichst wenig gestört werden. Im Projektperimeter verlaufen offizielle Wanderwege und Velorouten. Mit einer gezielten Besucherlenkung soll der Konflikt, der sich aufgrund von teils widersprüchlichen Interessen zwischen erholungssuchenden Menschen und störungsempfindlichen Tieren und Pflanzen ergibt, möglichst entschärft werden.

5.8 Technische Nachweise

Für die geschiebetechnischen Nachweise stehen verschiedene Modelle zur Verfügung. Für den Abschnitt Oberi Au hat die INGE VivAare das eigene Geschiebemodell erarbeitet. Parallel dazu bewirtschaftet das Büro Hunziker, Zarn & Partner AG das übergeordnete Geschiebemodell. Das Modell der INGE VivAare deckt den Abschnitt zwischen Thunersee und Einmündung der Rotache ab, wohingegen das übergeordnete Geschiebemodell von HZP die gesamte Aare zwischen Thun und Bern mit einer etwas geringeren Auflösung abdeckt.

Gleichzeitig hat das Büro Flussbau AG ebenfalls geschiebetechnische Modellierungen an der Zulg und der Aare im Zusammenhang mit dem Projekt Thun Nord und Zulgmündung vorgenommen.

5.8.1 Geschiebetechnische Nachweise

Hinweis zu den geschiebetechnischen Nachweisen: Die Rückmeldungen aus der Fachausschuss-Sitzung vom 15.03.2022 sind in die Modellierung noch nicht eingeflossen und werden in der nächsten Projektphase berücksichtigt. In der Überarbeitung wird u.a. eine Verlängerung der geplanten Aufweitung bis ca. 150 m vor die SBB-Brücke und die Bereinigung des Geschiebeeintrags für den Endzustand berücksichtigt.

Die Geschiebetransportberechnungen wurden von der INGE VivAare anhand eines 1D-Modells durchgeführt. Das Modell wurde anhand der Periode 2005 bis 2016 geeicht. Aus der Eichung ergeben sich folgende im Modell verwendeten Parameter:

Rauigkeit Uferbereiche: K = 25 m^{1/3}/s

■ Rauigkeit Gerinne: K = 31 bis 34 m^{1/3}/s

Mittlerer Korndurchmesser Eintrag Zulg: dm = 45 mm
 Mittlerer Korndurchmesser Material Aare: dm = 50 mm
 Abflussganglinie Aare: 2005 bis 2016

Geometrie: BAFU Vermessung 2015

Eine Unsicherheit besteht in Bezug auf die Geschiebefrachten aus der Zulg. Das Gesamtmodell von HZP (Hunziker, Zarn & Partner AG) geht von einer Geschiebefracht von ca. 8'000 m³/Jahr aus [9]. Die Abschätzungen im WBP Thun Nord basieren auf einem maximalen Eintrag von 2'400 m³/Jahr. Für die Berechnungen im vorliegenden Projekt wurden Geschiebefrachten aus der Zulg zwischen 2'500 und 6'500 m³/Jahr berücksichtigt.

Zur Abstimmung der verschiedenen Geschiebemodelle wurden zwischen Februar und Dezember 2021 insgesamt fünf Koordinationssitzungen zwischen den Büros HZP, Flussbau AG und der INGE VivAare durchgeführt.

Die geplante Aufweitung in der Oberen Au hat einen wesentlichen Einfluss auf die Geschiebedynamik in der Aare zwischen Thun und Bern. Um den Einfluss der Aufweitung auf die Sohlenentwicklung der Aare abzuschätzen, simulierte die INGE VivAare insgesamt vier verschiede Zustände in verschiedenen Modellläufen (siehe Zusammenstellung in Tabelle 5.1).

Modelllauf	Beschreibung Szenario	Periode
0 IST	IST-Zustand	12 Jahre (2005 bis 2016)
1 INIT	nach Initialisierung (Gerinnebreite b = 50)	12 Jahre (2005 bis 2016)
2 INTER	Zwischenzustand mit einer Gerinnebreite von b = 80 m	12 Jahre (2005 bis 2016)
3 END	Endzustand	48 Jahre (4x Periode 2005 bis 2016)

Tabelle 5.1 Übersicht der Modellläufe (Geschiebemodell INGE VivAare)

Die räumliche Ausdehnung des Geschiebemodells der INGE VivAare für das vorliegende Projekt ist auf den Abschnitt zwischen Einmündung der Zulg und der Rotache beschränkt (Länge ca. 8.9 km). Gleichzeitigt bewirtschaftet das Büro Hunziker, Zarn & Partner AG das übergeordnete Geschiebemodell (siehe. Kapitel 5.8.3), um die Auswirkungen der Aufweitungen in den Abschnitten Thun Nord und Oberi Au über die gesamte Aare zwischen Thun und Bern zu simulieren.

IST-Zustand (0 IST)

Als Basis für die Berechnungen dient das für den IST-Zustand kalibrierte Modell. Die Sohlenlage für die berechnete Periode 2005 bis 2016 (12 Jahre) aus dem Modell für den IST-Zustand ist in Abbildung 5.14 dargestellt. Die berechneten Erosionen ab km 5.0 passen gut mit dem übergeordneten Geschiebemodell und den über die Jahre gemessenen (Flussvermessung) Absenkungen zusammen.

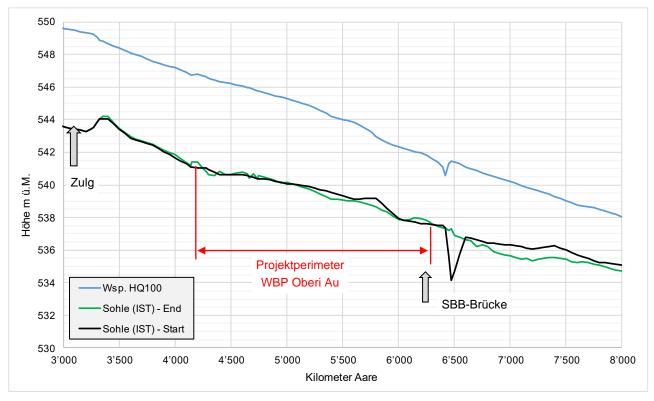


Abbildung 5.14 Entwicklung Sohle für den IST-Zustand

Entwicklung Sohle nach Initialisierung (1 INIT und 2 INTER)

Im Geschiebemodell sind die Initialmassnahmen mit einer Aufweitung des Abflussquerschnitts auf 50 m berücksichtigt. Der Sohlenversatz wurde im Modell bereits als Ausgangssohle berücksichtigt (siehe «Sohle Start» in Abbildung 5.15), damit in der Berechnung der Effekt der Geschiebefalle minimiert wird. Die Unsicherheit in Bezug auf den Geschiebeeintrag aus der Zulg wird mit einer Sensitivitätsanalyse abgedeckt: Für den Zustand nach Initialisierung werden drei verschiedene Einträge von 2'500, 4'500 und 6'500 m³/Jahr berücksichtigt.

Aus den Berechnungen ergeben sich folgende Resultate:

- Die Höhe des Sohlenversatzes nach Initialisierung (b = 50 m) beträgt im Bereich der Aufweitung zwischen 1.6 bis 2.5 m. Mit dem Versatz steigt das Gleichgewichtsgefälle auf 2.5 ‰.
- Der Geschiebeeintrag aus der Zulg hat keinen massgebenden Einfluss auf die Höhe des Sohlenversatzes.

- Oberhalb des Projektperimeters (km 3.2 bis 4.2) sind Auflandungen mit einer M\u00e4chtigkeit von 0.3 bis 0.5 m zu erwarten.
- Eine Erosionstendenz unterhalb der SBB Brücke ist weiterhin feststellbar.

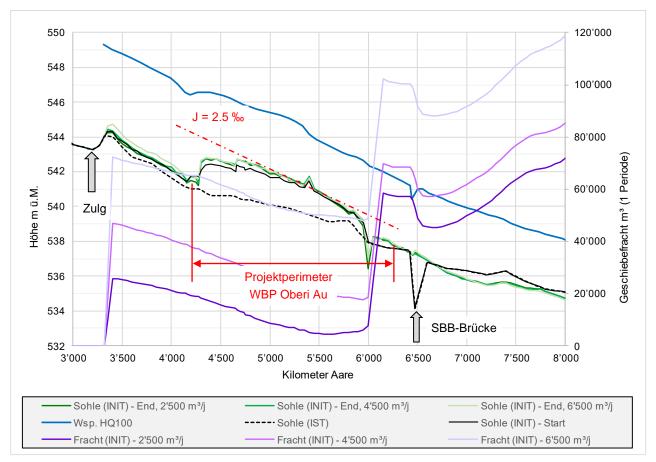


Abbildung 5.15 Entwicklung Sohle für den Zustand nach Initialisierung

Die Berechnete Sohlenlage für einen Zwischenzustand (2 INTER) mit einer Gerinnebreite von 80 m ist in der Abbildung 5.16 dargestellt. Der Sohlenversatz wächst im Vergleich zur Initialmassnahme (1 INIT) um ca. 25 cm.

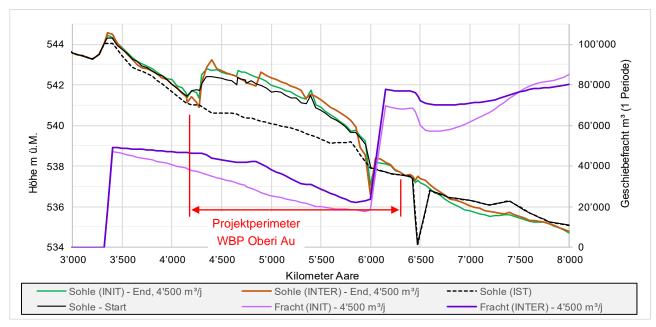


Abbildung 5.16 Entwicklung Sohle für den Zustand (2 INTER), Sohlenbreite 80 m

Entwicklung Sohle für den Endzustand (3 END)

Für den Endzustand wurde im Modell die maximale Entwicklungsbreite der Aufweitung berücksichtigt. Die Sohlenbreiten im Bereich der Aufweitung bewegen sich zwischen 50 bis 145 m (siehe Abbildung 5.17).

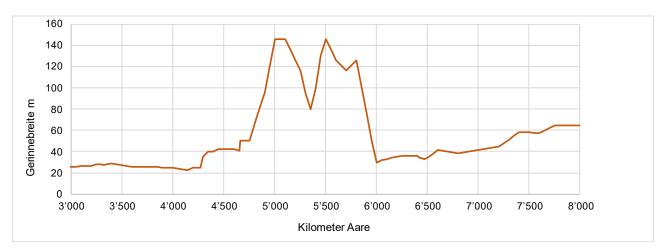


Abbildung 5.17 Gerinnebreite im Modell für den Endzustand

Um den Sohlenversatz für den Endzustand zu berechnen, wurde die Berechnungsperiode auf 48 Jahre erhöht (4x Periode 2005 bis 2016). Die Variation im Geschiebeeintrag aus der Zulg wurde mit einer Bandbreite von 2'500 und 4'500 m³ pro Jahr simuliert.

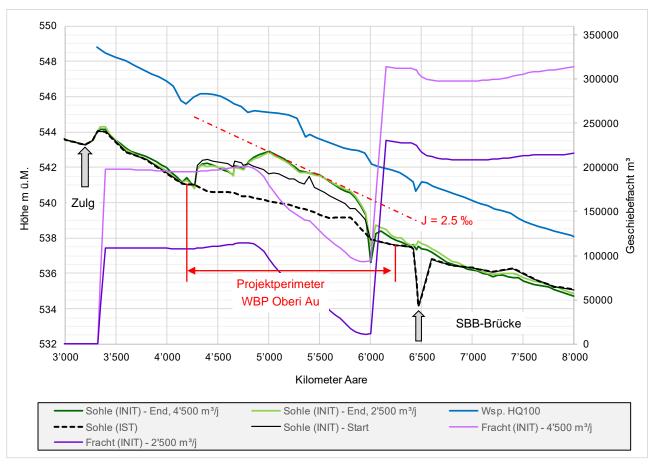


Abbildung 5.18 Extrapolation IST-Zustand

Aus der Berechnung ergeben sich folgende Resultate:

- Die Höhe des Sohlenversatzes erhöht sich nach Initialisierung bis zum Endzustand um einen weiteren Meter. An der höchsten Stelle beträgt die Versatzhöhe im Vergleich zum Ausgangszustand knapp 3 m (QP km 5.0).
- Das Gleichgewichtsgefälle im Bereich der Aufweitung verändert sich nach der Initialisierung kaum und verbleibt bei J = 2.5 ‰.
- Der Geschiebeeintrag aus der Zulg hat keinen massgebenden Einfluss auf die Höhe des Sohlenversatzes.
- Oberhalb des Projektperimeters sind Auflandungen im Vergleich zum Zustand nach Initialisierung wieder etwas tiefer und gleichen sich tendenziell wieder der Ausgangshöhe an.
- Die Erosionstendenz unterhalb der SBB Brücke ist weiterhin feststellbar.

Hinweis zur Berechnung:

Die Berechnung für den Endzustand wird im Rahmen des Bauprojekts überarbeitet. Für die vorliegende Simulation wurde ein Geschiebeeintrag aus der eigendynamischen Entwicklung angenommen. Der Eintrag ist in Abbildung 5.19 bei km 6.0 als markanter Anstieg in der Fracht ersichtlich. Da die eigendynamische Entwicklung im Endzustand bereits abgeschlossen ist, kann kein wesentlicher Eintrag mehr erwartet werden. Deshalb ist die Berechnung zu überarbeiten. Es ist zu erwarten, dass sich die Auswirkungen auf den Abschnitt unterhalb km 6.0 beschränkten.

5.8.2 Wasserspiegellagen

Für die Berechnung der Wasserspiegellagen wurde die Software HEC-RAS des U.S. Army Corps of Engineers verwendet. Die Berechnungen basieren auf der Projektgeometrie und den BAFU-Querprofilen (Stand 2015) – dabei wurde jeweils die berechnete Sohlenlage aus dem Geschiebemodell INGE VivAare berücksichtigt und implementiert. Die berechneten Wasserspiegel sind für das Bemessungshochwasser HQ₁₀₀ für den Ausgangszustand (IST), nach Initialisierung (INIT) und für den Endzustand (END) in der Abbildung 5.19 dargestellt.

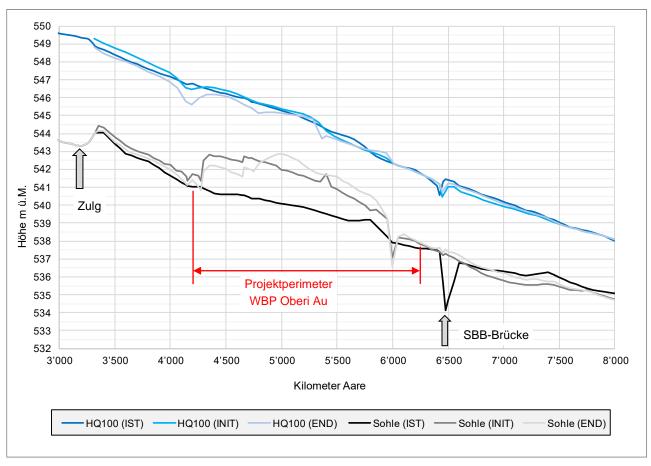
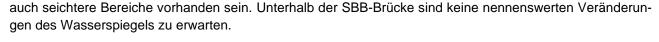


Abbildung 5.19 Wasserspiegellagen für das Bemessungshochwasser HQ100 (550 m³/s)

Die Wasserspiegellagen verändern sich für das Bemessungshochwasser über die verschiedenen Zustände nur geringfügig. Nach der Umsetzung der Initialmassnahmen sind allenfalls geringfügige Erhöhungen im Dezimeterbereich möglich (z.B. bei km 4.2 bis 5.3). Langfristig nähert sich der Wasserspiegel mit zunehmender Gerinnebreite wieder der Ausgangslage an. Etwas deutlicher fällt die Erhöhung des Wasserspiegels oberhalb des Projektperimeters aus: Die Erhöhung beträgt bis zu ca. 0.5 m (Zustand nach Initialisierung) und hängt vom Umfang der Auflandung der Sohle ab.

Eine wesentliche Änderung der Wasserspiegellagen stellt sich erwartungsgemäss für den Mittelwasserabfluss MQ (ca. 120 m³/s) ein. Die Wasserspiegellage liegt nach der Umsetzung der Initialisierungsmassnahmen innerhalb der Aufweitung gut 1.5 m höher als im Ausgangszustand (siehe Abbildung 5.20). Die Erhöhung des Wasserspiegels bei Mittelwasser wirkt sich oberhalb des Projektperimeters bis zur Einmündung der Zulg aus.

Die mittlere Wassertiefe bei Mittelwasser nimmt von ca. 2.0 m im Ausgangszustand auf rund 1.0 m nach Umsetzung der Initialmassnahmen ab. Die Wassertiefe ist jedoch aufgrund der erwarteten morphologischen Entwicklung nicht gleichmässig verteilt. So werden weiterhin Bereich mit deutlich tieferen Wasserständen, aber



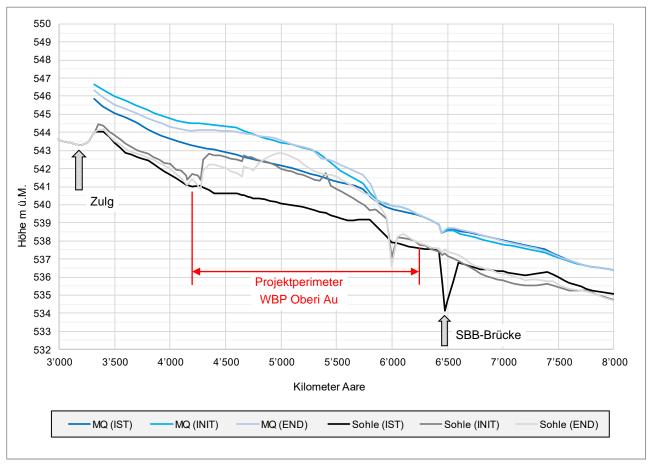


Abbildung 5.20 Wasserspiegellagen für den Mittelwasserabfluss MQ (120 m³/s)

5.8.3 Abstimmung mit übergeordnetem Geschiebemodell

Im Zeitraum von März bis Dezember 2021 fanden insgesamt fünf Sitzungen zwischen den Büros HZP, der Flussbau AG und der INGE VivAare statt. Die Sitzungen dienten dazu, die Randbedingungen der verschiedenen Geschiebemodelle aufeinander abzustimmen. Dabei wurden insbesondere folgende Punkte behandelt:

- Abstimmung Geschiebeeintrag aus der Zulg (plausible Bandbreite)
- Abstimmen der zeitlichen Entwicklung der Aufweitungen und der Geschiebezugaben als Grundlage für das Gesamtmodell
- Plausibilisieren der Versatzhöhe für die Aufweitungen auf dem Abschnitt Oberi Au

Das Büro HZP hat zudem den Auftrag, die Auswirkungen der Aufweitungen über die gesamte Aare zwischen Thun und Bern zu überprüfen. Das übergeordnete Geschiebemodell zeigt für einen Zustand nach Initialmassnahme mit einer Gerinnebreite von 80 m, in der Tendenz, vergleichbare Resultate wie das Modell der INGE VivAare für den Abschnitt zwischen Zulg und der SBB-Brücke (siehe Abbildung 5.21):

- Auflandungen oberhalb des Projektperimeters werden bestätigt
- Die Höhe des Versatzes beträgt im Projektperimeter der Oberen Au bis zu 3 m

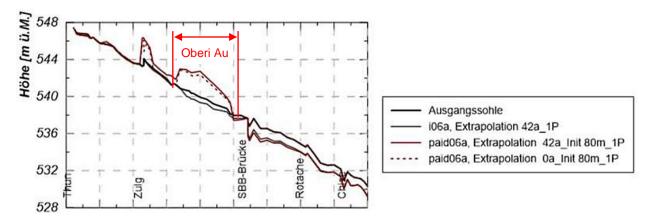


Abbildung 5.21 Entwicklung Sohlenlage im übergeordneten Modell (siehe AN zu Koordination Schnittstelle Geschiebemodellierung [15])

Unterhalb der SBB-Brücke weichen die Resultate im übergeordneten Geschiebemodell jedoch deutlich vom Modell der INGE VivAare ab. Das übergeordnete Geschiebemodell zeigt korrekterweise eine Rotationserosion um die Schützenfahrbrücke. Die maximale Eintiefung zeigt sich dabei unterhalb der SBB-Brücke. Das Modell der INGE VivAare ist räumlich bei der Einmündung der Rotache begrenzt, was dazu führt, dass dort ein Fixpunkt angenommen wird. Durch den künstlichen Fixpunkt wird die Erosion unterhalb der SBB-Brücke unterschätzt.

