



Kanton Bern

Oberingenieurkreis II

Tiefbauamt
des Kantons Bern

Wasserbauplan Beilage 3.2

Gemeinde	Münsingen, Rubigen und Belp	Datum Dossier	20.04.2018
Erfüllungspflichtiger	Kanton Bern	Revidiert	
Gewässernummer	37	Projektnummer	20094
Gewässer	Aare	Plandatum	20.04.2018
Plan-Nr.	20520.31_901	Format	A4

Wasserbauplan Obere Belpau km 195'240 - 197'930

Unterlage

Technischer Bericht

Vorprojekt : Öffentliche Mitwirkung

Projektverfassende

Basler & Hofmann

Ingenieure, Planer und Berater
Industriestrasse 1, CH-3052 Zollikofen
T +41 31 544 24 24
www.baslerhofmann.ch

naturaqua PBK

Planung Beratung Kommunikation
Elisabethenstrasse 51
3014 Bern
T +41 31 335 25 25
www.naturaqua.ch



IMPULS AG
Wald
Landschaft
Naturgefahren
Seestrasse 2
3600 Thun
T+ 41 33 225 60 10
www.ImpulsThun.ch

Wasserbauplangenehmigung :

Plotdatum: 16.04.2018

Impressum

Datum

20. April 2018

Bericht-Nr.

20520.31_901

Verfasst von

tbu, daz, fas, niw, maa, kaa

Basler & Hofmann West AG
Ingenieure, Planer und Berater

Industriestrasse 1
CH-3052 Zollikofen
T +41 31 544 24 24

Bernstrasse 30
CH-3280 Murten
T +41 26 672 99 77

naturaqua PBK
Planung Beratung Kommunikation

Elisabethenstrasse 51
CH-3014 Bern
T +41 31 335 25 25

Impuls AG
Wald Landschaft Naturgefahren

Seestrasse 2
CH-3600 Thun
T +41 33 225 60 10

Verteiler

Tiefbauamt des Kantons Bern,
Oberingenieurkreis II
Gemeinden Belp, Münsingen und
Rubigen

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	1
1.1	Auftrag und Projektziele	1
1.2	Projektperimeter	1
1.3	Projektstand und Partizipation	1
1.4	Kurzbeschreibung Projekt / Geplante Massnahmen	1
1.5	Kosten und Kostenwirksamkeit	2
1.6	Kurzbeschreibung Bauablauf	2
1.7	Auswirkungen des Projekts	2
1.8	Terminprogramm	3
2.	Anlass und Auftrag	3
2.1	Anlass	3
2.2	Auftrag	3
2.3	Projektperimeter und Projektabgrenzung	3
2.4	Projektorganisation	5
2.5	Partizipation	6
2.5.1	Akteuranalyse	6
2.5.2	Partizipation und Information	8
2.5.3	Öffentliche Mitwirkung	9
2.5.4	Vorprüfung	9
2.5.5	Planauflageverfahren bei Amts-und Fachstellen	9
2.5.6	Publikation und öffentliche Auflage	10
2.5.7	Plangenehmigung und Finanzbeschlüsse	10
3.	Ausgangssituation / Ist-Zustand	11
3.1	Historische Ereignisse	11
3.2	Schutzgebiete und Nutzungen	12
3.3	Charakteristik des Einzugsgebiets	16
3.4	Hydrologische Verhältnisse	16
3.4.1	Hochwasserabflüsse	16
3.4.2	Niedrigwasserabflüsse	17
3.5	Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse	17
3.5.1	Geologie	17
3.5.2	Grundwasser	17
3.6	Geschiebe	18
3.7	Schwemmholtz	19
3.8	Mögliche Gefahrenarten / Prozesse	19
3.9	Gefährdungssituation	19
3.10	Raumbedarf / Gewässerraum	20
3.11	Ökologie	21
3.11.1	Ökomorphologischer Gewässerzustand	21
3.11.2	Fauna und Flora	23

3.12	Defizitanalyse Ökologie	27
3.13	Ökologisches Entwicklungspotenzial	27
3.13.1	Wasserqualität	27
3.13.2	Wasserführung	28
3.14	Projekte Dritter	28
3.15	Altlasten	28
3.16	Heimat- und Ortsbildschutz	29
3.16.1	Archäologisches Inventar	29
3.16.2	Bauinventar	29
3.16.3	Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz IVS	29
4.	Projektziele	29
4.1	Hochwasserschutzziele	30
4.2	Dimensionierung Abflüsse und Freibord	30
4.2.1	Abflüsse	30
4.2.2	Ganglinien	31
4.2.3	Freibord	32
4.3	Hochwasserschutzdefizite	32
4.4	Ökologische Entwicklungsziele	34
5.	Projektbeschreibung / Massnahmenplanung	34
5.1	Variantenstudium	34
5.1.1	Varianten	34
5.1.2	Variantenbewertung	44
5.1.3	Variantenentscheid	45
5.2	Raumplanerische Massnahmen	45
5.2.1	Raumbedarf Fliessgewässer (Gewässerraum)	45
5.2.2	Überflutungsgebiete	46
5.2.3	Planungslinien (Beurteilungs- und Interventionslinien)	46
5.3	Bauliche Massnahmen	48
5.3.1	Hochwasserschutzmassnahmen	48
5.3.2	Uferschutzmassnahmen	56
5.3.3	Initialmassnahmen	59
5.3.4	Ökologische Aufwertungsmassnahmen	59
5.3.5	Besucherinformation und -führung / Erholungsnutzung	60
5.3.6	Infrastruktur	61
5.3.7	Baugrund / Grundwasser	69
5.3.8	Hydraulische Nachweise	69
5.3.9	Geschiebetechnische Nachweise	70
5.3.10	Betrieb und Unterhalt	73
5.3.11	Altlasten	73
5.3.12	Materialbewirtschaftung	73
5.3.13	Ökologische Ausgleichsmassnahmen / Ersatzmassnahmen	74
5.4	Ökologische Entwicklungskontrolle	75
5.5	Landerwerb	75

6.	Kosten	76
6.1	Kostenschätzung ±20%	76
6.2	Risikokosten	77
6.3	Landerwerb und Realersatz	77
6.4	Diverses	77
6.5	Subventionierung	77
6.6	Kostenteiler	78
7.	Bauablauf	79
7.1	Überblick Etappierung	79
7.2	Grober Bauablauf	80
7.3	Baurisiken / Gefährdungen beim Bau	82
7.4	Auswirkungen auf Umwelt während des Baus	82
8.	Auswirkung Projekt / Massnahmen	84
8.1	Umweltverträglichkeitsprüfung	84
8.1.1	UVP-Pflicht und Verfahren	84
8.1.2	Relevanzmatrix	85
8.2	Auswirkungen auf Nutzung	88
8.2.1	Richt- und Nutzungsplanung	88
8.2.2	Siedlungsflächen	88
8.2.3	Verkehr und Schifffahrt	88
8.2.4	Fuss- und Wanderwege	88
8.2.5	Werkleitungen	88
8.2.6	Wasserrechte	89
8.2.7	Konzessionen Wasserkraftwerke	89
8.3	Auswirkungen auf Heimat- und Ortsbildschutz	89
8.3.1	Archäologisches Inventar	89
8.3.2	Bauinventar	89
8.3.3	Historische Verkehrswege	89
8.3.4	Geschützte Bäume und Hecken	89
8.4	Auswirkungen auf Natur und Landschaft	90
8.4.1	Ufervegetation	90
8.4.2	Fauna und Flora	90
8.4.3	Landschaftsschutzgebiete und Naturschutzgebiete	91
8.4.4	Wald	91
8.5	Auswirkungen auf Gewässerökologie und Fischerei	91
8.5.1	Geschiebehaushalt	92
8.5.2	Gerinnemorphologie	93
8.5.3	Ökomorphologie	98
8.5.4	Quer- und Längsvernetzung	98
8.6	Auswirkungen auf Wasserqualität	98
8.7	Auswirkungen auf Grundwasser	98
8.7.1	Schutzzonen	98
8.7.2	Trinkwasserfassungen	98
8.7.3	Altlasten	98
8.8	Auswirkungen auf Landwirtschaft	98