5.8.4 Morphologie

Die Morphologie im Gerinne kann anhand des Diagramms nach Da Silva abgeschätzt werden. Die Morphologie hängt von Abflusstiefe, Gerinnebreite und vom mittleren Korndurchmesser ab. Für ein bettbildendes Hochwasser HQ₂ von 310 m³/s weist die Aare im Projektperimeter folgende Kenngrössen auf:

Kenngrösse	IST-Zustand	Projekt (+ 25 m)	Max. (150 m)
Verhältnis Gerinnebreite zu Abflusstiefe: Y = b / h	~6.6	~18	~60
Verhältnis Abflusstiefe zu mittlerem Korndurchmesser: $Z = h / d_m$	60 – 95	45 – 70	35 – 60

Tabelle 5.2 Kenngrössen Verhältnisse Morphologie

Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass eine Veränderung der Morphologie mit einer Aufweitung der Gerinnebreite auf 50 m eintritt. Damit die eigendynamischen Prozesse gefördert werden können, ist deshalb eine minimale Sohlenbreite von 50 m erforderlich.

Laut dem Diagramm von da Silva (siehe Abbildung 5.22) ist für den Ausgangszustand (IST-Zustand) ein gerades Gerinne ohne Kiesbänke oder sonstige morphologische Strukturen zu erwarten. Mit der Aufweitung um 25 m ändert sich die Morphologie hin zu alternierenden Bänken. Ein Zustand mit einem verzweigten Gerinne ist auch für den Endzustand (langfristige Entwicklung) mit einer maximalen Breite von 150 m eher unwahrscheinlich. In der nachfolgenden Abbildung sind die zu erwartenden Zustände für den IST-Zustand, für die Initialmassnahmen sowie für den erwarteten Endzustand mit maximaler Aufweitung dargestellt.

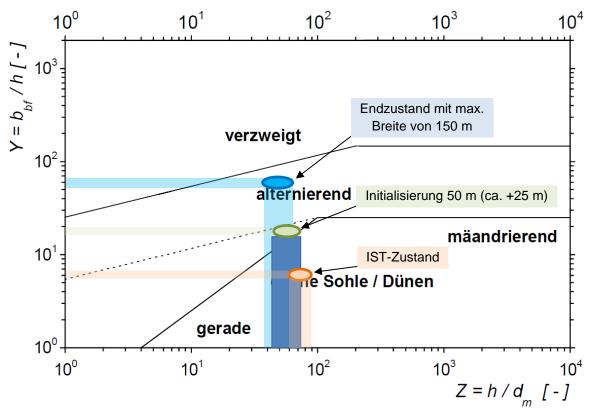


Abbildung 5.22 Morphologie nach DA SILVA (aus VAW Mitteilung Nr. 199, 2006)

5.8.5 Hydraulische Nachweise

Die Berechnung der Freibordhöhe basiert auf der Empfehlung der KOHS [10]. Die Wasserspiegellagen für den Bemessungsabfluss (HQ₁₀₀) werden dem 1D-Abflussmodell (HEC-RAS) entnommen. In der nachfolgenden Tabelle 5.3 sind die Daten für die Freibordberechnung für vier Querprofile zusammengestellt.

Für die Berechnung werden folgende Annahmen festgelegt:

- Unschärfe Prognose Sohlenlage: Grundsätzlich ist der Sohlenversatz in der Projektgeometrie bereits berücksichtigt. Die Unschärfe in der Prognose wir mit $\delta_z = 0.5$ m abgedeckt.
- Der Teilfreibord Verklausung ft wird nicht berücksichtigt. Auf dem Projektabschnitt befinden sich keine Brücken oder Bauten, die ein Risiko in Bezug auf die Verklausungsgefahr darstellen.

Der erforderliche Freibord im offenen Gerinne beträgt zwischen 0.6 bis 0.8 m. Auf dem Projektabschnitt wird eine einheitliche Freibordhöhe mit $f_e = 0.8$ m umgesetzt (siehe Kapitel 3.2.3).

Abflussberechnung		Querprofil km				
		4.400	4.800	5.200	5.600	
Abflusstiefe	h	3.86	3.23	3.47	3.35	m
Abflussquerschnitt	А	257.0	196.1	219.8	173.7	m^2
Abfluss	Q	550.0	550.0	550.0	550.0	m³/s
Fliessgeschwindigkeit	V	2.29	3.00	2.80	3.35	m/s
Geschwindigkeitshöhe	$v^2/2g$	0.27	0.46	0.40	0.57	m
Energielinie	EL	4.13	3.69	3.87	3.92	m

Freibordberechnung						
Unschärfe Sohlenlage	δ_{wz}	0.5	0.5	0.5	0.5	m
Unschärfe Abflussrechnung	δ_{wh}	0.29	0.25	0.27	0.26	m
Freibord Unschärfen	f_w	0.58	0.56	0.57	0.56	m
Freibord Energie	f_{v}	0.27	0.46	0.40	0.57	m
Freibord Verklausung	f_{t}	0.0	0.0	0.0	0.0	m
erforderliches Freibord:	$f_{\rm e}$	0.64	0.72	0.69	0.80	m

Tabelle 5.3 Freibord in verschiedenen Profilen

5.8.6 Strukturelemente

Kolktiefe

Zum Bestimmen der Kolktiefe im Bereich von Hindernissen (z.B. am Buhnenkopf oder ELJ) wurde der Ansatz von Froehlich (1989) verwendet. Unter Berücksichtigung von Geschiebe beträgt die erwartete Kolktiefe für die Geometrie nach Initialisierung bis zu 5.0 m. Mit dem Fortschritt der eigendynamischen Entwicklung (resp. mit der deutlich grösseren Gerinnebreite) sinkt die erwartete Kolktiefe im Endzustand auf 3.8 m (siehe Anhang D).

Eine durchgehende Fundation der Verbaumassnahmen auf die ausgewiesene Tiefe ist technisch jedoch äusserst anspruchsvoll und nicht wirtschaftlich. Die Buhnen und der Blocksatz werden auf eine Kolktiefe von 3.0 bis 3.5 m ausgelegt, im Bereich mit hoher Dynamik (Prallufer) wird die Fundationstiefe für den Uferverbau auf 4.5 m erhöht. Mit ergänzenden Massnahmen wird sichergestellt, dass die Elemente stärkerer Belastung standhalten:

- Am Buhnenkopf und am Fuss der Ufersicherung wird ein Blockdepot erstellt, das als Puffer bei stärkeren Belastungen dient.
- Die beiden Blockbuhnen (Freizeitbuhnen) am linken Ufer im Bereich der Grundwasserschutzzone der Fassung Oberi Au dienen hauptsächlich als Strukturelement. Die beiden Buhnen werden deshalb nicht gleich tief wie die gewöhnlichen Blockbuhnen fundiert. Der Uferschutz wird auf dem Abschnitt durchgehend durch den Blocksatz sichergestellt.
- Die Buhnen am rechten Ufer im Bereich der Aufweitung werden als Interventionsmassnahme zu einem späteren Zeitpunkt erstellt. Die berechnete Kolktiefe für den Endzustand ist mit 3.8 m etwas weniger tief, da für die Berechnung eine deutlich grössere Gerinnebreite berücksichtig werden kann (mit entsprechend tieferen mittleren Wasserspiegel).

Buhnenabstand- und länge

Die Buhnenlänge orientiert sich an den bisher realisierten Buhnen an der Aare. Die Gesamtlänge der Buhne von der Wurzel bis zum Kopf beträgt 25 m. Die Strömungswirksame Länge beträgt ca. 16 m.

Der Buhnenabstand wird so gewählt, dass die Anströmung nicht hinter der Mitte der folgenden Buhne auftrifft. Für den Ausbreitungswinkel der Strömung darf in geraden Gerinnen ein Winkel von 5 bis 6° angenommen werden. Der maximale Buhnenabstand beträgt für gerade Gerinne ca. 90 m. Im Bereich der Aufweitung muss jedoch mit ausgeprägten Querströmungen gerechnet werden. Der Ansatz für gerade Gerinne darf deshalb nicht angewendet werden.

Der Abstand zwischen den Buhnen wird aufgrund von ausgeprägten Querströmungen um den Faktor 2 auf 45.0 m reduziert.

Stabilität Engineered Log Jam (ELJ)

Für die Stabilität der ELJ ist insbesondere die Gleitsicherheit massgebend. Der Gleitsicherheitsnachweis erfolgt durch die Gegenüberstellung der rückhaltenden Scherfestigkeit und den einwirkenden Scherkräften, die parallel zur Gleitlinie wirken. Der Engineered Log Jam besteht aus einzelnen Elementen (Kastenbauweise). Die Elemente werden mit jeweils 4 vertikalen Pfählen gesichert, die als rückhaltende Kraft wirkt. Die Standsicherheit ist in Anhang D dokumentiert.

Weitere Massnahmen sind vorgesehen, um die Stabilität zu verbessern:

- Die Struktur wird 2.5 m unter der mittleren Sohle fundiert. Die Strukturen werden mit 8 m langen Pfählen gesichert, die 5 m in den Boden eingebunden werden.
- Ein zusätzlicher Blockteppich aus Natursteinblöcken dient als zusätzlicher Kolkschutz bei starken Belastungen.
- Die seitliche Einbindung der Elemente erfolgt bis in die Ufersicherung, damit kein Umströmen möglich ist.

6. Auswirkungen Projekt / Massnahmen

6.1 Hochwasserschutz

Bei den Massnahmen handelt es sich in erster Linie um eine ökologische Aufwertung. Grössere Defizite in Bezug auf den Hochwasserschutz sind im Projektperimeter nicht vorhanden. Durch den Rückbau von bestehenden Hochwasserschutzdämmen entlang der Aare wird die erforderliche Schutzkote jedoch teilweise unterschritten. Deshalb sind am rechten Ufer entlang der Autobahn abschnittsweise kleinere Schutzdämme, resp. Geländeanhebungen erforderlich. Die Dämme werden mit dem erforderlichen Freibord gemäss Kapitel 3.2 erstellt. Aufgrund der Rückmeldungen aus dem Fachausschuss werden die Geländeanhebungen direkt entlang der Baulinie der Autobahn erstellt, um die Auenfunktion des Waldes nicht zu beeinträchtigen.

Auf dem Projektperimeter befinden sich zudem verschiedene Abschnitte, wo der Schutz vor Seitenerosion verbessert werden muss. Ein entsprechender Uferschutz ist entlang der Schutzzonen S2, der Altlaststandorten und der Autobahn unterhalb der Autobahnüberführung Schützenstrasse erforderlich. Eine Gefährdung durch Seitenerosion ist auf diesen Abschnitten nicht zulässig, weshalb der Uferverbau im Rahmen der Projektmassnahmen auf den entsprechenden Abschnitten verstärkt wird. Der heute vorhandene Längsverbau (Pflästerung) ist auf weiten Strecken deutlich unterspült.

Die Projektmassnahmen haben keine Verschlechterung in Bezug auf die Hochwassersicherheit zur Folge. Die Aufweitung führt zwar zu einer Anhebung der Sohle, durch das deutlich breitere Gerinne wird jedoch die Abflusstiefe reduziert. Die hydraulischen Berechnungen zeigen, dass durch die Aufweitung die Sohlenanhebung kompensiert wird (siehe Abbildung 5.19). Die effektiven Wasserspiegellagen bei Hochwasser bleiben im Vergleich zum heutigen Zustand annähernd unverändert.

6.2 Geschiebetransport

Durch die Verbreiterung des Gerinnes von heute 20 bis 25 m auf neu 45 bis 50 m, sinkt im Bereich der eigendynamischen Aufweitung die Transportkapazität. Dies führt zu einem Sohlenversatz durch Ablagerung von Geschiebe im Bereich der Profile zwischen km 4.200 bis 6.000. Zudem nimmt das Sohlengefälle durch die Verbreiterung von ca. 1.4 ‰ auf ca. als 2.5 ‰ im Bereich der Aufweitung zu (siehe Abbildung 5.15).

Damit auf dem Abschnitt nicht eine Geschiebefalle entsteht, wird der Sohlenversatz maschinell erstellt. Ohne maschinelle Anhebung bleibt das Geschiebe aus dem Oberlauf über einen längeren Zeitraum von mehreren Jahren durch die verminderte Transportkapazität liegen. Bis sich der Versatz auf natürliche Weise eingestellt hat, würde kaum Geschiebe in den Unterlauf abgegeben, was zu einem deutlichen Geschiebedefizit mit den entsprechenden Erosionsproblemen unterhalb des Projektperimeters führen würde.

Der Versatz beträgt zwischen 1.6 bis 2.5 m und wird mit kiesigem Aushubmaterial geschüttet, welches im Rahmen der initialen Sohlenverbreiterung anfällt. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Geschiebedurchgängigkeit auch nach Umsetzung der Initialmassnahmen gewährleistet bleibt. Zusätzlich wird durch die strömungslenkenden Massnahmen eine weitere Mobilisierung von Geschiebe durch Seitenerosion innerhalb des Projektperimeters angestrebt. Durch die Seitenerosionsprozesse sollen während der eigendynamischen Entwicklung 5'000 m³ Geschiebe pro Jahr in das Flusssystem eingetragen werden.

Die Projektauswirkungen im Zusammenhang mit dem Geschiebetransport wurden für verschiedene Zustände und Szenarien berechnet (siehe Kapitel 5.8.1). Die Resultate aus dem Geschiebemodell zeigen eine Ablagerungstendenz von 0.3 bis 0.5 m oberhalb des Projektperimeters bis zur Einmündung der Zulg. Auf dem betreffenden Abschnitt befinden sich die Einleitstellen der ARA Thunersee (siehe Plan-Nr. 02). Damit die Funktion der ARA-Einleitstellen gewährleistet bleibt, sind bauliche Massnahmen vorgesehen (siehe Kapitel 6.4).

Auf dem Projektabschnitt befinden sich diverse Einmündungen von eingedolten Seitenbächen und Meteorwasserleitungen. Die Höhen der Einmündungen sind bekannt und im Längenprofil dargestellt (siehe Plan-

Nr. 08). Sämtliche Einmündungen im Projektperimeter bis auf den Regenüberlauf RW Ø 1'500 bei km 4.9, den Regenüberlauf RW Ø 700 bei km 5.280 und die ASTRA-Leitung (Überlauf des Ölabscheiders Ø 700), liegen ausreichend hoch, so dass kein Konflikt mit dem Sohlenversatz zu erwarten ist. Die beschriebenen Einleitstellen werden aufgrund der Initialmassnahmen ohnehin baulich verändert und in diesem Zuge den zu erwartenden Gegebenheiten angepasst (siehe Kapitel 5.6.2 und 5.6.3)

6.3 Flussmorphologie

Mit der Umsetzung der Projektmassnahmen darf eine Verbesserung in Bezug auf die Flussmorphologie erwartet werden. Durch die Aufweitung auf rund 50 m im Rahmen der Initialmassnahmen ändert sich die Morphologie von einem geraden Gerinne hin zu alternierenden Bänken (siehe Abbildung 5.22).

Selbst die Gerinnebreite von bis zu 150 m im Endzustand reicht voraussichtlich nicht aus, um bei kleineren Hochwassern (z.B. HQ₂) eine Morphologie mit verzweigtem Gerinne zu erwarten. Aufgrund der berechneten Kenngrössen ist davon auszugehen, dass sich die weitere eigendynamische Entwicklung ein System mit alternierenden Bänken einstellen wird.

6.4 Seitenbäche und Einleitstellen Meteorwasserleitungen

Wie bereits unter Kapitel 5.8.2 erläutert, stellt sich eine wesentliche Veränderung für den Mittelwasserabfluss (MQ) aufgrund der Projektbedingten Sohlenanhebung ein. Die Wasserspiegellage liegt nach der Umsetzung der Initialisierungsmassnahmen innerhalb der Aufweitung rund 1.5 m höher als im Ausgangszustand (siehe Abbildung 5.20). Dies wiederum hat einen direkten Einfluss auf die Einleitstellen der Seitenbäche des Toggelisgrabens und des Chräbsbachs sowie auf diverse Einleitstellen der Meteorwasserleitungen (siehe Kapitel 5.6.2).

Die Kote der Einleitstelle des Chräbsbachs ist genügend hoch, folglich werden die Abflussverhältnisse, durch den sich neu einstellenden Wasserstand bei MQ, kaum beeinflusst. Der Toggelisgraben hingegen, wäre in seiner heutigen Lage eingestaut, weshalb dessen Einleitung angepasst werden muss (siehe Kapitel 5.4).

Die Einleitung der Entlastungsleitung \emptyset 1'000 bei km 4.2 liegt genügend hoch und muss aufgrund des höheren Mittelwasserstand nicht angepasst werden. Selbes gilt auch für die Einleitstelle der SABA vom ASTRA.

Die Einleitstellen; Regenüberlauf RW Ø 1'500 bei km 4.9, der Regenüberlauf RW Ø 700 bei km 5.280 sowie die ASTRA-Leitung (Überlauf des Ölabscheiders Ø 700) werden aufgrund der Initialmassnahmen zurückgebaut und auf das Projekt und den zu erwartenden Mittelwasserstand angepasst (siehe Kapitel 5.6.2 und 5.6.3).

6.5 Einleitstellen ARA-Thunersee

Die erwarteten Sohlenveränderungen aufgrund der Projektmassnahmen haben Auswirkungen im Oberlauf bis zur Einmündung der Zulg (siehe Kapitel 5.8.1). Im Bereich der Einleitstellen der ARA-Thunersee sind Auflandungen der Sohle von bis zu 50 cm zu erwarten. Am 02. Februar 2022 fand eine Besprechung mit der ARA statt, um das weitere Vorgehen zu definieren. Damit der Betrieb der ARA ohne Einschränkungen gewährleistet bleibt, sind werden verschieden Massnahmen geprüft:

- Errichten von strömungslenkenden Massnahmen in der Sohle, um das Risiko von zusätzlichen Ablagerungen im Bereich der Einleitstellen zu minimieren.
- Ausarbeiten eines Projektes zur Anhebung der Einleitstellen. Die baulichen Massnahmen an den Einleitstellen sollen jedoch erst ausgeführt werden, wenn sich abzeichnet, dass die strömungslenkenden Massnahmen nicht ausreichen. Das Projekt soll jedoch ausführungsbereit vorliegen, so dass die Massnahmen kurzfristig umgesetzt werden können.

Um den Zustand der Einleitstellen und die aktuelle Sohlenlage zu dokumentieren, sind im Rahmen der weiteren Projektierung Aufnahmen durch Taucher vorgesehen.

Die ARA Einleitstellen liegen im Projektperimeter des Wasserbauplans Thun Nord. Die baulichen Massnahmen werden deshalb im entsprechenden WBP festgesetzt und genehmigt.

6.6 Umwelt

Die Auswirkungen auf die Umwelt sind in der Bauphase und der Betriebsphase verschieden. Die folgende Tabelle ergibt einen groben Überblick über die relevanten Umweltaspekte.

Umweltbereich	Bauphase	Betriebsphase
Luftreinhaltung	A	-
Klima	-	-
Betriebs-, Verkehrslärm (inkl. Baulärm)	A	-
Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall	-	-
Nichtionisierende Strahlen (NIS)	-	-
Grundwasser	A	A
Oberflächengewässer	A	A
Entwässerung	A	A
Boden	A	-
Altlasten	A	A
Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	A	-
Umweltgefährdende Organismen (ohne Neophyten)	-	-
Störfallvorsorge / Katastrophenschutz	-	-
Wald	A	A
Flora, Fauna, Lebensräume	A	A
Landschaft und Ortsbild (inkl. Lichtimmissionen)	A	A
Kulturdenkmäler, archäologische Stätten	-	-

Legende:

- irrelevant, keine oder vernachlässigbare Auswirkungen
- ▲ Auswirkungen relevant, Umweltbereich wird im UVB der HU im Detail behandelt

Tabelle 6.1 Relevanzmatrix zu den Umweltbereichen

In den Aspekten **Luftreinhaltung und Lärm** sind die Bauarbeiten relevant. Diese finden nicht in Siedlungsnähe statt. Die gesetzlichen Vorgaben können mit Standardmassnahmen erfüllt werden. Im Bereich **Grundwasser/Trinkwasser** dürfen die Grundwasserschutzzonen der verschiedenen Fassungen nicht beeinträchtigt werden. Dies wird im Projekt entsprechend berücksichtigt.

Für die Initiierung der Aufweitung sind Eingriffe im Uferbereich der Aare und damit im **Waldareal** erforderlich. Das Projekt sieht vor, dass die Aare sich bis zu einer Interventionslinie dynamisch ausdehnen kann. Dabei ist ebenfalls Waldareal betroffen. Diese dynamische Ausdehnung erfolgt vermutlich langsam über Jahre hinweg und hängt von der Hochwasserhäufigkeit ab. Durch die Dynamik entstehen Pionierstandorte wie Kiesbänke, die durch die natürliche Sukzession besiedelt werden. Mittelfristig ist damit zu rechnen, dass die ehemaligen

Hartholzauestandorte abnehmen und durch seltene Weichholzauen ersetzt werden. Gemäss heutigem Projektstand werden die sehr seltenen Wintergrün-Föhrenwälder nicht tangiert.

Mit der Schaffung von offenen Flächen ist damit zu rechnen, dass sich **Neophyten** ausbreiten könnten. Dem ist durch Kontrolle und Jätarbeiten vorzubeugen

Durch die Aufweitungen sind **terrestrische Lebensräume** betroffen. Insbesondere dürfen Holzereiarbeiten nicht in der Brutzeit der Vögel ausgeführt werden. Auch die Eingriffe in Standorte mit Amphibien- und Reptilienvorkommen sind in der weiteren Bearbeitung des Projektes jahreszeitlich abzustimmen.

Im Rahmen der Aufweitungen ist mit der Entstehung von Kiesinseln zu rechnen. Möglich ist dann das Brüten von Flussregenpfeifer und Flussuferläufer. Deshalb sind Massnahmen umzusetzen, die eine jahreszeitliche Besuchersperrung dieser Inseln vorsehen. Möglich wird durch die Aufweitung auch das Brüten des Eisvogels.

Einerseits durch die initial erstellten Strukturen und andererseits durch die sich in den nächsten Jahren eigendynamisch entwickelnden Strukturen der Aare, wird eine grosse Aufwertung der **Auenlandschaft** in der Oberen Au geschaffen.

6.7 Wald

Bei den Auswirkungen des Vorhabens sind einerseits direkte Eingriffe in den Wald zum Bau der Initialmassnahmen und andererseits indirekte Eingriffe durch die anschliessende dynamische Aufweitung der Aare selbst zu unterscheiden. Aus Sicht Wald ist eine Besucherlenkung wichtig, damit die erwarteten Pionierwälder aufwachsen können. Zudem ist die Anlage neuer Wege und Kleinbauten im bestehenden Waldareal vorgesehen.

Zur Erarbeitung des **Rodungsgesuchs** ist zwischen temporären und definitiven Rodungen zu unterscheiden. In der Regel umfassen temporäre Rodungen wiederbestockbare Flächen (z.B. Baupisten, Installationsplätze, eingedeckte Uferverbauungen). Definitive Rodungen umfassen Flächen, die nicht wieder aufgeforstet werden können (z.B. Uferschutz, evtl. neue Wege). Dynamische Aufweitungen, die wiederbestockt werden können, werden in der Regel weiterhin als Waldareal gelten.

In einer ersten groben Abschätzung ist eine Fläche von etwa 120'000 m² zu holzen. Davon können etwa 75'000 m² wieder bestockt werden. Die restlichen Flächen (ca. 45'000 m²) sind neue Wasserflächen oder Wege. Gemäss der Vollzugshilfe Rodungen und Rodungsersatz des BAFU werden UVP-pflichtige Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekte mit mehr als 5000 m² Rodungsfläche oder einem Bauvolumen über 10 Mio. Franken als Grossprojekte bezeichnet, wonach auf Rodungsersatz verzichtet werden kann, wenn im Rahmen einer Gesamtbilanz aufgezeigt wird, dass die Waldleistungen insgesamt nicht geschmälert werden. Es wird davon ausgegangen, dass für dieses Projekt eine Gesamtrodungsbilanz erstellt wird. Diese wird im Rahmen der UVP-Hauptuntersuchung vorgenommen.

6.8 Bodenschutz

Durch das geplante Vorhaben sind verschiedene Bodenflächen im Wald und für die Installationsplätze landwirtschaftlich genutzte Flächen tangiert. Diese sind teilweise als Fruchtfolgeflächen ausgewiesen.

In der Betriebsphase wird sich die Aare über die direkten Eingriffe hinaus dynamisch aufweiten. Dabei werden Waldböden tangiert bzw. durch den Fluss abgetragen.

Durch die Aufweitung des Gerinnes kann die betroffene Fläche im Anschluss nicht wieder ihrer forstwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden. Die Bodenflächen gehen damit zumindest teilweise permanent verloren, teilweise entstehen in den dynamischen Bereichen mit der Zeit auch wieder neue Böden. Die für Installationsplätze genutzten Landwirtschaftsflächen werden nur temporär benötigt und werden bei Projektende wieder der landwirtschaftlichen Nutzung übergeben. Es ist vorgesehen den Installationsplatz bei der Schiessanlage

Amerika-Egge als temporäres Zwischenlager für den überschüssigen Aareschotter zu nutzen (siehe Kapitel 6.12.1).

Für die Installationsplätze im Kulturlang wird von einer Fläche von rund 28'000 m² ausgegangen. Unter der Annahme, dass der Oberboden durchschnittlich etwa 20 cm mächtig ist und der Unterboden eine Mächtigkeit von 60 cm aufweist, müssen etwa 16'000 m³ Unterboden und etwa 5'000 m³ Oberboden zwischengelagert werden.

Im Waldareal wird davon ausgegangen, dass auf einer Fläche von etwa 60'000 m² Boden abgetragen und nicht mehr zur Rekultivierung verwendet werden kann. Dieser Waldboden muss abgeführt werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Gründigkeit des Bodens eher gering ist. Unter der Annahme, dass die Mächtigkeit etwa 30 cm beträgt, sind 18'000 m³ Boden abzuführen.

Die Flächenangaben und Kubaturen sind aber zum jetzigen Zeitpunkt des Projektes und der Umweltuntersuchungen nur als Grössenordnung zu betrachten. Im aktuellen Projektstand wurden noch keine Bodenaufnahmen ausgeführt.

Im Rahmen der UVP-Hauptuntersuchung wird ein Bodenschutzkonzept erarbeitet.

6.9 Altlasten

Gemäss der Vollzugshilfe des BAFU «Belastete Standorte und Oberflächengewässer» von 2020 [13] müssen Standorte hinsichtlich dem Schutzgut Oberflächengewässer untersucht und beurteilt werden, wenn sie mehrheitlich im Gewässerraum liegen. Dies ist bei der Altdeponie «Kieswerk Heimberg» der Fall. Weshalb hinsichtlich dem Schutzgut Oberflächengewässer vertiefte Untersuchungen durchgeführt wurden [28].

Die ergänzende Technische Untersuchung konzentrierte sich auf die Beurteilung der Gefährdung des Oberflächengewässers durch Freisetzung von Schadstoffen infolge Ufererosion und bei Überschwemmung des Standorts. Nach der Vollzugshilfe des BAFU [13] sind der aktuelle Zustand mit allenfalls bereits vorhandenen Erosionsphänomenen und die Verhältnisse bei einem HQ100 zu untersuchen und zu beurteilen.

6.9.1 Schwachstellenanalyse

Die Schwachstellenanalyse zeigte, dass bei einem HQ₁₀₀ mit einer Freilegung von Abfällen durch Seitenerosion zu rechnen ist. Eine Überschwemmung des Standorts findet erst ab einem EHQ statt. Somit wird die Altdeponie beim Beurteilungsereignis HQ₁₀₀ nicht überflutet.

6.9.2 Gefährdungsabschätzung

Die Freisetzung von Deponieschadstoffen erfolgt durch Lösung aus den im direkten Kontakt mit dem Grundwasser liegenden Abfällen und durch Lösung bei der Infiltration von Niederschlägen aus den im ungesättigten Bereich liegenden Abfällen. Bei der Deponie Kieswerk Heimberg befinden sich Abfälle nachweislich unter dem Grundwasserspiegel [25]. Das ermittelte Schadstoffpotential der Altdeponie kann, soweit es durch Sondierungen und Analysen belegt ist, als gering eingestuft werden. Der Schadstoffeintrag in die Aare erfolgt über exfiltrierendes Grundwasser.

Gemäss Schwachstellenanalyse ist selbst bei einem Dammbruch infolge Seitenerosion die Gerinnekapazität bis zu einem HQ₃₀₀ ausreichend. Somit wird die Deponie beim Beurteilungsereignis HQ₁₀₀ nicht überflutet und es kommt zu keiner zusätzlichen Schadstofffreisetzung.

Da hingegen bei einem HQ₁₀₀ die mögliche Seitenerosion 25 m betragen kann [23], besteht die konkrete Gefahr der Freilegung und Abschwemmung von Deponiematerial in die Aare. Demzufolge besteht nach der Vollzugshilfe des BAFU ein Sanierungsbedarf.

Der Sanierungsbedarf für die Altdeponie ergibt sich also nicht wegen der Überschreitung von Konzentrationswerten im Grund- oder Oberflächengewässer oder wegen dem ungenügenden Rückhalt resp. Abbau wassergefährdender Stoffe, sondern wegen einer möglichen Erosion durch ein Hochwasser (HQ₁₀₀) und der damit verbundenen möglichen Freisetzung von Deponiematerial ins Oberflächengewässer [13].

6.9.3 Sanierungsbedarf, Sanierungsziel, Sanierungsvariante

Das Ziel einer allfälligen Sanierung ist es also, die Freisetzung von belastetem Material zu verhindern. Dieses Ziel kann grundsätzlich erreicht werden, indem das erosionsgefährdete, belastete Material entfernt wird oder das belastete Material gegen Erosion dauerhaft geschützt wird.

Für die beiden in Frage kommenden Varianten «Sanierung durch Sicherung» und «Sanierung durch Aushub und Entsorgung» wurden die Vor- und Nachteile mit einer Nutzwertanalyse untersucht und beurteilt [28]. Die Sanierung durch Aushub und Entsorgung hat relevante Umweltauswirkungen und sehr hohen Kosten (CHF 23.8 Mio. inkl. MwSt.) zur Folge.

Wie in der Vollzugshilfe des BAFU 2020 [13] erwähnt, «müssen Sanierungsmassnahmen immer auch verhältnismässig sein, weshalb fallweise auch eine Sicherung des belasteten Standorts möglich ist». Mit Bezug auf das Ergebnis der Nutzwertanalyse [28] und den sehr hohen Sanierungskosten sind im vorliegenden Fall die Voraussetzungen für die Sanierung des Standortes durch Sicherung gegeben. Das Ziel die Unversehrtheit der Deponien bis mindestens zum HQ₁₀₀ zu gewährleisten, kann mit der Variante «Sanierung durch Sicherung» erreicht werden.

6.10 Grundwasser

Die Projektmassnahmen dürfen keinen negativen Einfluss auf die Qualität des Trinkwassers haben. Bei der Umsetzung des Projekts wird darauf geachtet, dass die Schutzzonen S2 nicht durch bauliche Massnahmen tangiert werden.

Deutlich höhere Grundwasserspiegel infolge der Projektmassnahmen sind zu vermeiden. Insbesondere in Uttigen führt ein hoher Grundwasserspiegel zu erheblichen Problemen im Siedlungsgebiet.

Auf Stufe Bauprojekt sind hydrogeologische Modellierungen durch das Büro Kellerhals + Haefeli AG vorgesehen, um die Auswirkungen auf das Grundwasser im Detail aufzuzeigen. Momentan liegen noch keine Resultate aus der Grundwassermodellierung vor. Somit sind die nachfolgenden Abschätzungen zu den Auswirkungen bei Mittel- und Hochwasser rein qualitativ.

6.10.1 Auswirkung bei Mittelwasser

Die Projektmassnahmen haben eine Anhebung der Sohle zur Folge. Die Wasserspiegellage bei Mittelwasser steigt dadurch an (siehe Abbildung 5.20). Die Wasserspiegellagen liegen nach der Umsetzung der Initialisierungsmassnahmen innerhalb der Aufweitung gut 1.5 m höher als im Ausgangszustand. Inwiefern der Anstieg des Wasserspeigels in der Aare bei Mittelwasser den Grundwasserspiegel beeinflusst, ist unklar. Dazu sind die Resultate aus der Grundwassermodellierung abzuwarten. Laut den hydrogeologischen Abklärungen im Zusammenhang mit der Fassung in der Oberen Au [7] verläuft die Hauptfliessrichtung ungefähr parallel zur Aare, womit eine direkte Beeinflussung etwas abgedämpft wird.

Im Bericht zur Schutzzonenausscheidung für die Fassung Amerikaegge [34] ist dokumentiert, dass das Grundwasser auch auf diesem Abschnitt mehr oder weniger parallel zur Aare fliesst. Jedoch herrscht je nach Wasserstand der Aare bzw. des Grundwassers eine In- oder Exfiltrationstendenz vor. Generell ist bei hohem Wasserstand in der Aare die Infiltrationstendenz vorherrschend, während bei tiefem Wasserstand eher Grundwasser in die Aare exfiltriert.

6.10.2 Auswirkungen bei Hochwasser

Im Hochwasserfall sind voraussichtlich keine nennenswerten Änderungen im Vergleich zum heutigen Zustand zu erwarten. Die Wasserspiegellagen in der Aare bleiben im Hochwasserfall annähernd unverändert (siehe Abbildung 5.19). Demnach werden nach der Umsetzung der Projektmassnahmen die Grundwasserspiegel bei Hochwasser gegenüber heute nicht massgebend beeinflusst.

Im Zustrom der Fassung Amerikaegge wird hinter dem Blocksatz ein Grundwasserfilter erstellt, um die natürliche Filterwirkung des Bodens wiederherzustellen.

6.11 Naherholung und Freizeitnutzung

Durch die Revitalisierung der Aare entsteht ein Naherholungsgebiet mit abschnittsweisen sehr attraktiven Flachufern, die einen optimalen Zugang zum Gewässer ermöglichen und zum Verweilen einladen.

Im Bereich der eigendynamischen Aufweitung überwiegen hingegen die ökologischen Anliegen. Der Zugang wird auf diesem Abschnitt nicht speziell gefördert, so werden beispielsweise keine direkten Zugänge zum Gewässer erstellt.

Auch für die Böötlifahrer bietet sich nach der Transformation der Landschaft durch die Initialmassnahmen bereits nach der Umsetzung ein Bild einer naturnahen Flusslandschaft. Die vorgesehene Auswasserungsstelle oberhalb der SBB-Brücke ermöglicht das sichere Auswassern mit Booten vor der «berüchtigten» Uttiger-Schwelle.

Zweifelsohne werden durch die Massnahmen und die Steigerung der Attraktivität die Anzahl der Erholungssuchenden zunehmen.

6.12 Materialbilanz

6.12.1 Aareschotter

Mit der Umsetzung der Initialmassnahmen fällt eine grössere Menge an Aushub an. Insgesamt beträgt der Aushub gut 225'000 m³. Davon werden 100'000 m³ für die Sohlenanhebung benötigt. Dennoch resultiert ein Materialüberschuss von rund 125'000 m³. Für dieses Volumen besteht – zumindest direkt nach Umsetzung der Initialmassnahmen – kein unmittelbarer Bedarf innerhalb des Projektperimeter.

Die Ursache für den Materialüberschuss liegt hauptsächlich darin, dass die Aare im Rahmen der Initialmassnahmen auf eine Breite von rund 50 m verbreitert wird. Die minimale Breite ist aus Sicht der Gerinnemorphologie erforderlich, um die gewünschten eigendynamischen Prozesse auszulösen. Das Konzept entspricht weitgehend der im Rahmen des Variantenstudiums festgelegten Stossrichtung für die Projektentwicklung (siehe Kapitel 4.2).

Um die Materialbilanz zu optimieren, wurden im Projekt bereits folgende Massnahmen umgesetzt:

- Die mittlere Gerinnebreite liegt bei 50 m. Auf grössere Breiten wurde für die Umsetzung der Initialmassnahme verzichtet.
- Die Flächen der beiden Inseln im Bereich der Seitenarme wurden maximiert, um das Aushubvolumen zu minimieren.
- Bereiche von potenziellen Prallufern im eigendynamischen Bereich sowie bei den Inseln werden mit steilen Böschungen im Verhältnis 1:1 ausgebildet.

Die aufgeführten Massnahmen sind im vorliegenden Projekt berücksichtigt. Aufgrund der Rückmeldungen aus dem Fachausschusses besteht die klare Vorgabe, dass das kiesige Aushubmaterial nicht aus dem System

der Aare entnommen werden darf. Der Aareschotter darf beispielsweise im Rahmen der Bauausführung nicht an einen Unternehmer verkauft werden.

Damit das Aushubmaterial (Aareschotter) der Aare zur Verfügung steht, werden im Rahmen des Bauprojekts folgende Möglichkeiten geprüft:

- Überschüttung Aaresohle um 10 bis 30 cm: max. 10'000 bis 25'000 m³
 Die Überhöhung im Längenprofil darf jedoch nicht zu einer Erhöhung des Hochwasserspiegels nach Umsetzung der Initialmassnahmen und somit des Grundwasserspiegels führen. Die Machbarkeit hängt von den hydrogeologischen Untersuchungen ab.
- Zwischenlagerung und jährliche Rückgabe von 5'000 bis 10'000 m³
 Ein Grossteil des Materials (ca. 80'000 m³) soll im Projektperimeter, im Bereich des für die Realisierung verwendeten Installationsplatzes L1, temporär zwischengelagert werden. Ab diesem Depot wird, über einen Zeitraum von bis zu 10 Jahren, der Aare periodisch der überschüssige Aareschotter zurückgegeben. Für die Rückgabe ist bei km 4.200 auf der linken Uferseite auf Höhe der Schiessanlage eine Rückgabestelle geplant (siehe Plan-Nr. 03).
- Verwendung in einem anderen Teilprojekt an der Aare zwischen Thun und Bern. Das restliche Material (rund 20'000 bis 35'000) soll in anderen Projekten an der Aare zwischen Thun und Bern verwendet werden. Möglichkeiten für grossflächige Schüttungen bestehen auf den Abschnitten Thalgut, Boden- und Chesselau. Als weitere Verwendungsmöglichkeiten wird geprüft, ob das Material zum Schütten von Baupisten im angrenzenden Projektabschnitten (z.B. Thun-Nord) verwendet werden kann.