9.	Verbleibende Gefahren und Risiken	99
9.1	Überlastfall	99
9.2	Restgefährdung (Intensitäts- und Gefahrenkarten nach Massnahmen)	101
10.	Nachweis der Kostenwirksamkeit	101
11.	Umsetzung der verbleibenden Gefahren in die Richt- und Nutzungsplanung	101
12.	Notfallplanung	101
13.	Termine	102
14.	Literaturverzeichnis	103

Anhang 1

Anhang 2

Anhang 3

1. Zusammenfassung

1.1 Auftrag und Projektziele

Auftrag

Nach Abschreibung des Wasserbauplans *Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun – Bern aarewasser* [1] zugunsten einer flexibleren Umsetzung der Massnahmen als einzelne Wasserbauprojekte, wurde Basler & Hofmann zusammen mit den Subplanern naturaqua PBK und Impuls AG im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung beauftragt, für den Wasserbauplan *Obere Belpau* das Vor-, Bau- und Auflageprojekt zu erarbeiten.

Projektziele

Die übergeordneten Ziele für die Projekte an der Aare zwischen Thun und Bern sind der Schutz vor Hochwassern, die langfristige Sicherung der Trinkwasserreserven im Aaretal, die Aufwertung der Naturlandschaft und der Erhalt des attraktiven Naherholungsgebiets entlang der Aare. Diese Ziele gelten auch für den Wasserbauplan *Obere Belpau*.

1.2 Projektperimeter

Projektperimeter

Der Projektperimeter des Wasserbauplans *Obere Belpau* umfasst die Auenlandschaft der Aare von der Grenze der drei Gemeinden Gerzensee, Münsingen und Belp oberhalb der Schützenfahrbrücke flussabwärts bis unterhalb der Hunzigebrücke auf Gemeindegebiet von Rubigen und Belp.

1.3 Projektstand und Partizipation

Projektstand

In einem ausführlichen Variantenstudium wurden verschiedene Varianten ausgearbeitet. Basierend auf den Anregungen aus Besprechungen des Fachausschusses und weiteren Gesprächen wurde die Bestvariante gewählt, in der Begleitgruppe diskutiert und im Vorprojekt ausgearbeitet. Als nächstes stehen die öffentliche Mitwirkung (27. April bis 28. Mai 2018) und die Vorprüfung bei den kantonalen Amts- und Fachstellen und beim Bundesamt für Umwelt an (voraussichtlich Sommer bis Herbst 2018).

Partizipation

Die breite Öffentlichkeit hat im Rahmen der öffentlichen Mitwirkung Gelegenheit, eigene Ideen und Anregungen einzubringen. Zusätzlich fanden und finden direkte Gespräche mit Projektbetroffenen statt.

1.4 Kurzbeschreibung Projekt / Geplante Massnahmen

Geplante Massnahmen

In einer ersten Etappe wird links- und rechtsseitig der Aare ein neuer Hochwasserschutzdamm errichtet. Die Badi Münsingen und das Restaurant Campagna werden durch ergänzende Hochwasserschutzmassnahmen geschützt. Die bestehenden Trinkwasserfassungen in der Belpau und deren Grundwasserschutzzonen werden bis zum Konzessionsende 2036 durch temporäre Uferschutzmassnahmen geschützt. Danach werden in zweiter Etappe rechts- und linksseitig eigendynamischen Aufweitungen der Aare initialisiert. Die Auenlandschaft wird zusätzlich durch Kleinstrukturen und Teiche für Amphibien und Reptilien aufgewertet. Bestehende Wege werden wo nötig verlegt und eine Besucherinformation und –führung eingerichtet. Bestehende Infrastrukturen werden wo erforderlich in erster oder zweiter Etappe durch Uferschutzmassnahmen geschützt. Wo die Erosion die

maximal zulässige Aufweitung voraussichtlich erst nach Jahren bis Jahrzehnten erreicht, werden Beurteilungs- und Interventionslinien ausgeschieden. Dort werden in dritter Etappe bei Erreichen der Beurteilungs- und Interventionslinien Uferschutzmassnahmen realisiert.

1.5 Kosten und Kostenwirksamkeit

Erstellungskosten

Die Erstellungskosten für die wasserbaulichen Massnahmen werden im Vorprojekt auf ca. CHF 15 Mio. geschätzt.

Kostenwirksamkeit

Der Nachweis der Kostenwirksamkeit wurde über den gesamten Aareabschnitt Thun - Bern erbracht [2]. Eine separate Betrachtung der Kostenwirksamkeit für den Wasserbauplan *Obere Belpau* ist nicht vorgesehen.

Kostenbeiträge Bund und Kanton

Für das Gesamtprojekt wird eine Subventionierung durch Bund und Kanton in der Höhe von 80 – 95% angestrebt.

1.6 Kurzbeschreibung Bauablauf

Kurzbeschreibung Bauablauf

Die baulichen Massnahmen werden in drei Etappen ausgeführt.

Erste Etappe (ca. ab 2021):

- _ Rodung / temporärer Holzschlag für Erstellung Massnahmen und Baupisten
- _ Erstellung Hochwasserschutzdämme linksseitig (Belp) und rechtsseitig (Münsingen)
- _ Erstellung Hochwasserschutzmassnahmen Badi Münsingen und Restaurant Campagna
- _ Instandstellung bestehender Uferschutz und Erstellung temporärer Uferschutz entlang Grundwasserschutzzonen linksseitig (Ingenieurbiologie)
- _ Erstellung definitive Uferschutzmassnahmen im Bereich Restaurant Campagna und Hunzikenbrücke (Blocksteinlängsverbau)
- _ Rückverlegen / Neubau Wege und Ausbau bestehende Wege linksufrig
- _ Ökologische Aufwertungsmassnahmen (Teicherstellung, Aufwertung Lebensräume für Amphibien und Reptilien)
- _ Neuerstellung Schützenfahrbrücke

Zweite Etappe (nach 2036):

- _ Dritte: Rückbau Trinkwasserfassungen inkl. Trinkwasserleitungen durch WVRB
- _ Rückbau bestehende Uferschutzbauten und Umsetzung Initialisierungsmassnahmen
- _ Erstellung schlafender Uferverbau (Blocksteinbuhnen) bei Verengung oberhalb der Hunzikenbrücke
- _ Rückverlegen / Neubau Wege und Ausbau bestehende Wege rechtsufrig
- _ Einrichtung Besucherinformation und -führung

Dritte Etappe (Bei Erreichen Interventionslinien):

- _ Gestaffelte Erstellung Uferschutzmassnahmen wo notwendig

1.7 Auswirkungen des Projekts

Auswirkungen des Projekts

Das Projekt gewährleistet den Hochwasserschutz bis zu einem 100-jährlichen Hochwasser. Für die Aufweitung werden Waldflächen beansprucht. Bestehende

Werkleitungen und die Wegführung werden den neuen Gegebenheiten angepasst. Die Etappierung nimmt Rücksicht auf die bestehende Konzession der Trinkwasserfassung des Wasserverbunds Region Bern (WVRB) in der Belpau. Die heute gültige Wasserstrategie des Kantons Bern sieht vor, die auslaufende Konzession nach 2036 nicht mehr zu verlängern. Das Projekt ermöglicht eine ökologische Aufwertung der Auenlebensräume (aquatisch, terrestrisch), es stabilisiert die Aaresohle und trägt dazu bei den Grundwasserschutz und die Trinkwasserreserven im Aaretal gesamthaft langfristig zu sichern.