Um den Umgang mit dem Materialüberschuss festzulegen sind auf Stufe Bauprojekt weitere Abklärungen erforderlich. Insbesondere die Koordination mit anderen Projektabschnitten gestaltet sich aufwändig. Das weitere Vorgehen soll bis zur Vernehmlassung des Wasserbauplans festgelegt werden.

Obwohl im Projekt verhältnismässig viel Material umgesetzt wird, kann voraussichtlich auf ein Materialbewirtschaftungskonzept (MBK) nach ADT verzichtet werden. Das Material wird zu einem grossen Teil wiederverwendet. Die erwarteten Entsorgungsmengen (Deponie) für Aushub und Abbrüche liegen deutlich unter dem Schwellenwert von 100'000 m³.

6.12.2 Waldboden

Im Waldareal wird davon ausgegangen, dass auf einer Fläche von etwa 60'000 m² Boden abgetragen und nicht mehr zur Rekultivierung verwendet werden kann (vgl. Kapitel 6.8). Dieser Waldboden rund 18'000 m³ ist abzuführen.

6.13 Drittprojekte

6.13.1 Langsamverkehrssteg «CIS-Steg Gemeinden Heimberg und Uttigen»

Im Sachplan Veloverkehr ist die Route Nr. 8 zwischen Heimberg und Uttigen als Hauptverbindung ausgewiesen. Diese weist jedoch im Bereich der Aare nach der Rampe der Schützenstrasse eine Netzlücke auf, welche durch eine Langsamverkehrsbrücke geschlossen werden soll.

Der Wasserbauplan wird mit dem Projekt «CIS-Steg der Gemeinden Heimberg und Uttigen» soweit möglich koordiniert. Die Bereiche für mögliche Widerlager werden freigehalten und mit einem Uferverbau gesichert.

Aufgrund der Rückmeldungen der involvierten Amtsstellen des Kantons im Rahmen des Fachausschusses müssen im Projekt jedoch folgende Randbedingungen berücksichtigt werden:

- Der Entwicklungsraum des Gewässers darf durch den Steg nicht eingeschränkt werden. Die heutige Rampe der Schützenstrasse wird deshalb umgelegt und verläuft parallel zum Gerinne, um mehr Platz für die Aare zu schaffen.
- Befestigte Inseln in der Aare für allfällige Abstützungen im Gewässerraum dürfen im vorliegenden Projekt nicht umgesetzt werden.

6.13.2 Wasserfassungen Oberi Au und Amerika Egge

Die Massnahmen tangieren die Grundwasserschutzzonen S3 der Fassungen Oberi Au und Amerikaegge. Die Schutzzone S1 und S2 werden jedoch nicht tangiert. Die Auswirkungen auf das Grundwasser sind im Kapitel 6.10 beschrieben.

6.13.3 Wasserbauplan Thun Nord

Der vorliegende Wasserbauplan hat hydraulische und geschiebetechnische Auswirkungen im Oberlauf bis in den angrenzenden Wasserbauplan Thun Nord. Dies betrifft insbesondere die Sohlenveränderungen und Wasserspiegellagen, die sich Aufgrund des Sohlenversatzes im Bereich der Aufweitungen ergeben. Der Einflussbereich erstreckt sich im Oberlauf bis ungefähr zur Einmündung der Zulg (siehe Kapitel 5.8.1).

Im Rahmen von übergeordneten Koordinationssitzungen findet ein Austausch zwischen den Projekten «WBP Thun Nord» und «WBP Oberi Au» statt. Zudem werden die Auswirkungen der beiden Projekte auf den Geschiebehaushalt zwischen Thun und Bern im Rahmen eines Prüfmandates durch das Büro Hunziker, Zarn & Partner AG beurteilt. Abstimmungen zwischen den beiden Wasserbauplänen ergeben sich insbesondere auch aufgrund der baulichen Anpassungen im Bereich der Einleitstellen der ARA-Thunersee (siehe Kapitel 6.4).

7. Verbleibende Gefahren und Risiken

7.1 Überlastfall

Das Gerinne der Aare im Projektperimeter ist verhältnismässig tief eingeschnitten. Die Kapazität reicht aus, um ein HQ_{300} mit reduzierter Freibordhöhe abzuleiten. Überflutungen der umliegenden Flächen sind erst bei grösseren Abflüssen zu erwarten. Die Fliesswege im Gelände wurden im Rahmen der Gefahrenbeurteilung ASTRA Abschnitt Thun – Bern ermittelt [23]. Durch die Projektmassnahmen werden die Fliesswege in den umliegenden Flächen nicht massgebend verändert. Diese Annahme ist insofern korrekt, da für die Betrachtung des Überlastfalls davon ausgegangen wird, dass die projektierten Geländemodellierungen (siehe. Kapitel 5.3.5) entlang der Autobahn versagen.

Für den Überlastfall im vorliegenden Projekt ist somit insbesondere eine Überschreitung der Abflusskapazität im Gerinne zu berücksichtigen. Aufgrund der potenziellen Fliesswege können insgesamt drei nennenswerte Schwachstellen identifiziert werden (siehe Abbildung 7.1):

- Bei einer Überlastung der Abflusskapazität strömt das Wasser am rechten Ufer in Richtung Autobahn. Im Bereich von Senken im Gelände können die Wassermengen bis zur Autobahn vordringen.
- Im Überlastfall befinden sich einige Gebäude (Munitionsdepots) der Armasuisse im Bereich von potenziellen Fliesswegen.
- Eine wesentliche Schwachstelle stellt die Unterführung im Bahndamm südlich des Bahnhofs Uttigen dar. Die Unterführung liegt in einer Senke und das Terrain auf der Westseite zum Siedlungsgebiet hin, liegt tendenziell etwas tiefer. Sobald sich die Senke mit Wasser füllt, muss davon ausgegangen werden, dass das Wasser in Richtung Dorfkern von Uttigen weiterfliesst.

Im Projekt sind aus folgenden Gründen keine baulichen Massnahmen vorgesehen:

- Die Jährlichkeit der aufgezeigten Ereignisse ist klein
- Die Situation wird im Vergleich zur heutigen Situation verbessert (tiefere Wasserspiegel für HQ₃₀₀ und EHQ aufgrund der Aufweitung)

Um die Schäden im Überlastfall zu minimieren sind mobile Massnahmen im Notfallkonzept vorzusehen. Insbesondere eine Sicherung, resp. Überwachung der Unterführung bei grösseren Hochwasserereignissen wird empfohlen.

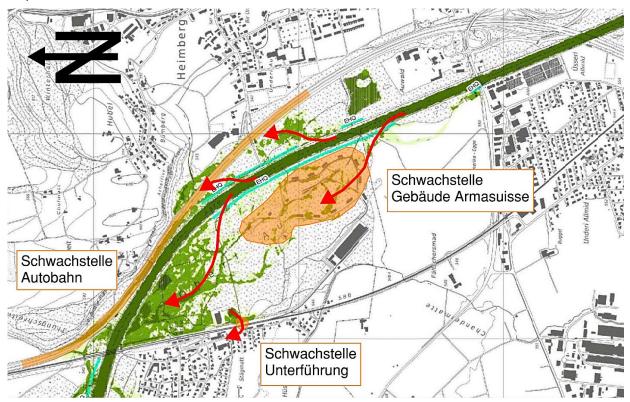


Abbildung 7.1 Fliesswege im Überlastfall aus der Studie HZP [23]

7.2 Restgefährdung (Intensitäts- und Gefahrenkarten nach Massnahmen)

Die Ufersicherungsmassnahmen im Projekt werden auf das Ereignis HQ₁₀₀ dimensioniert. Bei grösseren Abflüssen können die Einwirkungen (u.a. Schleppspannungen) so weit ansteigen, dass eine Beschädigung am Verbau möglich ist. Die aus einem Hochwasser resultierenden Schäden sind räumlich begrenzt. Die Blocksätze und Buhnen verhindern ein plötzliches Versagen.

In der Regel werden grössere Schäden im Uferverbau nach einem Hochwasser repariert. Werden die Instandsetzungsarbeiten jedoch unterlassen, werden die Schadstellen in nachfolgenden Ereignissen grösser und die Seitenerosion schreitet voran. Massive Seitenerosionen ausserhalb der Interventionslinie können dazu führen, dass erste Infrastrukturen in Mitleidenschaft gezogen werden. Dies betrifft insbesondere die Autobahn, den Altlastenperimeter und die Grundwasserschutzzonen. Der Puffer bis zur Autobahn ist deutlich grösser, so dass mehrere Ereignisse ohne Instandsetzung des Uferverbaus notwendig sind, bis Schäden im Bereich der Autobahn eintreten.

Ein solches Szenario ist jedoch äusserst unwahrscheinlich. Mit den definierten Bemessungsgrundlagen gemäss Kapitel 3.2 sind keine Überflutungen im Umland bis zu einer Jährlichkeit von 300 Jahren zu erwarten. Somit sind keine Gefahrengebiete mit geringer (gelb), mittlerer (blau) und erheblicher (rot) Gefährdung im

Projektperimeter zu erwarten. Im Überlastfall sind im Bereich potenzieller Fliesswege allenfalls gewisse Flächen mit einer Restgefährdung vorhanden.

8. Projektkosten

8.1 Kostenschätzung

Im Rahmen des Bauprojekts wird ein Kostenvoranschlag für das Gesamtprojekt ausgearbeitet.

8.2 Subventionierung

Wasserbauprojekte werden im Kanton Bern einerseits durch den Kanton, andererseits durch den Bund mit Beiträgen gefördert. Die Restkosten tragen die Wasserbauträger – im vorliegenden Fall die Gemeinden Uttigen, Heimberg und Uetendorf.

Der vorliegende Wasserbauplan wird als Kombiprojekt (Hochwasserschutz und Revitalisierung) gehandhabt. Dies aus dem Grund, dass die Stabilisierung der Flusssohle durch die Aufweitungsmassnahmen als Hochwasserschutz zu werten sind, denn ohne diese Massnahmen würde sich die Flusssohle immer weiter eintiefen, was schlussendlich zum Versagen des Uferverbaus führen würde und folglich ein Sicherheitsdefizit infolge Hochwassergefahr resultieren würde.

Die Beiträge von Bund und Kanton setzen sich aus dem Grundbeitrag und möglichen Beiträgen für Mehrleistungen zusammen. Der Grundbeitrag ist abhängig von der räumlichen und ökologischen Ausdehnung des Projekts. Bei der räumlichen Ausdehnung wird die Ergänzung des Projektperimeters in Längs- (Überlänge, ÜL) und Querrichtung (Überbreite, ÜB) beurteilt. Die Beitragssätze (Grundbeitrag) für ein Kombiprojekt betragen bei Überlänge 70% und bei Überbreite 85%.

Massgebende Kriterien für Beiträge für Mehrleistungen oder Nutzen sind für Hochwasserschutz: Integrales Risikomanagement, Technische Aspekte, sowie Partizipation und betragen max. 10%. Ein weiterer Beitrag für Mehrleistungen wäre im vorliegenden Fall der grosse Nutzen gemäss kantonaler Revitalisierungsplanung mit 20% [36].

Insgesamt darf mit Beiträgen von Bund und Kanton in der Höhe von 70 bis 95% gerechnet werden.

Die Bauherrschaft kann zudem beim Fischereiinspektorat des Amtes für Landwirtschaft und Natur (LANAT), Energie Thun sowie bei der BKW, für die Restkosten Beiträge aus dem Renaturierungsfonds (RenF) bzw. aus den Ökofonds beantragen. Der RenF des Kantons Bern und die Ökofonds leisten Beiträge an die Restkosten von Wasserbauprojekten, welche einen wesentlichen Anteil an ökologischen Aufwertungsmassnahmen beinhalten.

8.3 Kostenteiler

Die Projektkosten wurden gemeindespezifisch territorial ermittelt. Dadurch lassen sich diese auf Stufe Bauprojekt exakt auf die einzelnen Gemeinden Heimberg, Uttigen und Uetendorf aufteilen. Auch wurden diejenigen Massnahmen, welche spezifisch für die Werkeigentümer, BKW (Freileitung), Gemeinden (Überlaufleitung), der TW-Fassungen Oberi Au (WVRB) und Amerika Egge (WARET) zu realisieren sind (u.a. Verlegung Freileitung, Vorschüttung des Uferbereichs auf dem Abschnitt der Schutzzone S2 TW-Fassung Oberi Au und der biologische Filter im Uferverbau im Bereich der Schutzzone S2 TW-Fassung Amerika Egge) explizit ausgewiesen.

9. Bauablauf

Ein wesentlicher Teil der Hauptarbeiten im Gerinne können lediglich in den Wintermonaten bei Niederwasser durchgeführt werden. Während den Sommermonaten ist der Wasserpegel in der Aare zu hoch, um Wasserhaltungsmassnahmen und Baupisten einzurichten. Mit den Initialmassnahmen werden im Wasserbauplan rund 225'000 m³ Material umgelagert. Diese grossen Mengen können nicht in einem Winter umgesetzt werden.

Der Bauvorgang bzw. die Etappierungen müssen dementsprechend auf die jahreszeitlichen Abflussmengen abgestimmt werden. Die Arbeiten im Gerinne erfolgen etappenweise in den Wintermonaten unter Berücksichtigung der Äschenlaichzeit, die sich über die Monate Oktober bis ca. Mitte März erstreckt. Arbeiten im Bereich der Seitenarme und Aufweitungen ausserhalb des Gerinnes sollten wenn möglich, zwischen Mai und September umgesetzt werden.

Insgesamt rechnen wir mit einer Bauzeit von rund drei bis vier Jahren.

9.1 Beschreibung Bauvorgang

Die Umsetzung des Projekts kann in zwei Phasen unterteilt werden: Die Initialisierungsmassnahmen werden unmittelbar mit der Umsetzung der Massnahmen realisiert. Allfällige Interventionsmassnahmen sind zu einem späteren Zeitpunkt je nach Entwicklung der Aare erforderlich (siehe Kap. 5.3.3).

9.1.1 Initialmassnahmen

Mit den Initialmassnahmen werden die erforderlichen Rahmenbedingungen für eine eigendynamische Entwicklung der Aare geschaffen. Nach Umsetzung der Initialmassnahmen soll sich die Aare im Projektabschnitt selbständig innerhalb der vorgegebenen Grenzen entwickeln können.

Die Initialmassnahmen umfassen insbesondere folgende Arbeitsschritte:

- Bau der neuen Rampe Schützenstrasse mit anschliessendem Rückbau der alten Rampe
- Rückbau des Uferverbaus im Bereich des Entwicklungsraums der Aare
- Verbreiterung der Sohle auf 45 bis 50 m, mit dem Ziel eine Verbesserung der Morphologie zu erreichen und als Starthilfe für die eigendynamische Entwicklung
- Ausheben und gestalten der Seitenarme bei Flusskilometer 4.4 auf der linken Uferseite sowie zwischen km 5.3 und 5.6 rechtsufrig
- Flussabschnitte, welche nach Umsetzung der Initialmassnahmen bereits den Endzustand abbilden werden durch einen Blocksatz gesichert. Es sind dies die Abschnitte auf der linken Flussseite zwischen km 4.230 und 4.900 und rechtsufrig zwischen km 5.370 und 5.520
- Anheben der Aaresohle, um die Geschiebedurchgängigkeit zu gewährleisten (Sohlenversatz im Bereich der Aufweitung)
- Instandsetzung und Erneuerung des Uferverbaus im Bereich von schützenswerten Objekten (Ablagerungsstandorte, Schutzzonen Trinkwasserfassungen, Autobahn)
- Sicherung von Infrastrukturanalgen durch einen schlafend verbauten Blocksatz in den Bereichen der neuen Rampe der Schützenstrasse, nördlich der Grundwasserschutzzone S2 der neuen Wasserfassung Oberi Au und im Bereich der Rückführung beim Blauseeli.
- Sicherung der Schutzzone «Oberi Au» mit vorgeschüttetem Flachufer
- Erstellen der Strukturelemente wie Blockbuhnen und Engineered Log Jam (ELJ)
- Erstellen der definitiven Wegführung ausserhalb des Entwicklungsraums der Aare, Erstellen von Trampelpfaden entlang des Gewässers
- Allfällige Interventionsmassnahmen je nach Entwicklung der Aare

9.1.2 Interventionsmassnahmen

Die Interventionsmassnahmen sind, je nach Entwicklung der Aare in denjenigen Bereichen notwendig in denen ein Entwicklungsraum ausgeschieden wurde. Es sind dies die Abschnitte rechtsufrig von Flusskilometer 4.8 bis 5.23 und linksufrig zwischen km 5.24 und 5.88 (siehe Plan-Nr. 02).

Erreicht die Aare den durch die Interventionslinie definierten Entwicklungsraums bzw. die definierte Beurteilungslinie wird die Umsetzung der Interventionsmassanahmen ausgelöst. Es sind dies folgende Elemente:

- Bau von neun Blockbuhnen linksufrig zwischen km 4.8 und 5.23
- Bau von neun Blockbuhnen rechtsufrig zwischen km 5.48 und 5.85

9.1.3 Bauvorgang Sohlenanhebung und Aufweitung

Sämtliche baulichen Massnahmen im Gerinne, explizit der Bauvorgang der Flusssohlenanhebung, werden in enger Absprache mit dem Fischereiaufseher ausgeführt und jahreszeitlich auf die Schonzeit der Äsche (v.a. auf die Laichzeit März - April/Mai ausgerichtet.

Die Umsetzung des Wasserbauplans erfolgt aufgrund des Sohlenversatzes etappenweise flussaufwärts in nachfolgend beschriebenen Arbeitsschritten (siehe Abbildungen 9.1, 9.2 und 9.3):

- 1. Phase 1: Abtrag Boden und Damm sowie Initialaufweitung bis auf die neue Sohlenkote
- Mit dem Aushubmaterial (Aareschotter) wird im heutigen Uferbereich ein Mitteldamm (grün)
 geschüttet, welcher einerseits als Wasserhaltung und anderseits als Baupiste dient. Dieser
 Damm umschliesst den Arbeitsbereich und ist am Ende der Etappe mit dem bestehenden Ufer
 verbunden.
- 3. Nach erfolgtem Aushub wird der Mitteldamm (grün) am Etappenende rückgebaut und ans gegenüberliegende Ufer angeschlossen. Mit der Umstellung der Wasserhaltung wird die Aare in den neu ausgehobenen Aufweitungsbereich umgeleitet.
- 4. Phase 2: Nach Fertigstellung der Umlegung des Mitteldamms am Etappenende und der Umstellung der Wasserhaltung, kann mit der Aufschüttung der Flusssohle innerhalb des Damms begonnen werden.
- 5. Nach Fertigstellung der Phase 2, wird der Mitteldamm am Etappenende rückgebaut. Der Rest des Mitteldamms wird vor Kopf zu einer Kiesinsel umgestaltet und bleibt somit im Gerinne als solche bestehen.