1.8 Terminprogramm

Terminprogramm

Folgende Projekttermine werden angestrebt:

Projektphase	Termine
Projektstart	August 2017
Öffentliche Mitwirkung	27. April bis 28. Mai 2018
Publikation und öffentliche Auflage	Herbst 2019
Plangenehmigung und Finanzbeschlüsse	Winter 2019 / 2020

Tab. 1 Terminprogramm

2. Anlass und Auftrag

2.1 Anlass

Anlass

Nach den grossen Hochwasserereignissen 1999 und 2005 wurde ein Wasserbauplan *Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun – Bern*, genannt *aarewasser* [1], ausgearbeitet. Dieser umfasste 25 Massnahmen zum Schutz vor Hochwassern, zur Sicherung der Trinkwasserreserven, zur Aufwertung der Naturlandschaft und zum Erhalt des attraktiven Naherholungsgebiets entlang der Aare zwischen Thun und Bern. 2017 hat der Kanton Bern als Wasserbaupflichtiger entschieden, den Wasserbauplan *aarewasser* abzuschreiben zugunsten einer flexibleren Massnahmenumsetzung als einzelne Wasserbaupläne.

2.2 Auftrag

Auftrag

Als prioritäres Projekt soll der Wasserbauplan *Obere Belpau* an die Hand genommen werden, da hier das grösste Hochwasserschutzdefizit im Aaretal besteht. Basler & Hofmann wurde zusammen mit den Subplanern naturaqua PBK und Impuls AG im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung beauftragt, für den Wasserbauplan *Obere Belpau* das vorliegende Vorprojekt und später das Bau- und Auflageprojekt auszuarbeiten.

2.3 Projektperimeter und Projektabgrenzung

Projektperimeter

Der Projektperimeter des Wasserbauplans *Obere Belpau* umfasst die Auenlandschaft der Aare von der Grenze der drei Gemeinden Gerzensee, Münsingen und Belp

oberhalb der Schützenfahrbrücke flussabwärts bis unterhalb der Hunzikenbrücke auf Gemeindegebiet von Rubigen und Belp.

Er erstreckt sich rechtsufrig auf Gemeindegebiet von Münsingen bzw. Rubigen bis zur Autobahn A6 und linksufrig auf Gemeindegebiet Belp bis zum Ende des bestehenden Waldgebiets. Im Projektperimeter liegt auch die bereits 2006 als Sofortmassnahme umgesetzte Hunzigenau auf Gemeindegebiet Rubigen.

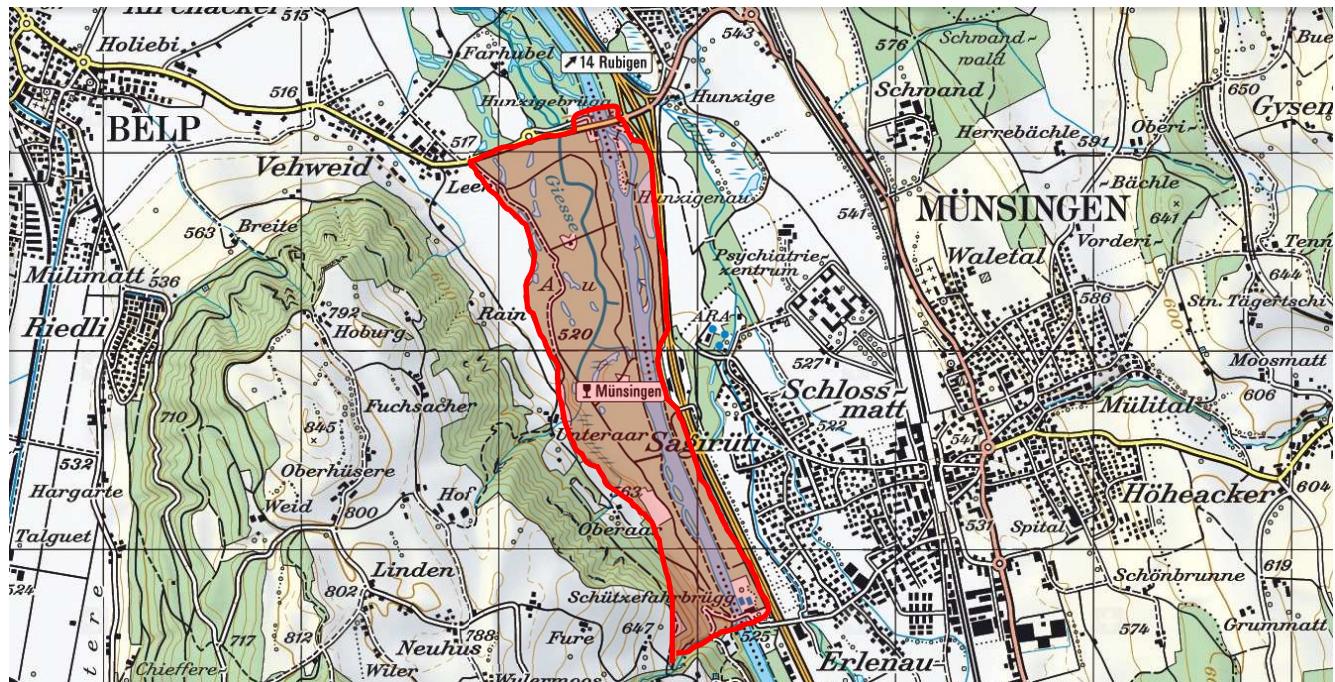


Abb. 1 Projektperimeter Wasserbauplan Obere Belpau [3]

Projektorganisation

2.4 Projektorganisation

Abb. 2 zeigt die Projektorganisation:

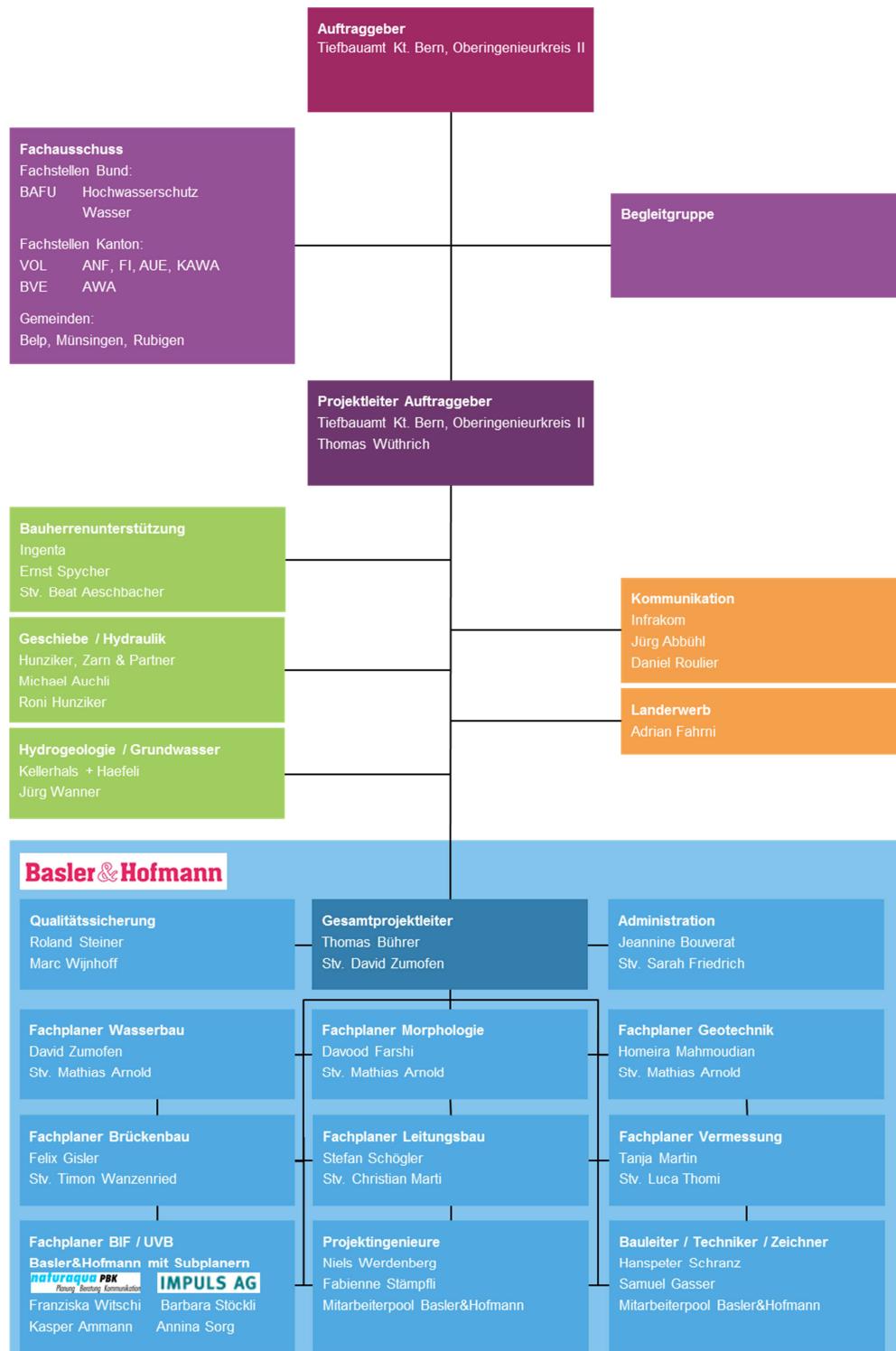


Abb. 2 Projektorganisation

2.5 Partizipation

2.5.1 Akteuranalyse

Akteuranalyse

Nachfolgende Tabellen stellen alle projektrelevanten Akteure zusammen. Für jede Akteursgruppe wird deren Bedeutung für das Projekt sowie deren Grad der Mitwirkung beurteilt.

Behörden, Grund- / Werkeigentümer, Bewirtschafter, Anwohner

Akteursgruppe	Einbindung über							
	Hoch	Mittel	Gering	Projekt-organisation	Fach-ausschuss	Begleit-gruppe	Direkte Gespräche	Mitwirkung Vorprüfung
Behörden, Grund- / Werkeigentümer, Bewirtschafter, Anwohner								
Tiefbauamt TBA, Oberingenieurkreis OIK II	x		x					x
Bundesamt für Umwelt BAFU, Sektion Hochwasserschutz	x			x				x
Bundesamt für Umwelt BAFU, Sektion Revitalisierung	x			x				x
Amt für Landwirtschaft und Natur LANAT, Abt. Naturförderung	x			x				x
Amt für Landwirtschaft und Natur LANAT, Fischereiinspektorat	x			x				x
Amt für Wald KAWA	x			x				x
Amt für Wasser und Abfall AWA, Abt. Siedlungswasserwirtschaft	x			x				x
Amt für Wasser und Abfall AWA, Abt. Betriebe und Abfall	x			x				x
Amt für Kultur AK, Denkmalpflege		x				x		x
Amt für Umweltkoordination und Energie AUE		x						x
Gemeinde Belp	x			x	x			
Gemeinde Münsingen	x			x	x			
Gemeinde Rubigen	x			x	x			
Wasserverbund Region Bern WVRB	x				x	x	x	
Burgergemeinde Belp (Grundeigentümer)	x				x	x	x	
Grundeigentümer		x						x
Bewirtschafter	x							x
Anwohner	x						x	

Tab. 2 Behörden, Grund- / Werkeigentümer, Bewirtschafter, Anwohner

Politische Parteien

Politische Parteien

Die politischen Parteien der betroffenen Gemeinden werden für die Projektrelevanz als „mittel“ eingestuft und werden über die Begleitgruppe ins Projekt involviert.

Organisationen, Interessengemeinschaften

Akteursgruppe	Projektrelevanz Einbindung über							
	Hoch	Mittel	Gering	Projekt-organisation	Fach-ausschuss	Begleit-gruppe	Direkte Gespräche	Mitwirkung Vorprüfung
Organisationen, Interessengemeinschaften								
AQUA VIVA			x				x	
Arbeitsgemeinschaft zum Schutz der Aare ASA			x				x	
Berner Ala	x					x		x
Berner Heimatschutz, Kantonale Geschäftsstelle			x				x	
Berner Wanderwege	x					x		x
Bernischer Wassersportverband			x				x	
Bernisch kantonaler Fischerei-Verband	x					x		x
Fischereiverein Aaretal Münsingen		x				x		x
IG Belpau	x					x	x	
Kynologischer Verein Münsingen		x					x	
Lauf-Team Münsingen	x						x	
Mittwochwandergruppe Münsingen		x					x	
Montagswanderer Münsingen		x					x	
Naturfreunde Kantonalverband Bern	x					x		x
Naturfreunde Münsingen		x					x	
Natur- und Vogelschutzverein Münsingen		x					x	
Ornithologischer Verein Münsingen Umgebung		x					x	
Pachtvereinigung Bern	x						x	
Pachtvereinigung Thun		x					x	
Pfadi Chutze Aaretal Münsingen		x					x	
Pro Natura Bern	x					x		x
Pro Velo Kanton Bern	x					x		x
Radsportclub Aaretal Münsingen		x					x	
Raumplanungskonferenz Region Bern - Mittelland	x					x		x

Akteursgruppe	Projektrelevanz			Einbindung über					
	Hoch	Mittel	Gering	Projekt-organisation	Fach-ausschuss	Begleit-gruppe	Direkte Gespräche	Mitwirkung	Vorprüfung
Organisationen, Interessengemeinschaften									
Reitverein Aaretal Münsingen	x					x		x	
Reitervereinigungen - VPU Konolfingen		x						x	
Riverwatch		x						x	
Schweizerischer Kanuverband		x						x	
Schweiz. Lebensrettungs-gesellschaft Sektion Bern		x						x	
Seniorenwandergruppe Münsingen		x						x	
Stiftung Aaretal	x					x		x	
VCS Regionalgruppe Bern		x						x	
Verein für Ortsbildpflege Münsingen		x						x	
Waldgemeinde Münsingen		x						x	
Wanderfreunde Münsingen		x						x	
WWF Bern	x				x			x	

Tab. 3 Organisationen, Interessengemeinschaften

2.5.2 Partizipation und Information

Partizipation und Information

Die Vertreter der oben aufgeführten Akteursgruppen werden periodisch in die Projektierung eingebunden. Kommunikationswege sind direkte Gespräche, Sitzungen, Informationsveranstaltungen und Informationsschreiben. Nachfolgende Liste zeigt die bisher stattgefundenen Anlässe.