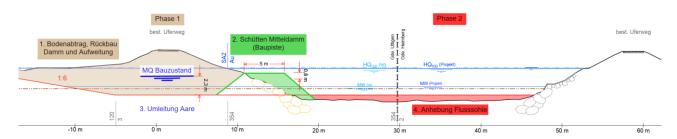


Abbildung 9.1 Bauablauf Anhebung Flusssohle QP

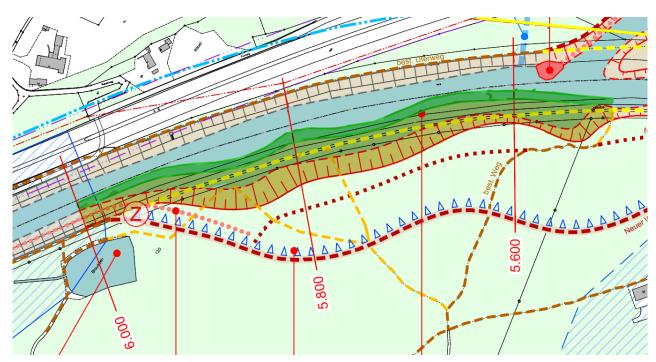


Abbildung 9.2 Bauablauf Anhebung Flusssohle Situation 1

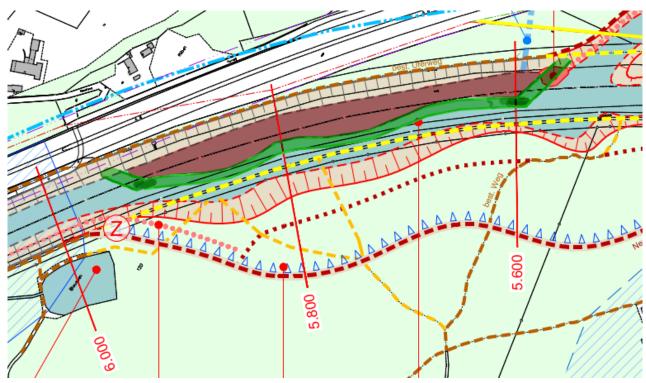


Abbildung 9.3 Bauablauf Anhebung Flusssohle Situation 2

Im Bereich der Seitenarme kann der Aushub im Trockenen durchgeführt werden (siehe Abbildung 9.1). Der Arbeitsbereich bleibt durch einen seitlichen Damm geschützt, indem im Uferbereich ein Zwischenstück des bestehenden Ufers stehengelassen wird. Dieses kann nach Fertigstellung der Aushubarbeiten und nach dem Errichten des Uferverbaus zuerst im untern Abschnitt und danach Eingangs des Seitenarms rückgebaut bzw.

am gegenüberliegenden Ufer neu angeschlossen werden. Anschliessend erfolgt die Umstellung der Wasserhaltung in den neu geschaffenen Gerinnebereich. In einem letzten Schritt kann nun die Sohle im bestehenden Flussbett angehoben und dort wo erforderlich, das gegenüberliegende Ufer aufgeweitet werden.

Insgesamt rechnen wir für die Umsetzung des gesamten Abschnitts mit sechs Etappen, die in sich wiederum in zwei Phasen unterteilt sind (siehe Abbildung 9.4). Um die Massnahmen innerhalb von drei bis vier Jahren zu realisieren, werden pro Winter jeweils zwei Etappen gleichzeitig in Angriff genommen.



Abbildung 9.4 Etappierung Bauablauf

Parallel zur ersten Etappe wird mit dem Aushubmaterial des Uferbereichs die neue Rampe der Schützenstrasse geschüttet und die alte Rampe rückgebaut.

Wie bereits eingangs erwähnt, finden die Arbeiten im Gerinne vorwiegend im Winterhalbjahr bei tiefen Wasserständen in der Aare statt. In diese Zeit fällt auch ein wesentlicher Teil der Schon- und Laichzeit der Äsche. In Absprache mit dem Fischereiinspektorat sind für die Bauausführung folgende Massnahmen zu berücksichtigen:

- Arbeiten im Gerinne, explizit die Sohlenanhebung, ohne Wasserhaltungsmassnahmen (resp. im strömenden Wasser) sind nicht zulässig.
- Die Wasserhaltungsmassnahmen für die jeweilige erste Phase sind bis Ende Januar einzurichten bzw. umzustellen. Die eigentliche Laichzeit der Äsche beginnt erst im März und dauert bis in den April/Mai.
- Das Sohlensubstrat ausserhalb der Wasserhaltungsmassnahmen darf durch bauliche Massnahmen zwischen März und Mai nicht mehr gestört werden.

9.1.4 Wasserhaltung

Die Wasserhaltung wird auf eine minimale Abflussmenge von 75 m³/s ausgelegt. Der definierte Abfluss in der Aare wird an der Messstation Thun während ca. 5 Monate im Jahr unterschritten. Der hierfür erforderliche Abflussquerschnitt erfordert eine minimale Gerinnebreite von 14 m und eine Abflusstiefe von bis zu 2.3 m.

Kritisch ist in einer Bauetappe jeweils die zweite Bauphase, wenn das Wasser der Aare in den neu geschaffenen Aufweitungsbereich geleitet wird. Im neu geschaffenen Bereich steht nur eine minimale Abflussbreite von 14 m zur Verfügung. Während der ersten Etappe fliesst das Wasser noch im verhältnismässig breiten Aarelauf und wird nur randlich leicht durch die Wasserhaltung, resp. Baupiste eingeschnürt.

9.2 Baustellenerschliessung und -logistik

9.2.1 Erschliessung

Die Baustelle wird über zwei Hauptanschlüsse entlang des rechten und linken Ufers erschlossen (siehe Plan-Nr. 14). Der Zugang zur rechten Uferseite (Ra) erfolgt über den Kreisel beim Kieswerk Heimberg von der Gurnigelstrasse aus. Derjenige zum linken Ufer (Lf) über einen neu zu erstellenden Rechtsabbieger ab der Thunstrasse nach der ARA-Brücke. Durch diese zwei Haupterschliessungspunkte kann sichergestellt werden, dass die Haupttransportroute nicht durch Quartiere der Gemeinden Heimberg, Uetendorf und Uttigen erfolgen.

Sekundär besteht die Möglichkeit, die ersten zwei Etappen auf der linken Uferseite über die Stationsstrasse der Gemeinde Uttigen und der Zugangsstrasse zum neuen Trinkwasserpumpwerk Oberi Au zu erschliessen.

Die Transportwege durch Wohngebiete sind jedoch zurückhaltend zu gebrauchen.

Die im Plan-Nr. 14 eingezeichneten Nebenerschliessungsrouten dienen v.a. für Klein- und Personentransporte.

9.2.2 Installations- und Depotflächen

Insgesamt sind vier Hauptinstallationsplätze (L1, L2, R1, R2) vorgesehen, welche ebenfalls über die Haupterschliessungsrouten erschlossen werden:

- L1 Logistik- und Installationsplatz auf der linken Seite der Aare im Bereich des Amerika-Egge mit einer Gesamtfläche von rund 18'100 m²
- L2 Logistikplatz linksufrig in der Nähe der Rollhockey-Halle «Grüeneblätz» mit rund 5'000 m²
- R1 Logistik- und Installationsplatz unmittelbar am rechten Aareufer zwischen der heutigen und der geplanten Rampe der Schützenstrasse mit einer Fläche von rund 2'000 m²
- R2 Logistik- und Installationsplatz ebenfalls auf der rechten Aareseite, nordwestlich des Sportzentrums Heimberg, mit einer Gesamtfläche von rund 5'200 m²

Für den Logistik- und Installationsplatz R2 beim Sportzentrum Heimberg, sind zu dessen Erschliessung auf dem Parkplatz zusätzliche bauliche Massnahmen in Form einer Rampe notwendig.

9.2.3 Materialbewirtschaftung

Insgesamt rechnen wir mit einer Materialumlagerung von rund 225'000 m³. Davon können rund 100'000 m³ für die Anhebung der Flusssohle im Projekt wiederverwendet werden. Insgesamt resultiert jedoch ein Überschuss an Material von rund 125'000 m³. Aufgrund der Rückmeldungen aus dem Fachausschuss vom 15.03.2022 ist eine Zweckentfremdung des überschüssigen Materials nicht zulässig (z.B. Verkauf von Aarekies). Das Material muss der Aare zurückgegeben werden. Für die Verwertung stehen die unter Kapitel 6.12 erwähnten Massnahmen im Vordergrund. Weiter ist vorgesehen gewisse Baumaterialien (z.B. Fundationsschicht Uferweg und Zufahrt Schützenstrasse, Hinterfüllmaterial für den Werkleitungsbau, Filterschicht Uferverbau sowie verschiedene Steingrössen für den Bau von Strukturen wie Steinhauben und Steinlinsen etc.) während dem Bau vor Ort mit einer mobilen Brech- und Siebanlage aufzubereiten.

9.3 Umleitungskonzept Langsamverkehr

Wie in Kapitel 9.2.1 erläutert, dienen die Uferwege auf der linken und rechten Seite als Haupterschliessung der einzelnen Etappen und sind während der Realisierungsphase abschnittsweise für Fussgänger und den Veloverkehr nicht oder nur beschränkt passierbar. Aus diesem Grund muss der Langsamverkehr z.T. grossräumig umgeleitet werden.

9.3.1 Konzept linkes Ufer

Auf den Abschnitten, auf welchen ein neuer rückversetzter Uferweg vorgesehen ist (zwischen km 4.200 und 4.800 sowie zwischen km 5.240 und 6.000), soll dieser bereits zu Beginn der Bauarbeiten erstellt werden. Somit können die Fussgänger und der Veloverkehr ab dem Schützenhaus nach der ARA-Brücke getrennt vom Baustellenverkehr, rückversetzt entlang des Aareufers geführt werden. Ab km 4.8 wird der Langsamverkehr auf dem bestehenden Wegnetz der Munitionsdepots geführt. Bei der neuen Trinkwasserfassung Oberi Au führt die Umleitung über ein provisorisches Zwischenstück auf das Trasse des neuen Uferwegs und führt diesem entlang auf den bestehenden Uferweg beim Blauseeli (siehe Abbildung 9.5). Das Zwischenstück wird nach Abschluss der Bauarbeiten wieder Rückgebaut und das Terrain entsprechend rekultiviert.

Bereiche, in denen sich der Langsamverkehr mit dem Baustellenverkehr kreuzt, müssen entsprechend signalisiert werden bzw. sind v.a. für den Veloverkehr flankierende Massnahmen zur Geschwindigkeitsreduktion notwendig.

9.3.2 Konzept rechtes Ufer

Auf der rechten Uferseite sind die Fussgänger vom Veloverkehr zu trennen. Dabei werden die Fussgänger möglichst nahe an der Aare geführt und der Veloverkehr grossräumig umgeleitet (siehe Abbildung 9.5).

Rechtsufrig wird der Baustellenverkehr ab dem Kieswerk entlang des heutigen Uferweges geführt (siehe Kapitel 9.2.1). Es ist vorgesehen, auf dem ersten Abschnitt zwischen km 4.2 und 4.8 die Fussgänger parallel zur geplanten Baupiste zu führen. Aufgrund der zu erwartenden starken Staubemissionen, muss die Baupiste auf diesem Abschnitt mit entsprechenden Massnahmen staubfrei gehalten werden.

Auf dem Abschnitt zwischen km 4.8 und 5.2 wird der neue Uferweg als eine der ersten Massnahmen umgesetzt, so dass die Fussgänger ab km 4.8 getrennt vom Baustellenverkehr zur Autobahnüberführung Schützenstrasse geführt werden können. Die Verlegung der Rampe der Schützenstrasse wird ebenfalls als eine der ersten Massnahme umgesetzt. Während der Verlegung der Rampe und den Wasserbauarbeiten der Etappe 1 (Phase 2) sowie der Etappe 2 (Phase 1) (siehe Abbildung 9.4) werden die Fussgänger über die Autobahnüberführung Schützenstrasse entlang des Flurwegs, welcher parallel zur Autobahn verläuft, umgeleitet und bei der Autobahnüberführung «Rebeliweg» wieder auf den Uferweg zurückgeführt (siehe Abbildung 9.5 – Phase I).

Nach der Umsetzung der Rampe und den Wasserbauarbeiten der Etappe 1 (Phase 2) sowie der Etappe 2 (Phase 1) können die Fussgänger zwischen km 5.2 und 6.0 wieder entlang des neuen bzw. bestehenden Uferwegs geführt werden.

Wie eingangs erwähnt, sieht das Umleitungskonzept vor, den Veloverkehr grossräumig umzuleiten. Im Bereich der Rampe der Schützenstrasse es aufgrund der beschränkten Platzverhältnisse nicht möglich, den Veloverkehr neben dem Baustellenverkehr und den Fussgängern zu führen. Aus diesem Grund ist im Umleitungskonzept vorgesehen, den Veloverkehr ab der ARA-Brücke über die Gurnigelstrasse entlang des Dammwegs auf die Ahornistrasse zur Schützenstrasse zu leiten. Ab der Schützenstrasse wird der Veloverkehr entlang des zur Autobahn parallel verlaufenden Flurwegs zur Autobahnüberführung «Rebeliweg» gelenkt und über diese wieder auf den Uferweg zurückgeführt (siehe Abbildung 9.5).

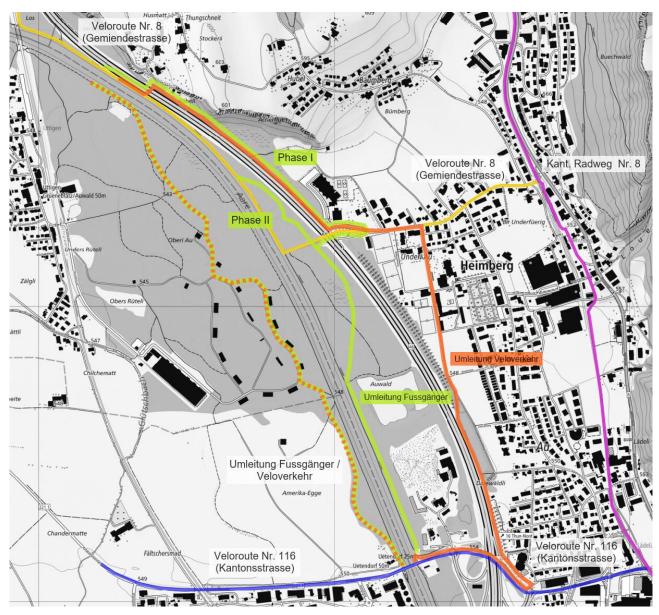


Abbildung 9.5 Umleitungskonzept Langsamverkehr

9.4 Baurisiken

Für die Bauausführung können insbesondere folgende Risiken aufgeführt werden:

- Auf dem Areal der Armasuisse sind Blindgänger vorhanden. In bestimmten Bereichen dürfen die Grabarbeiten nur unter besonderen Sicherheitsvorkehrungen durchgeführt werden.
- Gewisse Arbeiten im Gerinne k\u00f6nnen nur bei Niederwasser durchgef\u00fchrt werden. Bei l\u00e4ngeren Hochwasserperioden im Winter besteht die Gefahr, dass die Arbeiten \u00fcber mehrere Wochen eingestellt werden m\u00fcssen. Die nutzbare Zeitspanne in der Niederwasserperiode ist auf die Monate M\u00e4rz bis Mai beschr\u00e4nkt (Laichzeit der \u00e4schen).
- Im Bereich der Ablagerungsstandorts Kieswerk Heimberg ist nicht auszuschliessen, dass ausserhalb des eingetragenen Perimeters Altlasten bei den Aushubarbeiten im Rahmen der Ufersanierung anfallen.
- Im Rahmen der Arbeiten für die Instandsetzung des Uferverbaus entlang der Autobahn wurden schwer baggerbare Lehmschichten aufgeschlossen. U. U ist folglich mit Mehraufwand für Aushub von schwerbaggerbaren Lehmschichten zu rechnen.
- Für den Uferverbau sind grosse Lieferungen (90'000 t) an Wasserbausteinen erforderlich. Je nachdem welcher Einheitspreis für die Lieferung eingesetzt wird, hat diese massgebende Folgen für die effektive Bausumme im Kostenvoranschlag.
- Eine weitere Unsicherheit beinhaltet das für das Projekt verwendete Terrainmodell (LiDAR-Daten). Die Terraindaten wurden im Rahmen des Vorprojekts punktuell vor Ort verifiziert. Die Vermessungsdaten zeigen, dass die Abweichungen der LiDAR-Daten im bewaldeten Gebiet bis zu ca. 20 cm betragen. Zudem ist das Gelände teilweise sehr unregelmässig (alte Abflussrinnen). Aufgrund der Diskrepanzen können in der Realisierungsphase bei den Aushubvolumen Abweichungen gegenüber dem Vorausmass entstehen. Eine flächige Vermessung ist aufgrund der Bewaldung nicht möglich.