Akteursgruppe	Termine der erfolgten Gespräche	Beschreibung
Tiefbauamt TBA,	17. August 2017	Startsitzung
Oberingenieurkreis OIK II	29. September 2017	Sitzung Auftraggeber und Planer
	03. November 2017	Sitzung Auftraggeber, Planer und Amt für Natur und Landschaft
		LANAT Abt. Naturförderung und Fischereiinspektorat
	07. Dezember 2017	Sitzung Auftraggeber und Planer
	11. Januar 2018	Sitzung Auftraggeber und Planer
	01. Februar 2018	Sitzung Auftraggeber und Planer
	01. März 2018	Sitzung Auftraggeber und Planer
	05. April 2018	Sitzung Auftraggeber und Planer
Fachausschuss (Amts-/Fachstellen Bund/Kanton), Gemeinden)	08. November 2017	1. Fachausschusssitzung
	16. Januar 2018	2. Fachausschusssitzung
	05. März 2018	3. Fachausschusssitzung
Begleitgruppe	22. Januar 2018	1. Informationsanlass Begleitgruppe

	19. Februar 2018	2. Informationsanlass Begleitgruppe
Fachstellen	03. November 2017	Sitzung Auftraggeber, Planer und Amt für Natur und Landschaft LANAT Abt. Naturförderung und Fischereiinspektorat
	28. März 2018	Sitzung Auftraggeber, Planer und Fachstelle IVS des ASTRA betreffend Schützenfahrbrücke
Gemeinden Münsingen, Belp und Gerzensee, Amt für Kultur AK, Denkmalpflege	20. Dezember 2017	Sitzung zur Schützenfahrbrücke
	28. März 2018	Sitzung zur Schützenfahrbrücke
Grund- / Werkeigentümer	01. November 2017	Wasserverbund Region Bern
	28. November 2017	Burggemeinde Belp
	24. Januar 2018	Grundeigentümer Restaurant Campagna
	06. März 2018	Burggemeinde Belp
	05. April 2018	Grundeigentümer Restaurant Campagna
Organisationen, Interessengemeinschaften	14. November 2018	IG Belpau

Tab. 4 Auswahl der bereits erfolgten Gespräche mit den Akteursgruppen

2.5.3 Öffentliche Mitwirkung

Öffentliche Mitwirkung

Während der öffentlichen Mitwirkung kann sich die breite Öffentlichkeit zum Wasserbauplan einbringen. Ziel der öffentlichen Mitwirkung ist eine möglichst breite Beteiligung der Betroffenen an den Planungs- und Entscheidungsprozessen des vorliegenden Wasserbauplans. Die Eingaben und Stellungnahmen werden im sogenannten Mitwirkungsbericht dokumentiert und wenn möglich im Projekt berücksichtigt.

Die Informationsanlässe zur öffentlichen Mitwirkung finden am 23. April 2018 in Belp und am 26. April 2018 in Münsingen (für die Bevölkerung von Münsingen und Rubigen) statt.

Die Auflage zur öffentlichen Mitwirkung findet vom 27. April bis zum 28. Mai 2018 statt.

2.5.4 Vorprüfung

Vorprüfung

Nach allfälligen Projektanpassungen aus der öffentlichen Mitwirkung folgt die Vorprüfung des Wasserbauplans durch die betroffenen Amts- und Fachstellen von Bund (BAFU) und Kanton. Die Eingaben und Stellungnahmen werden im Vorprüfungsbericht dokumentiert und wenn möglich im Bauprojekt berücksichtigt.

Die Vorprüfung durch die kantonalen Amts- und Fachstellen dauert in der Regel rund zwei bis drei Monate und die Vorprüfung durch das Bundesamt für Umwelt weitere drei Monate. Die Vorprüfung erfolgt voraussichtlich von Sommer bis Herbst 2018.

2.5.5 Planauflageverfahren bei Amts- und Fachstellen

Planauflageverfahren

Nach Einarbeitung berechtigter Forderungen aus Mitwirkung und Vorprüfung folgt das Planauflageverfahren bei den betroffenen kantonalen Amts- und Fachstellen und beim

Bundesamt für Umwelt (BAFU). In dieser Phase werden die Amts- und Fachberichte aller Amts- und Fachstellen eingeholt.

2.5.6 Publikation und öffentliche Auflage

Öffentliche Auflage

Der Bauherr hat das Projekt freizugeben für die öffentliche Auflage während 30 Tagen. In dieser Phase können sich Betroffene gegen das geplante Vorhaben mit Einsprachen zur Wehr setzen. Der Regierungsstatthalter führt im Anschluss allfällige Einigungsverhandlungen.

2.5.7 Plangenehmigung und Finanzbeschlüsse

Plangenehmigung und Finanzbeschlüsse

Aufgrund der Ergebnisse des Planauflageverfahrens bei den Amts- und Fachstellen und der öffentlichen Auflage ist das Projekt allenfalls nochmals anzupassen. Nach diesen Anpassungen erfolgt die Plangenehmigung durch die Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion BVE und der Finanzbeschluss durch den Grossen Rat des Kantons Bern.

3. Ausgangssituation / Ist-Zustand

3.1 Historische Ereignisse

Historische Ereignisse

Die Abb. 3 und Abb. 4 zeigen die Jahreshochwasser der Aare von 1906 bzw. 1918 bis 2015 in Thun und Bern, Schönaeu:

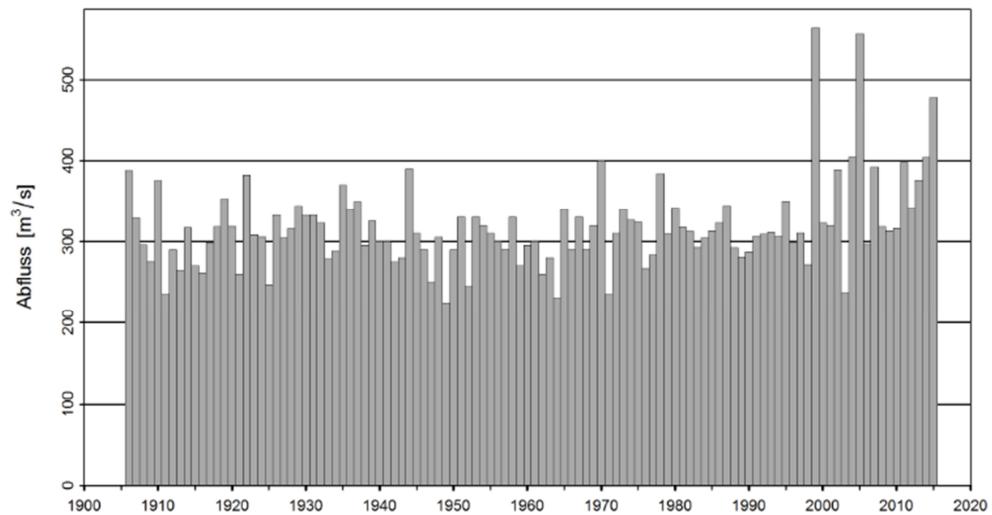


Abb. 3 Jahreshochwasser der Aare in Thun 1906 bis 2015 [4]

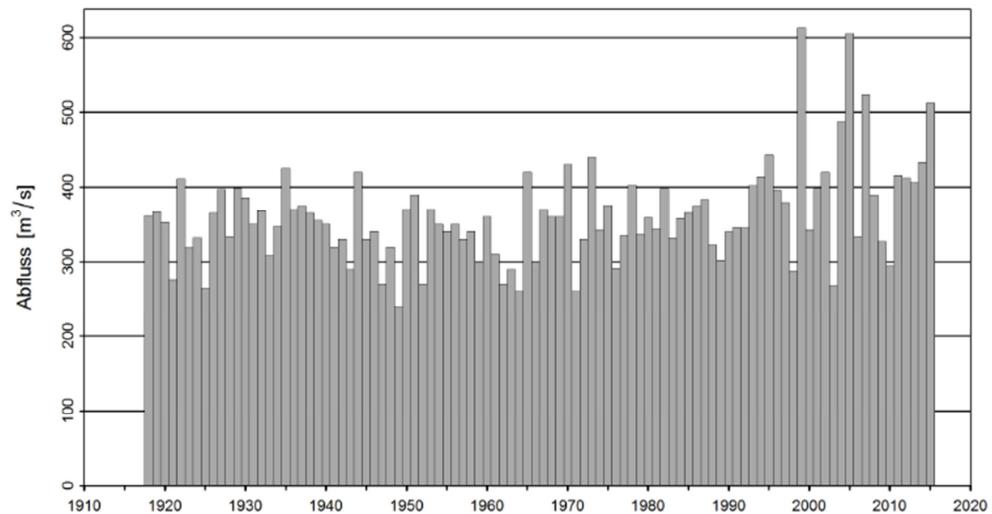


Abb. 4 Jahreshochwasser der Aare in Bern, Schönaeu 1918 bis 2015 [4]