10. Termine und weiteres Vorgehen

Die an der Fachausschusssitzung vom 15.03.2022 besprochenen Inputs wurden im Projekt aufgenommen. An der Begleitgruppensitzung vom 21.03.2022 erteilten die Anwesenden die Freigabe des Vorprojekts zur Vorprüfung. Folgende Termine sind im weiteren Projektablauf vorgesehen:

Einreichung Dossier zur Vorprüfung Anfangs Juli 2022

Vorprüfung Kanton
 August / September 2022

Vorprüfung BAFU
 November / Dezember 2022

Vorprüfungsbericht und Projektbereinigung
 Ab Januar 2023

Bauprojekt Anfangs 2023

Vernehmlassung / Genehmigungsverfahren 2023

11. Grundlagen

Als Grundlage für das vorliegende Projekt stehen folgende Grundlagen zur Verfügung:

- [1] Tiefbauamt des Kantons Bern; Fachordner Wasserbau; 2009 (Revidiert 01.07.2017)
- [2] Kanton Bern; Geoportal des Kantons Bern; https://www.map.apps.be.ch/pub/synserver
- [3] WEA; Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern, Hydrogeologie Aaretal zwischen Thun und Bern; 1981
- [4] Aarewasser; Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun-Bern; Dossier Wasserbauplan; Juli 2014
- [5] Hunziker, Zarn & Partner; Gefahrenbeurteilung ASTRA Abschnitt Thun Bern; 24.03.2020
- [6] Kellerhals+Haefli AG; Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Bern Thun, Technische Untersuchung belastete Standorte Heimberg: 09.08.2016
- [7] Kellerhals+Haefli AG; Grundwassernutzung Uttigen Au, Hydrogeologische Abklärungen; 21.02.2006
- [8] Hunziker, Zarn & Partner; PD Dr. Martin Jäggi; Geschiebehaushalt der Aare zwischen Thun und Bern; Technischer Bericht; Februar 2001
- [9] Hunziker, Zarn & Partner AG; Aare Thun bis Bern, Aktualisierung Geschiebetransportmodell anhand Vermessung 2015, Technischer Bericht, Februar 2018
- [10] Kommission Hochwasserschutz KOHS (2013); Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilung; Erschienen in: Wasser Energie Luft 105 Heft 1. S. 43 53
- [11] Emch+Berger AG, Flussbau AG; WBP Aare, Thun Nord, Regiebrücke Schwäbis Brücke ARA Uetendorf; 14.10.2020
- [12] Kissling+Zbinden AG, Kellerhals+Haefeli AG; Stadt Thun, Dossier Revision Naturgefahrenkarte 2018; 31. Mai 2018
- [13] BAFU 2020: Belastete Standorte und Oberflächengewässer, Umwelt-Vollzug Nr. 2015
- [14] Herzog Ingenieure, Gemeinde Heimberg, Wasserbauplan Längsvernetzung Zulg, 15.01.2020
- [15] Hunziker, Zarn & Partner; Schnittstellen Geschiebemodellierung, Aktennotizen zu den Besprechungen vom 04.02., 23.03., 20.09., 29.10. und 09.12.2021.
- [16] Basler & Hofmann AG; Instandstellungsprojekt Aare N06, km 206'885 207'640; Auflageprojekt vom August 2019
- [17] Michel Kommunikation. (27.07.2020). Wasserbauplan Aare Abschnitt Oberi Au. Kommunikationskonzept.
- [18] INGE VivAare C/o CSD Ingenieure AG. (31.08.2021). Wasserbauplan Aare, Oberi Au Uttigen Mitwirkung. Mitwirkungsbericht.
- [19] Flussbau AG; HWS Heimberg, Prüfung Varianten Rückhalt und Entlastung Loueligraben; 13.01.2021
- [20] Mätzener & Wyss Bauingenieure AG; Hochwasserschutz Loueligraben Heimberg, Varianten Hochwasserentlastung; 14.05.2021
- [21] Tiefbauamt des Kantons Bern; Sachplan Veloverkehr, RRB Nr. 1436/2014 vom 3. Dezember 2014, angepasst am 27. Mai 2020
- [22] Tiefbauamt des Kantons Bern; Arbeitshilfe Interventionslinien, Empfehlung für die Praxis; Ausgabe vom 10. März 2017
- [23] Hunziker, Zarn & Partner AG; Gefahrenbeurteilung ASTRA Abschnitt Thun Bern, Wassergefahren der Aare; 24. März 2020

- [24] Kellerhals + Haefeli AG: Deponie Kieswerk Heimberg Historische Untersuchung mit Pflichtenheft für eine Technische Untersuchung, 18.04.2006
- [25] Kellerhals + Haefeli AG: Deponie Kieswerk Heimberg Deponie Nr. 09280013 Kieswerk Heimberg Technische Untersuchung, 15.01.2007
- [26] CSD AG: Einwohnergemeinde Heimberg Altdeponie Nr. 14 ARA Brücke, Technische Untersuchung, 16.02.2004
- [27] Kellerhals + Häfeli AG: Deponien Kieswerk Heimberg und ARA-Brücke Technische Untersuchung mit Beurteilung nach Altlasten-Verordnung, 04.02.2022
- [28] CSD Ingenieure AG. (17.02.2022). WBP Oberi Au, Deponie Kieswerk Heimberg und ARA-Brücke, Gde. Heimberg. *Ergänzende Untersuchung Oberflächengewässer*.
- [29] CSD Ingenieure AG. (04.04.2022). Tiefbauamt OIK II, WBP Oberi Au, Voruntersuchung und Pflichtenheft.
- [30] Altlasten-Verordnung, AltIV vom 26.08.1998, Stand am 01.05.2017
- [31] Gemeinde Uetendorf: Uferschutzplan, 05.11.2018
- [32] Gemeinde Uttigen: Uferschutzplan, 29.11.1996
- [33] Naturaqua PBK: Aarewasser, Raumbedarf der Aare zwischen Thun und Bern, 12.04.2012
- [34] Kellerhals + Häfeli AG: Grundwasserfassung Amerikaegge, Schutzzonenausscheidung, 07.12.2011

Geoportal

- [35] map.geo.admin.ch. (06.12.2021). Ökomorphologie der Oberflächengewässer.
- [36] map.apps.be.ch. (25.03.2022). Gewässerentwicklung.
- [37] map.geo.admin.ch. (09.06.2022). Gewässerschutzkarte.

Michael Gallmann Projektleiter

Manuel Schmocker Stv. Projektleiter

ANDERE BETEILIGTE MITARBEITENDE

Monika Frey, lic. phil. nat. Biologin/SVU (CSD)

Philippe Bianco, Ing. HES / MAS Hydrologie EPFL (iDEALP)

Hansruedi Steiner, Dr. phil. nat. Geologe (CSD)

Martin Ryser, Zeichner / Konstrukteur (CSD)

Martina Reist, Bauzeichnerin (M&W)

Tobias Krump, Bauingenieur BSc BFH (M&W)

ANHANG A FOTODOKUMENTATION



Bild 1: Aare unterhalb der ARA-Brücke (Blickrichtung flussabwärts)



Bild 2: Wasserentnahmestellen Armasuisse bei km 4.775



Bild 3: Rechter Uferweg, auf der Höhe des Baggersees



Bild 4: Linker Uferweg, oberhalb des Blauseelis



Bild 5: Blauseeli in Uttigen

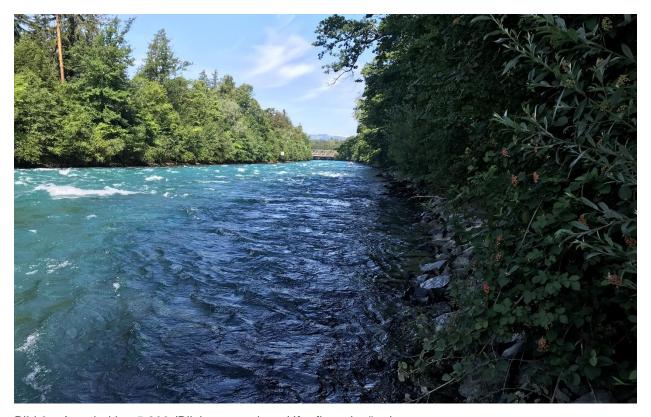


Bild 6: Aare bei km 5.800 (Blick vom rechten Ufer flussabwärts)

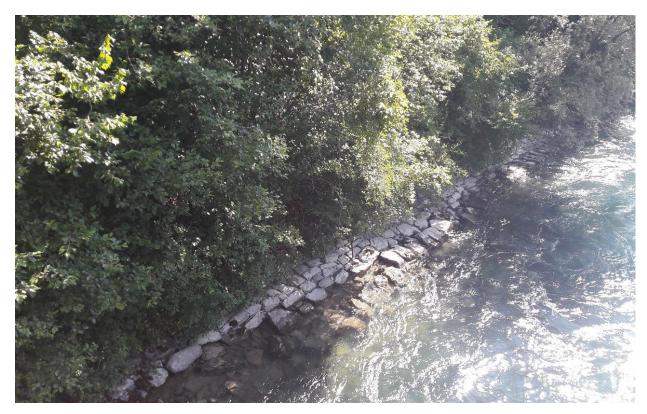


Bild 7: Beschädigter Blocksatz oberhalb der SBB-Brücke (km 6.400)



Bild 8: Baggersee

ANHANG B VARIANTENBEWERTUNG AUFWEITUNG

Fr. 18'000'000 Pkt Gew. Pkt

6.7

10.0

10.0

10.0

3.3 3.3

43.3

6.7

0.0

6.7

10.0

10.0

10.0

20.8

0.0 4.0

8.0 0.0

88

50.0

15.0

15.0

33.3

20.0

0.0

13.3

3

3

3

13

2

0

2

3

3

5.2

0.0

2

0

2.2

10

3

3

.3

0

2

Infolge der Sohlenerosion der letzten 60 Jahre (-66 cm) ist der Uferverbau infolge Unterspülungen in einem schlechten Zustand und müsste, um den Hochwasserschutz langfristig sicher zu stellen, saniert werden. Bei dieser Variante werden im Sinne eines Instandsetzungsprojekt (ISP) lediglich die Uferverbauungen saniert und die fortschreitende Sohlenerosion durch eine Sohlensicherung unterbunden. Neben der Ertüchtigung des heutigen Zustandes muss der Blockrampen). Verbau auf die künftig erwartete Sohlenerosion (-1 m) dimensioniert

Sanierung der Uferverbauungen inkl. Fundation

(Stabilisierung der Sohle ist eine Zielvorgabe)

■ WBG Art. 4 bzw. GSchG Art. 37 müssen eingehalten werden

Mit den gegebenen Randbedingungen werden die beiden

Erstellen von Sohlensicherung

Bemerkung:

Abschnittsweiser Rückbau der Uferverbauung

Abschnittsweise maschinelle Abflachung der Uferbereiche

Die Variante 2 beinhaltet als Massnahmen die Abflachung der

S2 und des Altlastenstandorts befinden. Zudem wird auf den

Um die fortschreitende Sohlenerosion zu unterbinden ist eine

systematische Sohlensicherung unumgänglich (z. B. aufgelöste

betreffenden Abschnitten auch der Uferverbau entfernt.

Uferabschnitte, welche sich ausserhalb der Grundwasserschutzzonen

- Abschnittsweise Verlegung der Uferwege landeinwärts Erstellen von Sohlensicherung
- (Stabilisierung der Sohle ist eine Zielvorgabe)
- Abschnittsweise Sanierung Uferverbauung inkl. Fundation

In der Variante 3 werden die Seitenerosionsprozesse mithilfe von

minimalen lokalen Initiierungsmassnahmen angestossen. Die eigendynamische Entwicklung wird mit strömungslenkenden Massnahmen wie ELJ-Objekten (ELJ = Engineered Log Jams) oder Buhnen gefördert. Im Bereich der neu geplanten Schutzzone im Bereich der Munitionsdepots wird ein neuer vorgebauter Uferverbau erstellt. Diese Variante erfordert die Definition von Beurteilungs- und Interventionslinien und eine Diskussion in Bezug auf vorgezogene Massnahmen zur Begrenzung der Seitenerosion und zum Schutze der Infrastrukturanlagen.

- Punktuelle Initiierungsmassnahmen (Aufweitung) Rückbau Uferverbau sofern keine Restriktionen
- Strömungslenkende Massnahmen (ELJ, Buhnen)
- Beurteilungs- und Interventionslinien neuer vorgelagerter Uferverbau

Betrag Kosten (Angaben inkl. MwSt.)

Verlegung BKW-Hochspannungsleitung

In der Variante 4 werden die Seitenerosionspresse mithilfe einer durchgehenden Aufweitung von 20 bis 25 m initiiert. Die eigendynamische Entwicklung wird mit strömungslenkenden Massnahmen wie ELJ-Objekten (ELJ = Engineered Log Jams) oder Buhnen gefördert. Das Konzept ist mit Variante 3 vergleichbar, jedoch werden in Variante 4 grössere bzw. auf der gesamten Perimeterlänge

Initiierungsmassnahmen umgesetzt. Die Fusssohle wird maschinell um ca. 1 m angehoben um die temporären negativen Effekte auf die Sohle (Erosion) ober und unterhalb des Perimeters zu verhindern. Die Definition von Beurteilungs- und Interventionslinien ist erforderlich.

- Durchgehende Aufweitung der Sohle um 20 bis 25 m
- Rückbau Uferverbau sofern keine Restriktionen
- Strömungslenkende Massnahmen (ELJ, Buhnen)
- Beurteilungs- und Interventionslinien
- Anschüttung Ufer entlang Schutzzone S2
- maschinelle Anhebung Flusssohle um ca. 1 m

angestrebt. Die Gestaltung der Inselstrukturen erfolgt maschinell. Dabei

erforderlich. Bei dieser Variante wird unmittelbar nach dem Eingriff eine

interessante und vielfältige Morphologie erreicht, dafür entsteht ein sehr

Die Definition von Beurteilungs- und Interventionslinien ist erforderlich.

ist die Umlagerung einer verhältnismässig grossen Materialmenge

grosser Materialüberschuss von mehreren 100'000 m³, der im

- Maschinelle Gestaltung einer Inselstruktur
- Rückbau Uferverbau sofern keine Restriktionen
- Beurteilungs- und Interventionslinien Anschüttung Ufer entlang Schutzzone S2

Projektperimeter nicht verwertet werden kann

- maschinelle Anhebung Flusssohle um ca. 1 m
- Verlegung BKW-Hochspannungsleitung

			Vorgaben im WBG und GschG nicht eingehalter	n!			
		Kost	ten (Angaben inkl. MwSt.)		Betrag	Kos	ten (Angaben inkl. MwSt.)
		Tota	l Investitionen (+/- 30%)	Fr.	13'500'000	Tota	Il Investitionen (+/- 30%)
	Gew.	Bew	ertungskriterien	Pkt	Gew. Pkt	Bew	ertungskriterien
	20%	Α	Flussbau / Morphologie	5	16.7	Α	Flussbau / Morphologie
	3.3%	A.1	Technische Risiken nach Initialmassnahmen (Seitenerosionsprozesse, Stabilität der Sohlenlage)	3	10.0	A.1	Technische Risiken nach In (Seitenerosionsprozesse, S
	3.3%	A.2	Verhalten im Überlastfall nach Initialmassnahmen	1	3.3	A.2	Verhalten im Überlastfall nach Initialmassnahmen
	3.3%	A.3	Morphologie / Eigendynamik nach Initialmassnahmen	0	0.0	A.3	Morphologie / Eigendynamii Initialmassnahmen
	3.3%	A.4	Sohlenstabilisierung Perimeter langfristig	0	0.0	A.4	Sohlenstabilisierung Perime
	3.3%	A.5	Sohlenstabilisierung im Unterlauf langfristig	0	0.0	A.5	Sohlenstabilisierung im Unte
	3.3%	A.6	Sohlenstabilisierung im Oberlauf langfristig	1	3.3	A.6	Sohlenstabilisierung im Obe
	20%	В	Naherholung und Gesellschaft	9	30.0	В	Naherholung und Gesellse
	3.3%	B.1	Akzeptanz Bevölkerung	1	3.3	B.1	Akzeptanz Bevölkerung
	3.3%	B.2	Akzeptanz Grundeigentümer	3	10.0	B.2	Akzeptanz Grundeigentüme
	3.3%	B.3	Sicherheit Wassersport (Böötle) nach Initialmassnahmen / u.a. Ausstiegsmöglichkeiten	2	6.7	B.3	Sicherheit Wassersport (Bö Initialmassnahmen / u.a. Au
	3.3%	B.4	Wegverlauf nach Initialmassnahmen	1	3.3	B.4	Wegverlauf nach Initialmass
	3.3%	B.5	Attraktivität / Erholungswert nach Initialmassnahmen	1	3.3	B.5	Attraktivität / Erholungswert Initialmassnahmen
<u>t</u> e	3.3%	B.6	Attraktivität / Erholungswert langfristig	1	3.3	B.6	Attraktivität / Erholungswert
ar K	20%	С	Ökonomie und Wirtschaftlichkeit	10.8	43.2	С	Ökonomie und Wirtschaft
Nutzwertpunkte	4.0%	C.1	Investitionskosten	1.8	7.2	C.1	Investitionskosten
ZWE	4.0%	C.2	Betriebs- und Unterhaltskosten	3	12.0	C.2	Betriebs- und Unterhaltskos
Nut	4.0%	C.3	Nachträgliche Bautätigkeit / Interventionsmassnahmen	3	12.0	C.3	Nachträgliche Bautätigkeit / Interventionsmassnahmen
	4.0%	C.4	Materialbewirtschaftung	3	12.0	C.4	Materialbewirtschaftung
	4.0%	C.5	Kostenbeteiligung Dritte (Subventionen)	0.0	0.0	C.5	Kostenbeteiligung Dritte (Su
	20%	D	Ökologie	0	0.0	D	Ökologie
	5.0%	D.1	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte terrestrisch (nach Initialmassnahmen)	0	0.0	D.1	Zeitliche Entwicklung der Na (nach Initialmassnahmen)
	5.0%	D.2	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte aquatisch (nach Initialmassnahmen)	0	0.0	D.2	Zeitliche Entwicklung der Na (nach Initialmassnahmen)
	5.0%	D.3	Naturwerte terrestrische Lebensräume (Endzustand)	0	0.0	D.3	Naturwerte terrestrische Lei (Endzustand)
	5.0%	D.4	Naturwerte aquatische Lebensräume (Endzustand)	0	0.0	D.4	Naturwerte aquatische Lebe

6.7% E.1 Landschaft / Landschaftsbild (Endzustand)

(im Rahmen der Initialmassnahmen) Grundwasser. Beeinträchtigung an Bauten durch

Anstieg (nach Initialmassnahmen)

6.7% E.2 Eingriff Wald

26.7

0.0

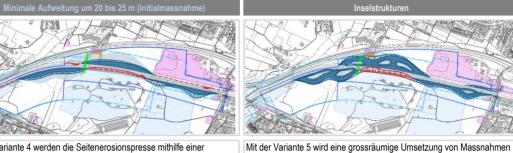
20.0

6.7

3

3'500'000			Fr. 10'500'000 Total Investitionen (+/- 30%)		Fr.	15'000'000			
ew. Pkt	Bewertungskriterien			Gew. Pkt	Bewertungskriterien			Gew. Pkt	
16.7	A	Flussbau / Morphologie	Pkt 7	23.3	A	Flussbau / Morphologie	Pkt 11	36.7	B
10.0	A.1	Technische Risiken nach Initialmassnahmen (Seitenerosionsprozesse, Stabilität der Sohlenlage)	2	6.7	A.1	Technische Risiken nach Initialmassnahmen (Seitenerosionsprozesse, Stabilität der Sohlenlage)	1	3.3	A
3.3	A.2	Verhalten im Überlastfall nach Initialmassnahmen	1	3.3	A.2	Verhalten im Überlastfall nach Initialmassnahmen	2	6.7	Α
0.0	A.3	Morphologie / Eigendynamik nach Initialmassnahmen	1	3.3	A.3	Morphologie / Eigendynamik nach Initialmassnahmen	2	6.7	Α
0.0	A.4	Sohlenstabilisierung Perimeter langfristig	0	0.0	A.4	Sohlenstabilisierung Perimeter langfristig	2	6.7	A
0.0	A.5	Sohlenstabilisierung im Unterlauf langfristig	2	6.7	A.5	Sohlenstabilisierung im Unterlauf langfristig	3	10.0	Α
3.3	A.6	Sohlenstabilisierung im Oberlauf langfristig	1	3.3	A.6	Sohlenstabilisierung im Oberlauf langfristig	1	3.3	Α
30.0	В	Naherholung und Gesellschaft	12	40.0	В	Naherholung und Gesellschaft	9	30.0	В
3.3	B.1	Akzeptanz Bevölkerung	1	3.3	B.1	Akzeptanz Bevölkerung	2	6.7	В
10.0	B.2	Akzeptanz Grundeigentümer	2	6.7	B.2	Akzeptanz Grundeigentümer	1	3.3	В
6.7	B.3	Sicherheit Wassersport (Böötle) nach Initialmassnahmen / u.a. Ausstiegsmöglichkeiten	3	10.0	B.3	Sicherheit Wassersport (Böötle) nach Initialmassnahmen / u.a. Ausstiegsmöglichkeiten	1	3.3	В
3.3	B.4	Wegverlauf nach Initialmassnahmen	2	6.7	B.4	Wegverlauf nach Initialmassnahmen	1	3.3	В
3.3	B.5	Attraktivität / Erholungswert nach Initialmassnahmen	2	6.7	B.5	Attraktivität / Erholungswert nach Initialmassnahmen	1	3.3	В
3.3	B.6	Attraktivität / Erholungswert langfristig	2	6.7	B.6	Attraktivität / Erholungswert langfristig	3	10.0	В
43.2	С	Ökonomie und Wirtschaftlichkeit	10.5	42.0	С	Ökonomie und Wirtschaftlichkeit	7.2	28.8	C
7.2	C.1	Investitionskosten	3.0	12.0	C.1	Investitionskosten	1.2	4.8	С
12.0	C.2	Betriebs- und Unterhaltskosten	2	8.0	C.2	Betriebs- und Unterhaltskosten	1	4.0	С
12.0	C.3	Nachträgliche Bautätigkeit / Interventionsmassnahmen	2	8.0	C.3	Nachträgliche Bautätigkeit / Interventionsmassnahmen	0	0.0	С
12.0	C.4	Materialbewirtschaftung	2	8.0	C.4	Materialbewirtschaftung	2	8.0	С
0.0	C.5	Kostenbeteiligung Dritte (Subventionen)	1.5	6.0	C.5	Kostenbeteiligung Dritte (Subventionen)	3.0	12.0	С
0.0	D	Ökologie	5	25.0	D	Ökologie	10	50.0	D
0.0	D.1	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte terrestrisch (nach Initialmassnahmen)	1	5.0	D.1	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte terrestrisch (nach Initialmassnahmen)	2	10.0	D
0.0	D.2	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte aquatisch (nach Initialmassnahmen)	1	5.0	D.2	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte aquatisch (nach Initialmassnahmen)	2	10.0	D
0.0	D.3	Naturwerte terrestrische Lebensräume (Endzustand)	2	10.0	D.3	Naturwerte terrestrische Lebensräume (Endzustand)	3	15.0	D
0.0		Naturwerte aquatische Lebensräume (Endzustand)	1	5.0	D.4	Naturwerte aquatische Lebensräume (Endzustand)	3	15.0	D
26.7	E	Umwelt	3	20.0	E	Umwelt	6	40.0	E
0.0	E.1	Landschaft / Landschaftsbild (Endzustand)	1	6.7	E.1	Landschaft / Landschaftsbild (Endzustand)	3	20.0	E
20.0	E.2	Eingriff Wald (im Rahmen der Initialmassnahmen)	1	6.7	E.2	Eingriff Wald (im Rahmen der Initialmassnahmen)	2	13.3	Ε
6.7	E.3	Grundwasser, Beeinträchtigung an Bauten durch Anstieg (nach Initialmassnahmen)	1	6.7	E.3	Grundwasser, Beeinträchtigung an Bauten durch Anstieg (nach Initialmassnahmen)	1	6.7	E
116.5	Total	Nutzwertpunkte	38	150.3	Tota	al Nutzwertpunkte	43	185.5	Т
5	Rang	•		4	Ran	•		3	R