Bis in die 90er-Jahre traten an der Aare selten Hochwasser mit Abflüssen über $400 \text{ m}^3/\text{s}$ auf. In den vergangenen 20 Jahren wurde jedoch eine starke Häufung von grossen Hochwassern verzeichnet, fast jährlich kam es zu Abflüssen grösser $400 \text{ m}^3/\text{s}$. Besonders in Erinnerung geblieben sind dabei die beiden Jahrhunderthochwasser 1999 und 2005. Das Frühjahrshochwasser 1999 und das Sommerhochwasser 2005 waren die grössten Hochwasser an der Aare in der gesamten Betrachtungsperiode. Beide entsprachen ca. einem 100-jährlichen Hochwasserereignis.

Frühjahrshochwasser 1999

Aussergewöhnliche Schneefälle im Winter 1999 und eine ausgeprägte Wärmeperiode im Mai verursachten eine starke Schneeschmelze. Kombiniert mit zwei Starkniederschlagsereignissen führte dies im Mai 1999 zu einem raschen Anstieg von Brienzer- und Thunersee und zu grossen Hochwasserabflüssen in der Aare und deren Seitengewässern. Die Aare erreichte Spitzenabflüsse von $564 \text{ m}^3/\text{s}$ in Thun und von $613 \text{ m}^3/\text{s}$ in Bern [4]. Entlang der Aare zwischen Thun und Bern kam es zu grossen Überschwemmungen. Oberhalb der Hunzikenbrücke riss das Hochwasser zwei tiefe Lücken in den linksseitigen Aaredamm und überschwemmte den Weiler Vehweid und das Belpmoos mit erheblichen Schäden an Liegenschaften und dem Flugplatz Bern - Belp [5].

Sommerhochwasser 2005

Ausserordentlich heftige und langanhaltende Niederschläge auf bereits wassergesättigte Böden führten im August 2005 zu erneut grossen Hochwasserabflüssen in der Aare und deren Seitengewässern. Die Aare erreichte in Thun einen Spitzenabfluss von $557 \text{ m}^3/\text{s}$ und in Bern $605 \text{ m}^3/\text{s}$ [4]. Im Aaretal kam es erneut zu Überschwemmungen, insbesondere die Autobahn A6 war betroffen [6].

3.2 Schutzgebiete und Nutzungen

Kantonales Naturschutzgebiet

Die Aarelandschaft Thun – Bern ist seit 1977 als kantonales Naturschutzgebiet ausgeschieden. Das Schutzgebiet umfasst die verschiedenen Lebensräume entlang der Aare wie Auenwälder, Still- und Fliessgewässer, Altwasser, Röhrichte, Streueflächen, Feuchtwiesen und Trockenstandorte.

BLN-Inventar

Die Aarelandschaft Thun - Bern wurde 1983 ins Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN-Inventar) aufgenommen.

Aueninventar

Die Aarelandschaft zwischen Schützenfahrbrücke und Elfenau ist zudem seit 1992 im Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung (Aueninventar) als Belper Giessen aufgeführt.

Smaragd-Gebiet

Derselbe Perimeter wurde 2012 auch als Smaragd-Gebiet gemäss Berner Konvention anerkannt. Das Schutzgebietsnetzwerk Smaragd schützt europäisch besonders wertvolle Lebensräume und Arten. Das Smaragd-Gebiet Belpau umfasst die Smaragd-Lebensräume Erlen- und Weidenauenwälder, Flachmoore, Feuchtwiesen, Trockenwiesen und Buchenwald. Darin leben diverse europaweit gefährdete Smaragd-Arten wie beispielsweise die europäische Sumpfschildkröte und der Schweizer Alant. Die Schweiz trägt für diese Tier- und Pflanzenarten eine besondere Verantwortung.

Amphibienlaichgebiet

Die Belpau linksseitig der Aare ist weiter seit 2001 im Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebiete-Inventar) verzeichnet.

Regionales Waldnaturinventar

Die Waldflächen der Belpau und der Hunzigenau sind zudem im regionalen Waldnaturinventar aufgeführt.

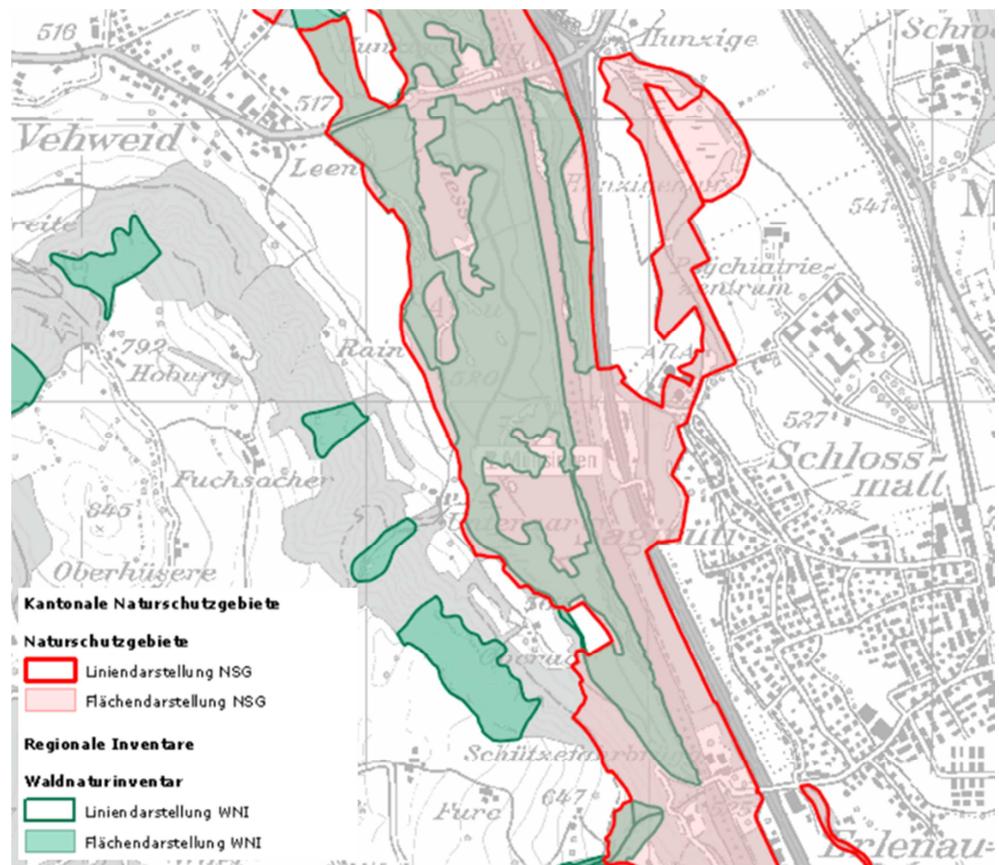


Abb. 5 Kantonale und regionale Naturschutzinventare und -gebiete [7]