٠	Verlegung BKW-Hochspannungsleitung							
Kost	ten (Angaben inkl. MwSt.)		Betrag	· · ·				
Tota	I Investitionen (+/- 30%)	Fr.	17'000'000	Tota	Investitionen (+/- 30%)			
Bew	ertungskriterien	Pkt	Gew. Pkt	Bewertungskriterien				
Α	Flussbau / Morphologie	14	46.7	Α	Flussbau / Morphologie			
A.1	Technische Risiken nach Initialmassnahmen (Seitenerosionsprozesse, Stabilität der Sohlenlage)	1	3.3	A.1	Technische Risiken nach Initialmassnahmen (Seitenerosionsprozesse, Stabilität der Sohlenlage)			
A.2	Verhalten im Überlastfall nach Initialmassnahmen	3	10.0	A.2	Verhalten im Überlastfall nach Initialmassnahmen			
A.3	Morphologie / Eigendynamik nach Initialmassnahmen	3	10.0	A.3	Morphologie / Eigendynamik nach Initialmassnahmen			
A.4	Sohlenstabilisierung Perimeter langfristig	3	10.0	A.4	Sohlenstabilisierung Perimeter langfristig			
A.5	Sohlenstabilisierung im Unterlauf langfristig	3	10.0	A.5	Sohlenstabilisierung im Unterlauf langfristig			
A.6	Sohlenstabilisierung im Oberlauf langfristig	1	3.3	A.6	Sohlenstabilisierung im Oberlauf langfristig			
В	Naherholung und Gesellschaft	12	40.0	В	Naherholung und Gesellschaft			
B.1	Akzeptanz Bevölkerung	3	10.0	B.1	Akzeptanz Bevölkerung			
B.2	Akzeptanz Grundeigentümer	1	3.3	B.2	Akzeptanz Grundeigentümer			
B.3	Sicherheit Wassersport (Böötle) nach Initialmassnahmen / u.a. Ausstiegsmöglichkeiten	2	6.7	B.3	Sicherheit Wassersport (Böötle) nach Initialmassnahmen / u.a. Ausstiegsmöglichkeiten			
B.4	Wegverlauf nach Initialmassnahmen	1	3.3	B.4	Wegverlauf nach Initialmassnahmen			
B.5	Attraktivität / Erholungswert nach Initialmassnahmen	2	6.7	B.5	Attraktivität / Erholungswert nach Initialmassnahmen			
B.6	Attraktivität / Erholungswert langfristig	3	10.0	B.6	Attraktivität / Erholungswert langfristig			
С	Ökonomie und Wirtschaftlichkeit	4.9	19.6	С	Ökonomie und Wirtschaftlichkeit			
C.1	Investitionskosten	0.4	1.6	C.1	Investitionskosten			
C.2	Betriebs- und Unterhaltskosten	1	4.0	C.2	Betriebs- und Unterhaltskosten			
C.3	Nachträgliche Bautätigkeit / Interventionsmassnahmen	0	0.0	C.3	Nachträgliche Bautätigkeit / Interventionsmassnahmen			
C.4	Materialbewirtschaftung	1	4.0	C.4	Materialbewirtschaftung			
C.5	Kostenbeteiligung Dritte (Subventionen)	2.5	10.0	C.5	Kostenbeteiligung Dritte (Subventionen)			
D	Ökologie	11	55.0	D	Ökologie			
D.1	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte terrestrisch (nach Initialmassnahmen)	3	15.0	D.1	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte terrestrisch (nach Initialmassnahmen)			
D.2	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte aquatisch (nach Initialmassnahmen)	2	10.0	D.2	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte aquatisch (nach Initialmassnahmen)			
D.3	Naturwerte terrestrische Lebensräume (Endzustand)	3	15.0	D.3	Naturwerte terrestrische Lebensräume (Endzustand)			
D.4	Naturwerte aquatische Lebensräume (Endzustand)	3	15.0	D.4	Naturwerte aquatische Lebensräume (Endzustand)			
E	Umwelt	6	40.0	E	Umwelt			
E.1	Landschaft / Landschaftsbild (Endzustand)	3	20.0	E.1	Landschaft / Landschaftsbild (Endzustand)			
E.2	Eingriff Wald (im Rahmen der Initialmassnahmen)	1	6.7	E.2	Eingriff Wald (im Rahmen der Initialmassnahmen)			
E.3	Grundwasser, Beeinträchtigung an Bauten durch Anstieg (nach Initialmassnahmen)	2	13.3	E.3	Grundwasser, Beeinträchtigung an Bauten durch Anstieg (nach Initialmassnahmen)			
Tota	I Nutzwertpunkte	48	201.3	Total	I Nutzwertpunkte			

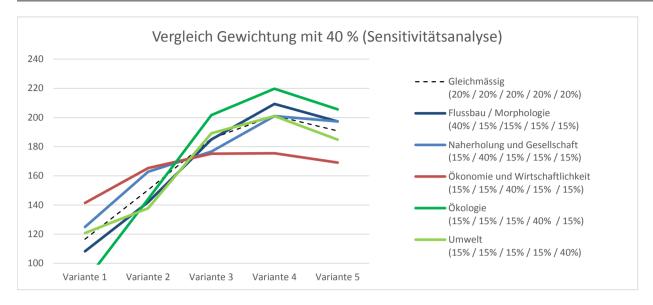


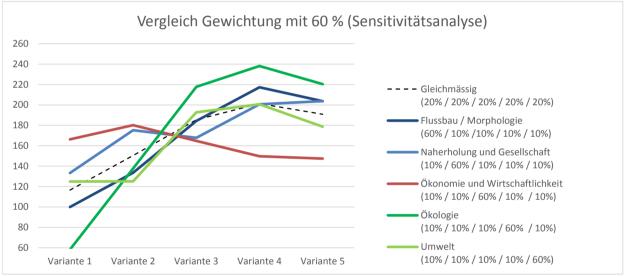
Version vom 05.02.2021

	Kriterium	Bemerkungen / Präzisierung, Ziele		Bewertung		
	Subkriterium		3 Punkte	2 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
\	Flussbau / Morphologie					
\.1	Technische Risiken nach Initialmassnahmen (Seitenerosionsprozesse, Stabilität der Sohlenlage)	Technische Risiken nach Realisierung der Initialmassnahmen: Risiken von Seitenerosionsprozessen / Eigendynamik, Stabilität der Sohlenlage im Perimeter, Planbarkeit der Massnahmen (Interventionsmassnahmen).	sehr geringes Risiko	geringes Risiko	mittleres Risiko	grosse Risiken
۹.2	Verhalten im Überlastfall nach Initialmassnahmen	Verhalten des Systems im Überlastfall	gutmütig	eher gutmütig	lokales Versagen	grossräumiges Versage
4.3	Morphologie / Eigendynamik nach Initialmassnahmen	Eine eigendynamische Entwicklung ist möglich, eine vielfältige Morphologie ist zu erwarten (nach Initialmassnahmen): d.h. Bildung von alternierenden Bänken bis hin zum verzweigten Gerinne.	erfüllt	teilweise erfüllt	kaum erfüllt	kanalisiert
٨.4	Sohlenstabilisierung Perimeter langfristig	Sohlenerosion kann langfristig gestoppt werden (im Laufe der eigendynamischen Entwicklung).	erfüllt	teilweise erfüllt	kaum erfüllt	nicht erfüllt
A.5	Sohlenstabilisierung im Unterlauf langfristig	Die Massnahmen führen zu einer Stabilisierung der Sohlenlage im Unterlauf (langfristig).	erfüllt	teilweise erfüllt	keine Verbesserung	negativer Einfluss
A.6	Sohlenstabilisierung im Oberlauf langfristig	Die Massnahmen führen zu einer Stabilisierung der Sohlenlage im Oberlauf (langfristig).	erfüllt	teilweise erfüllt	keine Verbesserung	negativer Einfluss
В	Naherholung und Gesellschaft					
3.1	Akzeptanz Bevölkerung	Entspricht den Vorgaben und Vorstellungen der Bevölkerung.	erfüllt	teilweise erfüllt	kaum erfüllt	nicht erfüllt
B.2	Akzeptanz Grundeigentümer	Entspricht den Vorgaben und Vorstellungen der Grundeigentümer.	erfüllt	teilweise erfüllt	kaum erfüllt	nicht erfüllt
B.3	Sicherheit Wassersport (Böötle) nach	Der Abschnitt ist mit Booten gut passierbar, unterschiedliche «für Otto normalverbraucher» händelbare Stromschnellen, es entstehen	erfüllt	teilweise erfüllt	kaum erfüllt	nicht erfüllt
	Initialmassnahmen / u.a. Ausstiegsmöglichkeiten	keine gefährlichen Strömungen (nach Initialmassnahmen) / Ausstiegsmöglichkeiten vorhanden.				(gefährlich)
B.4	Wegverlauf nach Initialmassnahmen	Attraktiver Wegverlauf nach Initialmassnahmen (Qualität des Wegnetzes / der Trampelpfade, Erlebniswert Landschaft und Gewässer), Trennung zwischen Fussgänger und Velofahrer möglich.	erfüllt	teilweise erfüllt	kaum erfüllt	nicht erfüllt
B.5	Attraktivität / Erholungswert nach Initialmassnahmen	Attraktives Gebiet für Naherholung (Kulisse) mit gutem Zugang zum Gewässer (Erlebbarkeit des Gewässers), d.h. der Erlebnis- und Erholungswert (Ruhe, Unberührtheit) wird bereits nach Initialmassnahmen gewährleistet.	erfüllt	teilweise erfüllt	kaum erfüllt	nicht erfüllt
B.6	Attraktivität / Erholungswert langfristig	Attraktives Gebiet für Naherholung (Kulisse) mit gutem Zugang zum Gewässer (Erlebbarkeit des Gewässers), d.h. der Erlebnis- und Erholungswert (Ruhe, Unberührtheit) wird im Laufe der eigendynamischen Entwicklung gewährleistet.	erfüllt	teilweise erfüllt	kaum erfüllt	nicht erfüllt
Х	Akzeptanz Fachausschuss	Wird nicht bewertet. Mit der vorliegenden Evaluation selbst soll die Akzeptanz im Fachausschuss abgeholt werden.	-	-	-	-
C	Ökonomie und Wirtschaftlichkeit					
C.1	Investitionskosten	Baumeister, Nebenkosten, Honorare, inkl. Kosten Initialmassnahmen und für nachträgliche Interventionsmassnahmen.	günstigste Variante	dazwischen line	are Interpolation	teuerste Variante
C.2	Betriebs- und Unterhaltskosten	Jährlich anfallende Betriebs- und Unterhaltskosten für den Wasserbau, Infrastrukturanlagen (u.a. Wege) und Wald.	günstigste Variante		are Interpolation	teuerste Variante
C.3	Nachträgliche Bautätigkeit / Interventionsmassnahmen	Zum erreichen des Zielzustandes sind nachträgliche Interventionen mit Bautätigkeit erforderlich.	keine	wenige	mittlere	umfangreiche
			Intervention	Interventionen	Interventionen	Interventionen
C.4	Materialbewirtschaftung	Umfang der Materialmenge, welche Verschoben werden muss (Aushub und Hinterfüllungen) / Anteil Menge die abtransportiert werden muss (positive Materialbilanz).	gering / kein Überschuss	klein / wenig Überschuss	mittel / wenig Überschuss	gross / hoher Überschuss
C.5	Kostenbeteiligung Dritte (Subventionen)	Restkosten für die Gemeinde nach Abzug der voraussichtlichen Subventionen von Bund, Kanton, RenF, Ökofonds, etc.	geringe Kosten	dazwischen line	are Interpolation	hohe Kosten
n	Ökologie					
D.1		Wie rasch ist die Entwicklung hin zu auentypischen Lebensräumen? Haben die terrestrischen Arten Zeit sich an die Entwicklung anzupassen?	langsame, stetige Entwicklung	zu langsame / schnelle Entwicklung	sehr rasche / kaum Entwicklung	keine Entwicklung
D.2	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte aquatisch (nach Initialmassnahmen)	Qualität Lebensraum Gewässer	rasche Bereitstellung	Entwicklung zeitnah	sehr langsame Entwicklung	keine Entwicklung
D.3	Naturwerte terrestrische Lebensräume (Endzustand)	Gemessen am Ziel der Schaffung einer dynamischen Aue (regelmässig überflutete Auengebiete): Ist der Endzustand wertvoller als der Ausgangszustand, sind auentypische Lebensräume vorhanden?	grosse Aufwertung	deutliche Aufwertung	geringfügige Aufwertung	keine Aufwertung
D.4	Naturwerte aquatische Lebensräume (Endzustand)	Qualität der aquatischen Lebensräume, Strukturvielfalt	Sehr hohe Verbesserung	deutliche Verbesserung	geringfügige Verbesserung	keine Verbesserung
E	Umwelt					
E.1	Landschaft / Landschaftsbild (Endzustand)	Landschaftsbild entspricht der Vorgabe "Flusslandschaft" / "Auenlandschaft"	erfüllt	wahrscheinlich erfüllt	eher nicht erfüllt	nicht erfüllt
E.2	Eingriff Wald (im Rahmen der Initialmassnahmen)	Umfang Eingriff in die bestehenden Waldflächen (grösse der definitiven Rodungsfläche)	Eingriff sehr klein	klein	mittel	gross
E.3	Grundwasser, Beeinträchtigung an Bauten durch Anstieg (nach Initialmassnahmen)	Einfluss auf Grundwasser: Massnahmen führen zu keinen Beeinträchtigungen an den umliegenden Bauten.	Verbesserung	leichte Verbesserung	status quo	Verschlechterung
	Hinweise		•			
	Trinkwasser	Qualität wird nicht bewertet, da keine Variante eine Beeinträchtigung der Trinkwassergualität zur Folge haben darf -> Killerkriterium (Pro	jektvorgabe)			
	Trinkwasser Altlasten	Qualität wird nicht bewertet, da keine Variante eine Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität zur Folge haben darf -> Killerkriterium (Pro- Altlasten werden nicht bewertet, da keine Varinte eine Beeinträchtigung der Altlasten zur Folge haben darf -> Killerkriterium (Projektvorg	, ,			

	Kriterium		Kommentar Bewertung							
	Subkriterium	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5				
Δ	Flussbau / Morphologie									
A.1	Technische Risiken nach Initialmassnahmen (Seitenerosionsprozesse, Stabilität der Sohlenlage)	+ keine Seitenerosionsprozesse + keine Interventionsmassnahmen + keine Sohlenbewegungen (Fixpunkte)	+ kaum bis wenige Seitenerosionsprozesse + keine Interventionsmassnahmen + keine Sohlenbewegungen (Fixpunkte)	+ zu Beginn nur wenige Seitenerosionsprozesse (nur lokale Initialisierung) - Interventionsmassnahmen erforderlich - Weitere Erosion im Anfangstadium möglich	 grössräumige Seitenerosionsproz. Interventionsmassnahmen erforderlich Stabilisierung der Sohle (Auflandung wird erstellt) 	 Interventionsmassnahmen beschränkt erforderlich Stabilisierung der Sohle (Auflandung wird erstellt) 				
A.2	Verhalten im Überlastfall nach Initialmassnahmen	- lokales Versagen (Sohlenfixpunkte)	- lokales Versagen (Sohlenfixpunkte)	+ eher gutmütiges Verhalten	+ gutmütiges Verhalten (Aufweitung), genug Abflussquerschnitt	+ gutmütiges Verhalten (Aufweitung), genug Abflussquerschnitt				
A.3	Morphologie / Eigendynamik nach Initialmassnahmen	- kanalisiert - Entwicklung unmöglich	- weiterhin kanalisiert + eigendynamische Entwicklung ist kaum möglich (fehlende Dynamik)		+ Verbesserung Morphologie / Dynamik (alternierende Bänke), Breite + 25 m + vielfälltige Morphologie ist zu erwarten + weitere eigendynamische Entwicklung möglich	+ Wesentliche Verbesserung der Morphologie / Dynamik, Breite bis 120 m + vielfälltige Morphologie ist zu erwarten + weitere eigendynamische Entwicklung möglich				
A.4	Sohlenstabilisierung Perimeter langfristig	- nein (kein stabiler Zustand, sobald Rampen erodieren -> begrenzte Lebensdauer)	- nein (kein stabiler Zustand, sobald Rampen erodieren -> begrenzte Lebensdauer)		+ ja (Endzustand mit Aufweitung führt zu Stabilisierung)	+ ja (Endzustand mit Aufweitung führt zu Stabilisierung)				
A.5	Sohlenstabilisierung im Unterlauf langfristig	- status quo: keine zusätzlicher Gescheibeeintrag im Projektabschnitt	+ Verbesserung: langfristig kontinuierlicher Eintrag an Geschiebe, evtl. etwas kleiner als in V3 + V4 aufgrund fehlender Dynamik	+ Deutliche Verbesserung: Geschiebeeintrag wird massgebend verbessert	+ Deutliche Verbesserung: Geschiebeeintrag wird massgebend verbessert	+ Verbesserung: jedoch durch das stark reduzierte Depot fällt die Speisung im Unterlauf langfristig klein aus				
A.6	Sohlenstabilisierung im Oberlauf langfristig	- status quo: keine Verbesserung im Oberlauf	- status quo: keine Verbesserung im Oberlauf	- status quo: Negative Effekte im Oberlauf werden durch bauliche Massnahmen begrenzt.	- status quo: Negative Effekte im Oberlauf werden durch bauliche Massnahmen begrenzt.	- status quo: Negative Effekte im Oberlauf werden durch bauliche Massnahmen begrenzt.				
R	Naherholung und Gesellschaft									
B.1	Akzeptanz Bevölkerung	- gemäss Rückmeldung aus BG wünscht sich Bevölkerung eine Aufweitung	- gemäss Rückmeldung aus BG wünscht sich Bevölkerung eine Aufweitung	, ,	+ entspricht weitgehend der Rückmeldung aus BG Sitzungen	+ entspricht weitgehend der Rückmeldung aus BG Sitzungen				
B.2	Akzeptanz Grundeigentümer	+ entspricht den Vorstellungen der Grundeigentümer	+ entspricht eher den Vorstellungen der Grundeigentümer	, ,	- entspricht NICHT den Vorstellungen der Grundeigentümer -> eigendynamische Entwicklung	 entspricht NICHT den Vorstellungen der Grundeigentümer grosser Landverlust eigendynamische Entwicklung 				
B.3	Sicherheit Wassersport (Böötle) nach Initialmassnahmen / u.a. Ausstiegsmöglichkeiten	+ keine Stromschnellen + keine gefährlichen Strömungen - keine Ausstiegsmöglichkeiten (Gefahr)	+ keine Stromschnellen + keine gefährlichen Strömungen + gute Ausstiegsmöglichkeiten durch Flachufer	Böschungen bei Initialmassnahmen) - Enges Gerinne mit strömungslenkenden Massnahmen (starke Strömungen) - Stromschnellen	+ Ausstiegsmöglichkeiten vorhanden durch Flachufer + durch Verbreiterung ehre gutmütige Strömungen - Stromschnellen infolge Strömungslenkende Massnahmen	+ viele Möglichkeiten für einen Ausstieg + durch Verbreiterung ehre gutmütige Strömungen - evtl. Abschnitte mit geringer Wassertiefe				
B.4	Wegverlauf nach Initialmassnahmen	- keine Verbesserung zum IST-Zustand	+ Attraktiver Zugang zum Gewässer durch weitläufige Flachufer	- Wegverlauf teilweise nicht in der Nähe zum Gewässer - Lärm Autobahn (rechtes Ufer)	- Wegverlauf teilweise nicht in der Nähe zum Gewässer - Lärm Autobahn (rechtes Ufer)	+ Attraktiver Wegverlauf, Wege können in Böschungen verlegt werden (fertiggestellte Abschnitte) + Guter Zugang zum Gewässer				
B.5	Attraktivität / Erholungswert nach Initialmassnahmen	- keine Verbesserung zum IST-Zustand	- Attraktivität Gewässer unverändert + Zugang zum Gewässer wird verbessert	- Teilweise kein Zugang zum Gerinne (steile Böschungen) + Punktuell attraktive Abschnitte	+ Zugang zum Gewässer verbessert + Attraktivität insgesamt höher (Kiesbänke)	+ Sehr hohe Attraktivität, viele Kiesbänke + Guter Zugang zum Gewässer				
B.6	Attraktivität / Erholungswert langfristig	- keine Verbesserung zum IST-Zustand	+ eher wenige Veränderungen zu erwarten	+ Sehr hohe Attraktivität, viele Kiesbänke + Guter Zugang zum Gewässer	wie Variante 3	wie Variante 3				

Kriterium		Kommentar Bewertung									
	Subkriterium	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5					
С	Ökonomie und Wirtschaftlichkeit										
C.1	Investitionskosten	gemäss Investitionskosten	gemäss Investitionskosten	gemäss Investitionskosten	gemäss Investitionskosten	gemäss Investitionskosten					
C.2	Betriebs- und Unterhaltskosten	Annahme: günstigste Unterhaltskosten	Annahme: mittlere Unterhaltskosten (höher als Variante 1, da Pflege der Böschungen)	höhere Unterhaltskosten	höhere Unterhaltskosten	höhere Unterhaltskosten					
C.3	Nachträgliche Bautätigkeit / Interventionsmassnahmen	+ keine nachträgliche Bautätigkeit	+ eher keine nachträgliche Bautätigkeit - punktuelle Eingriffe verm. notwendig	- Umfassende Interventionsmassnahmen	- Umfassende Interventionsmassnahmen (wie Variante 3)	- geringe Interventionsmassnahmen notwendig					
C.4	Materialbewirtschaftung	+ sehr geringe Materialbewegungen	+ geringe Materialbewegungen / kaum Überschuss	+ geringe Materialbewegungen / kaum Überschuss	- wesentliche Materialbewegungen - massgebender Materialüberschuss	- sehr grosse Materialbewegungen - sehr grosser Materialüberschuss von mehreren 100'000 m³					
C.5	Kostenbeteiligung Dritte (Subventionen)	Annahme: 40 % Restkosten	Annahme: 40 % Restkosten	Annahme: 20 % Restkosten	Annahme: 20 % Restkosten	Annahme: 20 % Restkosten					
D	Ökologie										
D.1	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte	- keine zeitliche Entwicklung, da kanalisiert	obor wonig Entwicklung	L Entwicklung der Neturwerte über einen	L Ontimal: glaighmänging Entwicklung mit	- Der Endzustand erfolgt sehr rasch; ein					
D. I	terrestrisch (nach Initialmassnahmen)	- keine zeitliche Entwicklung, da kanalisiert	- eher wenig Entwicklung + lokal etwas Dynamik möglich	+ Entwicklung der Naturwerte über einen Zeitraum von mehreren Jahren möglich	+ Optimal: gleichmässige Entwicklung mit Eigendynamik, die bestehenden Naturwerte haben Zeit sich anzupassen.	Grossteil der dynamischen Entwicklung ist bereits "gebaut"; keine "Anpassungszeit"; grosse bauliche Eingriffe					
D.2	Zeitliche Entwicklung der Naturwerte aquatisch (nach Initialmassnahmen)	- keine zeitliche Entwicklung, da kanalisiert	- eher wenig Entwicklung + lokal etwas Dynamik möglich	+ zeitnahe Entwicklung im Gewässer nach Initialmassnahme, lokal beschränkt	+ zeitnahe Entwicklung im Gewässer nach Initialmassnahme, lokal beschränkt, jedoch grössere Entwicklungsmöglichkeit	+ Entwicklung nach Initialmassnahme grössten Teils abgeschlossen: Dynamik unmittelbar verfügbar					
D.3	Naturwerte terrestrische Lebensräume (Endzustand)	- keine Verbesserung - keine Auenlebensräume geschaffen, Beibehaltung Status quo	+ geringfügige Verbesserung, nur Aufwertung Uferbereiche Aare	+ wesentliche Verbesserung + dynamische Auenlebensräume können sich entwickeln (kann jedoch länger dauern)	Wird mit Initialmassnahmen beschleunigt, Aufwertung bereits zu Beginn, baulicher Eingriff grösser als V3	Bau einer "Auenlandschaft", Ausgestaltung Inseln, Dynamik eingeschränkt, grosser baulicher Eingriff dafür rasch					
D.4	Naturwerte aquatische Lebensräume (Endzustand)	- keine Verbesserung	- geringfügige Verbesserung, langsame Entwicklung möglich	+ deutliche Verbesserung: Wesentliche Erhöhung der Strukturvielfalt + "Auenlandschaft" mit vielfältiger Morphologie -> grosse Strukturvielfalt	+ deutliche Verbesserung: Wesentliche Erhöhung der Strukturvielfalt + "Auenlandschaft" mit vielfältiger Morphologie -> grosse Strukturvielfalt	+ deutliche Verbesserung: Bau einer "Auenlandschaft" mit vielfältiger Morphologie -> grosse Strukturvielfalt					
F	Umwelt										
<u> </u>	Landschaft / Landschaftsbild	- entenricht nicht dem Landschaftshild	- entenricht nicht dem Landschaftsbild	+ entenricht dem gewünschten	+ entenricht dem gewünschten	+ entenricht dem gewünschten					
E.1	(Endzustand)	- entspricht nicht dem Landschaftsbild "Flusslandschaft"	- entspricht nicht dem Landschaftsbild "Flusslandschaft" ist jeodch gegenüber dem heutigen Zustand eine Verbesserung	+ entspricht dem gewünschten Landschaftsbild - jedoch sehr lange Entwicklungsdauer	+ entspricht dem gewünschten Landschaftsbild	+ entspricht dem gewünschten Landschaftsbild					
E.2	Eingriff Wald (im Rahmen der Initialmassnahmen)	+ Eingriff sehr klein	+ nur lokaler, kleinflächiger Eingriff	+ nur lokaler, kleinflächiger Eingriff	- grössere Fläche erforderlich	- sehr grosse Fläche erforderlich					
E.3	Grundwasser, Beeinträchtigung an Bauten durch Anstieg (nach Initialmassnahmen)	status quo	status quo	nach Initialmassnahmen kein Einfluss (langfristig ungewiss, wird jedoch nicht bewertet)	- Verbesserung: Aufweitung führt zu einem tieferen Wasserspiegel bei Hochwasser	- Verbesserung: Aufweitung führt zu einem tieferen Wasserspiegel bei Hochwasser					

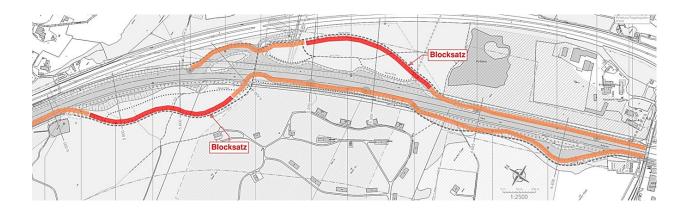




ANHANG C VARIANTENSTUDIUM UFERVERBAU

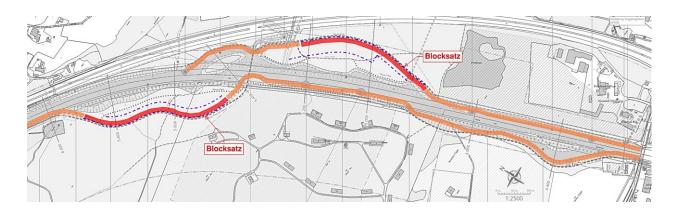
Variante 1: Blocksatz (schlafend erstellt)

- Blocksatz schlafend erstellt, im Rahmen der Initialmassnahmen
- Keine Beurteilungs- und Interventionslinien



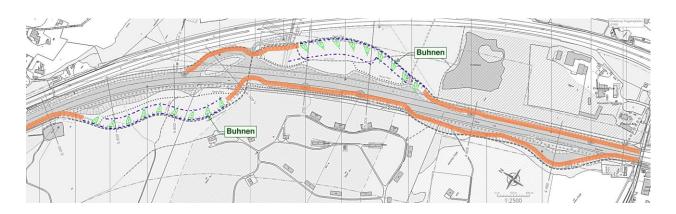
Variante 2: Blocksatz (Interventionsmassnahme)

- Längsverbau mit Blocksatz
 Der Verbau wird zu einem späteren Zeitpunkt erstellt, im Rahmen der Interventionsmassnahmen
- Definition von Beurteilungs- und Interventionslinie erforderlich



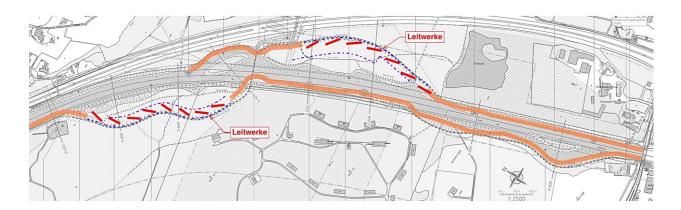
Variante 3: Buhnen

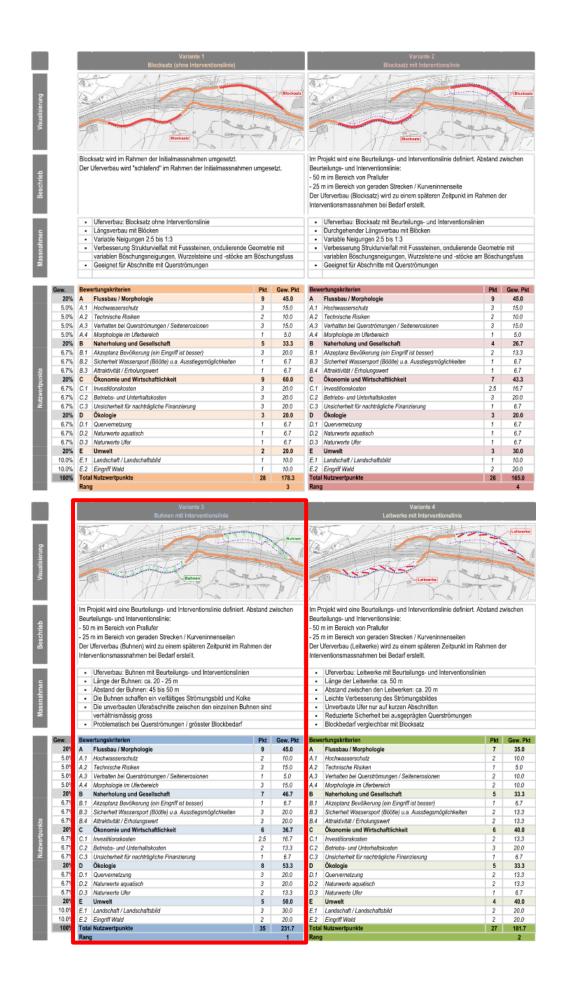
- Uferverbau mit Buhnen:
 Der Verbau wird zu einem späteren Zeitpunkt erstellt, im Rahmen der Interventionsmassnahmen
- Definition von Beurteilungs- und Interventionslinie erforderlich



Variante 4: Leitwerke

- Uferverbau mit Leitwerken Der Verbau wird zu einem späteren Zeitpunkt erstellt, im Rahmen der Interventionsmassnahmen
- Definition von Beurteilungs- und Interventionslinie erforderlich





ANHANG D TECHNISCHE NACHWEISE

Berechnung der Kolktiefe nach Froehlich

Zum Bestimmen der Kolktiefe im Bereich von Hindernissen (z.B. am Buhnenkopf oder ELJ) wurde der Ansatz von Froehlich (1989) verwendet. Die Kolktiefe unter Berücksichtigung von Geschiebe ist durch die nachfolgende Beziehung gegeben:

$$S = 2.27 K_S K_\delta \left(\frac{L}{h}\right)^{0.43} Fr^{0.61}$$

Mit den Parametern K_S und K_δ wird die Form und die Stellung des Hindernisses berücksichtigt. Für die Anströmung wird ein Winkel von ca. 45° angenommen:

$$K_{\delta} = \left(\frac{\delta}{90^{\circ}}\right)^{0.1} = \left(\frac{45^{\circ}}{90^{\circ}}\right)^{0.1} = 0.93$$

Die Form von Buhnen und ELJ entsprechen den Referenzwerten geneigte Böschungen (Typ c):

$$K_{\rm S} = 0.55 - 0.82$$

Die Buhnen und ELJ haben eine Lange von ca. 25 m, davon befindet sich jedoch die Hälfte im Böschungsbereich, massgebend ist somit die halbe Länge L = 12.5 m. Im Bereich der Initialmassnahmen bewegt sich die Froude-Zahl für das Bemessungshochwasser (HQ $_{100}$) typischerweise im Bereich von S=0.6 bei einer Wassertiefe von ca. 3.4 m. Die erwartete Kolktiefe beträgt in Abhängigkeit der Form zwischen bis 5.0 m.

$$S = 2.27 \cdot 0.55 \cdot 0.93 \left(\frac{12.5}{3.4}\right)^{0.43} 0.6^{0.61} = 5.0 \ m$$

Im Endzustand reduziert sich die Abflusstiefe auf ca. 2.5 m im Bereich der Aufweitungen und die Froude-Zahl auf ca. 0.5. Damit reduziert sich der Erwartungswert für die Kolktiefe auf ca. 3.8 m.

Gleitsicherheit ELJ

Der Gleitsicherheitsnachweis erfolgt durch die Gegenüberstellung der rückhaltenden Scherfestigkeit und den einwirkenden Scherkräften:

$$\eta_G = \frac{N \, \tan \varphi}{H}$$

Für die Gleitsicherheit muss ein minimaler Wert von $\eta_G=2.0$ nachgewiesen werden. Die treibende Kraft H setzt sich aus dem Erddruck der Hinterfüllung und der Strömungskraft zusammen. Als rückhaltende Kraft dient das Eigengewicht N multipliziert mit dem Tangens des Reibungswinkels φ . Die Wichte der Struktur unter Auftrieb beträgt ca. 10 kN/m³.

$$N = A h \gamma = 180 \cdot 3.0 \cdot 10 = 5'400 kN$$

Der hydrodynamische Druck auf ein Hindernis beträgt:

$$q_f = c_p \cdot \rho_m \cdot v_f^2 \cdot \sin \alpha^2 = 2 \cdot 1.0 \cdot 3.0^2 \cdot 1.0 = 18 \, kN/m^2$$

$$H = q_f \cdot A = 18 \cdot 15 \cdot 3 = 810$$

Ohne Berücksichtigung der Pfähle als Scherwiderstand wird eine Standsicherheit von 3.8 erreicht. Somit reicht das allein das Eigengewicht des ELJ, um die Gleitsicherheit zu sicherzustellen.

$$\eta_G = \frac{N \tan \varphi}{H} = \frac{5'400 \tan 30^\circ}{810} = 3.8$$

ANHANG E AKTEURANALYSE

Relevante Akteure und ihr Einbezug

Akte	ure	Einbezug ins Projekt						
		Fachaus- schuss	Begleit- gruppe	Betreuung durch AF	Kommu- nikation*			
	Heimberg Verwaltung	Х						
	Heimberg Politik		Х					
Ë.	Uetendorf Verwaltung	Х						
Gem.	Uetendorf Politik		Х					
	Uttigen Verwaltung	Х						
	Uttigen Politik		Х					
	Kanton Bern, Staatsforst		Х					
١.	Burgergemeinde Heimberg		Х	Х				
mer	Einwohnergemeinde Heimberg		Х					
ıntü	Burgergemeinde Uttigen		Х	Х				
Eigentümer	Armasuisse (Portfolio Management)		Х					
_	Wasserverbund Region Bern AG		Х	Х				
	Pistolenschützenverein Uetendorf		Х					
Ľ	BKW, Grid- und Hydroingeneerung		Х					
Infrastrukturen	Netzula		Х					
truk	Wasserversorgnung Region Thun, WARET		Х	Х				
fras	ASTRA-Filiale Thun (Baupolizei)		Х					
드	Armasuisse (Facility Management)		Х					
	BAFU (Hochwasserschutz + Revitalisierung)	Х						
_	TBA OIK I	Х						
llen	Fachstelle Langsamverkehr	Х						
hste	LANAT (Natur, Fischerei)	Х						
Fachstellen	AWA (Wasserversorgung, Altlasten)	Х						
_	AWN (Wald und Naturgefahren)	Х						
	AUE (Koordination Umwelt, nachh, Entwicklung)	Х						
	Berner Wanderwege, Pro Velo Thun, VCS Thun Oberland,		Х					
	Fischereipchtvereinigung Thun, Fischereiverein		Χ					
ben	Pro Natura, Berner ALA, Stiftung Aaretal, WWF Bern, Natur- und Vogelschutzverein Uetendorf, Ornithologische Vereine Heimberg + Uttigen)		Х					
Nutzergruppen	Aareböötler (Berner Wassersportverein, Aarebootsvermietung, Schweiz. Lebensrettergesellschaft)		Х					
ž	Quartierorg. (IG Wohnen untere Au, Uetendorf Allmendleist, Leist Obere Au)		Х					
	Nicht organisierte Freizeitnutzer				Х			
	Einwohner Standortgemeinden				Х			
	Einwohner Region Thun				Х			

^{*}Gemeindeinformationsblätter, Flyer und Informationsveranstaltung anlässlich Mitwirkung, Aktionstag, Medienmitteilungen