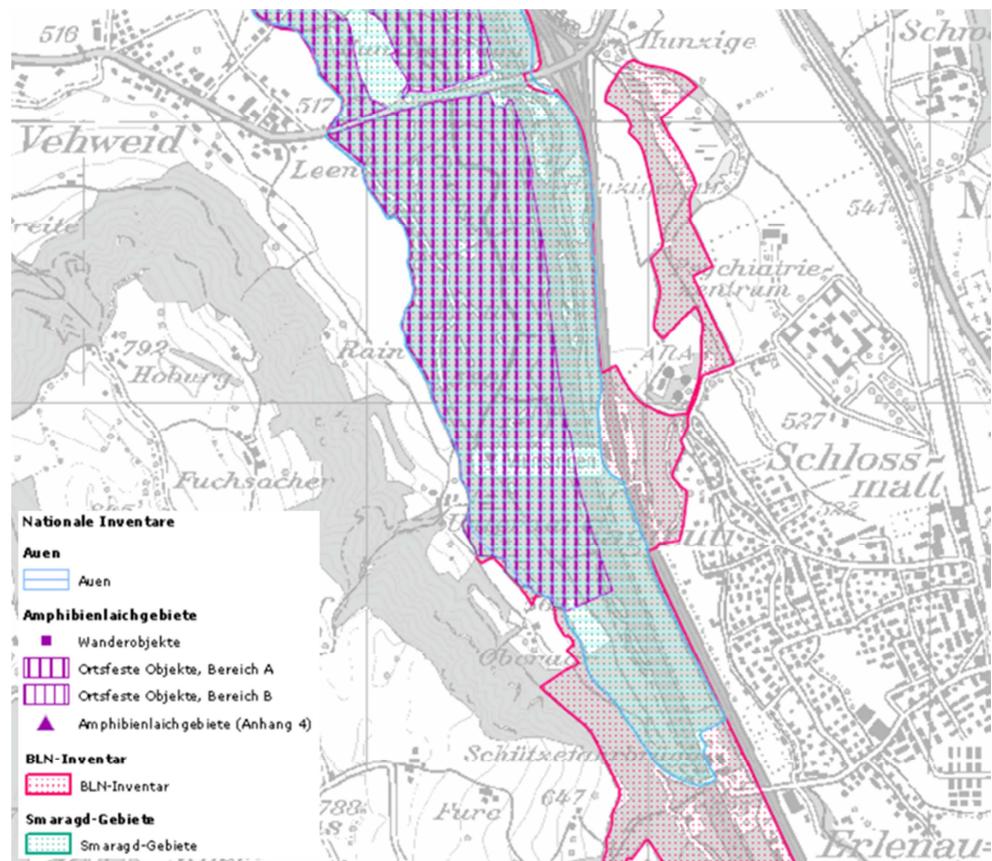


Abb. 6 Nationale und europaweite Naturschutzinventare und -gebiete [7]

Wald und Landwirtschaft

Auf der rechten Seite der Aare liegt Wald, welcher sich bis zur Autobahn A6 erstreckt. Auf der linken Seite (Belp) besteht eine ausgedehnte Waldfäche und eine kleine landwirtschaftlich genutzte Fläche. Im nördlichen Teil der Obere Belpau, zwischen Hauptgiesse und Leen, wird durch die Burgergemeinde Belp ein Mittelwald bewirtschaftet.

Gewässerschutz

Rechtsufrig der Aare liegt der Projektperimeter gänzlich im Gewässerschutzbereich A_u . Der Gewässerschutzbereich A_o erstreckt sich im Bereich der Aare.

Grundwassernutzung und -schutz

In der Belpau besteht eine Trinkwasserfassung des Wasserverbunds Region Bern WVRB mit zwei Entnahmestellen. Die zugehörigen Grundwasserschutzzonen S3 erstreckt sich linksufrig über den Projektperimeter hinaus. Der Auenwald zwischen Oberaar und Leen liegt in der Grundwasserschutzzone S2. In unmittelbarer Nähe der Trinkwasserfassungen erstrecken sich die Grundwasserschutzzonen S1 (siehe Abb. 7). Die Trinkwasserfassung Belpau hat gemäss heutiger Wasserstrategie des Kantons Bern [8] zwar eine überregionale Bedeutung, soll nach Ablauf der Konzession 2036 jedoch aufgegeben werden, da künftig auf andere Fassungsstandorte fokussiert wird.

Das Restaurant Campagna betreibt eine eigene Grundwasserfassung. Deren Grundwasserschutzzone S3 erstreckt sich von der Terrasse des Restaurants Campagna aus Richtung Süden (siehe Abb. 7).

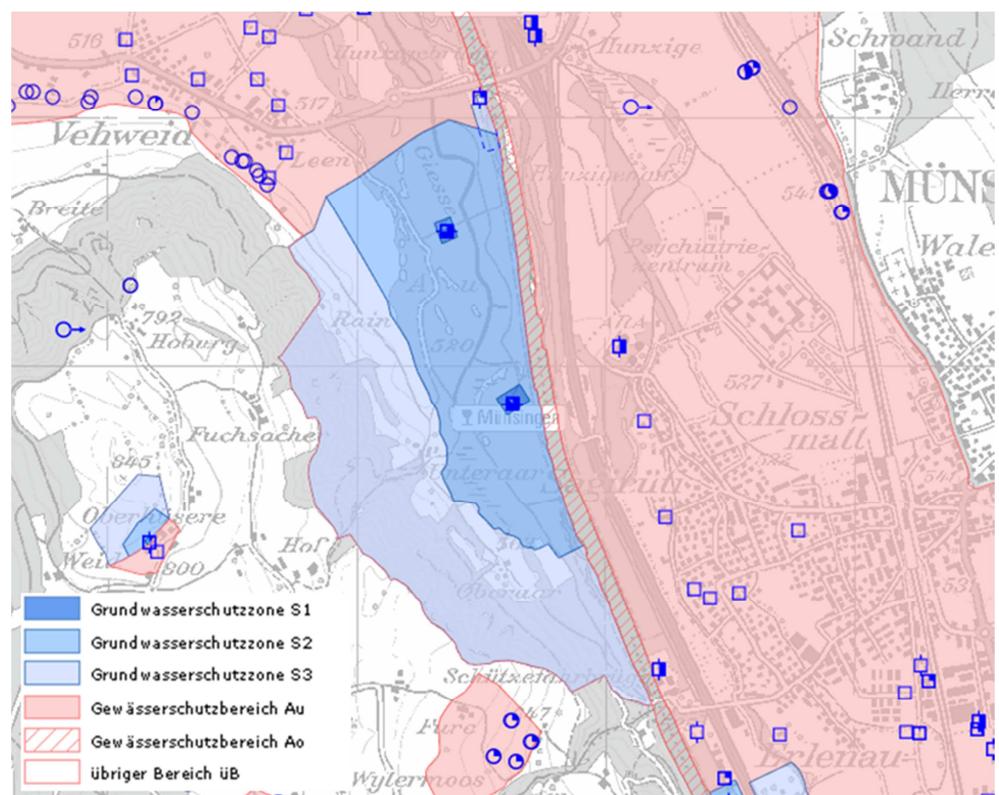


Abb. 7 Gewässerschutzkarte [7]

Infrastruktur

Im linksufrigen Randbereich des Auwalds verläuft die Aaretalleitung des Wasserverbunds Region Bern (WVRB). Der WVRB plant den Bau einer zweiten Aaretalleitung, deren Linienführung jedoch noch nicht bekannt ist. Auf Höhe der oberen Insel in der Hunzigenau leitet die Leitung der ARA Münsingen in die Aare ein. Nahe der Aare besteht im Bereich der Autobahnrasstätte eine Elektroleitung. In der Belpau bestehen viele für Forst- und Unterhaltsarbeiten genutzte Wege.

Schützenfahrbrücke

Die Schützenfahrbrücke, eine Eisenfachwerkkonstruktion aus dem Jahre 1884, befindet sich in der Nähe vom Parkbad Münsingen, am Anfang des Projektperimeters des Wasserbauplans *Obere Belpau*. Die momentane Funktion der Schützenfahrbrücke ist das Überqueren der Aare für Fussgänger (nationaler / regionaler Wanderweg), Velos (nationale / regionale Velolandroute) und Fahrzeuge (bis 3.5 t). Bei der aktuellen Brückenbreite kommt es immer wieder zu gefährlichen Begegnungen zwischen Motorfahrzeugen und Fussgängern. Die Brücke ist sanierungsbedürftig und die bestehenden Flusspfeiler stellen ein hohes Verklausungsrisiko für Schwemmmholz dar.

Erholungsnutzung

Die Aarelandschaft wird vielfältig durch Erholungssuchende genutzt. Spaziergänger und Wanderer, Velofahrer, Läufer und Reiter nutzen das bestehende Wegnetz gemeinsam. Ausgehend von den Parkplätzen bei der Badi Münsingen, beim Restaurant Campagna und bei der Hunzikenbrücke besuchen insbesondere an Sommerwochenenden viele Erholungssuchende die Feuer- und Badestellen in der Belp- und der Hunzigenau. Dann verweilen auch viele Aareböötler und Schwimmer entlang den Ufern, bei den Buhnen und Buchten.

Ausdehnung, Ursprung und Zuflüsse

3.3 Charakteristik des Einzugsgebiets

Das Einzugsgebiet der Aare bis zum Projektperimeter umfasst das Berner Oberland vom Ursprung beim Aargletscher über den Brienzer- und Thunersee mit den grösseren Zuflüssen Lütschine und Kander und das Aaretal mit den grösseren Zuflüssen Zulg, Rotache und Chise (siehe Abb. 8). Die gesamte Einzugsgebietsfläche bis zum Projektperimeter beträgt 2'740 km² [3].

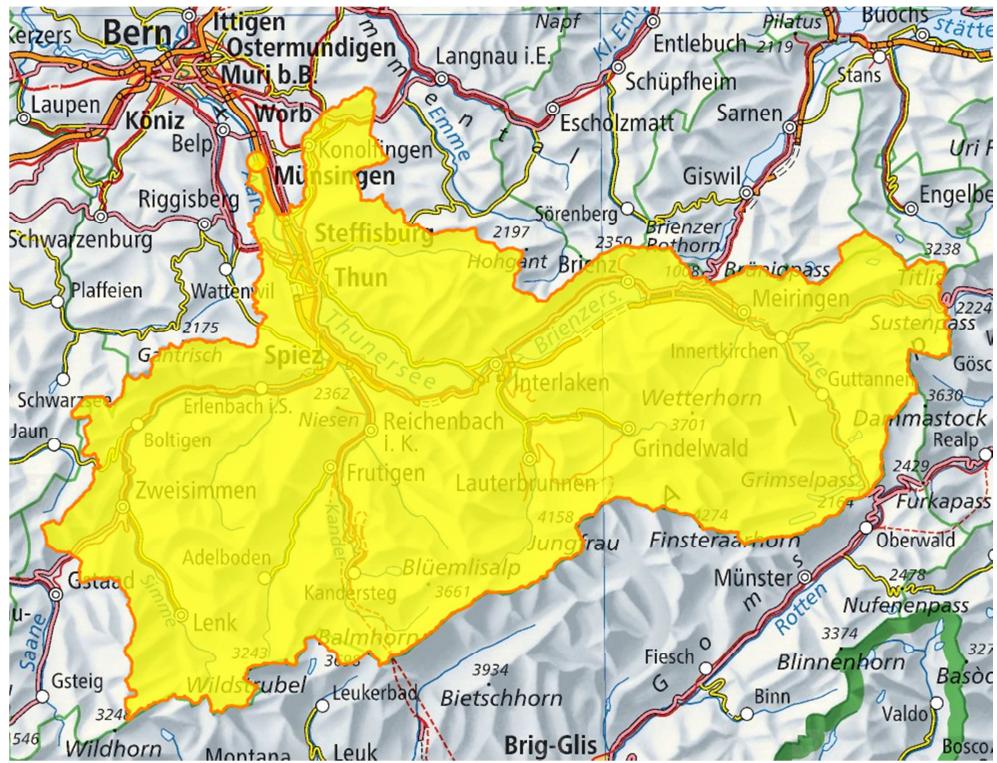


Abb. 8 Einzugsgebiet der Aare bis zum Projektperimeter [3]

Beschaffenheit

Das Einzugsgebiet der Aare besteht zu 25.6% aus bewaldeten Flächen, zu 33.5% aus Landwirtschaftsflächen, zu 25.1% aus unproduktiven Flächen und zu 3.5% aus Siedlungsflächen. Weiter sind 3.9% der Einzugsgebietsfläche mit Gewässern und 8.4% mit Gletschern bedeckt [3].

3.4 Hydrologische Verhältnisse

3.4.1 Hochwasserabflüsse

Hochwasserabflüsse

Die Hochwasserstatistik des Bundesamtes für Umwelt BAFU [4] geht von folgenden Hochwasserabflüssen aus:

Gewässerabschnitt	EZG [km ²]	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₅₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]
Thun	2466	432	452	482	527
Bern, Schönau	2945	498	517	552	599

Tab. 5 Hochwasserabflüsse gemäss Hochwasserstatistik BAFU [4]

Basierend auf einer Analyse der Hochwasserereignisse 1999 und 2005 wurde der Hochwasserabfluss der Aare bei HQ₁₀₀ oberhalb der Gürbemündung auf 550 m³/s und unterhalb der Gürbemündung auf 600 m³/s festgelegt [2] [1].

Für den Projektperimeter *Obere Belpau* gelten folgende Hochwasserabflüsse:

	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]	EHQ [m ³ /s]
Obere Belpau	550	650	780

Tab. 6 Massgebende Hochwasserabflüsse Projektperimeter *Obere Belpau*

Extremhochwasser

Ein Extremhochwasser liegt deutlich über einem hundertjährlichen Hochwasserereignis und basiert auf extremen hydrometeorologischen Situationen. An der Aare zwischen Thun und Bern können sowohl bei zwei- bis dreitägigen Starkregen als auch bei 14- bis 30-tägigen Niederschlagsereignissen Abflussspitzen zwischen 700 und 780 m³/s auftreten [9].

3.4.2 Niedrigwasserabflüsse

Niedrigwasserabflüsse

Die Niedrigwasserstatistik des Bundesamtes für Umwelt BAFU [10] geht von folgenden Niedrigwasserabflüssen aus:

Gewässerabschnitt	NM7Q ₂ [m ³ /s]	NM7Q ₁₀ [m ³ /s]	NM7Q ₃₀ [m ³ /s]	NM7Q ₁₀₀ [m ³ /s]	NM7Q ₃₀₀ [m ³ /s]
Thun	33.2	29.7	28.3	27.2	26.5
Bern, Schönau	41.8	33.5	30.4	28.0	26.5

Tab. 7 Niedrigwasserabflüsse gemäss Niedrigwasserstatistik des Bundesamtes für Umwelt BAFU [10] (NM7Q = kleinster, über 7 Tage gemittelter Abfluss innerhalb eines Niedrigwasserjahres)

3.5 Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse

3.5.1 Geologie

Geologie

Der Untergrund im Projektperimeter besteht aus Aareschotter, überlagert von einer Deckschicht unterschiedlicher Mächtigkeit [1] [3].

3.5.2 Grundwasser

Grundwasser

Der Projektperimeter liegt in einem Grundwasservorkommen mittlerer Mächtigkeit. Das Grundwasser fliesst in nordwestliche Richtung. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt beim Perimeteranfang bei der Schützenfahrbrücke auf ca. 521 m ü. M. und beim Perimeterende bei der Hunzikenbrücke auf ca. 516 m ü. M. (siehe Abb. 9) [7]. Das Grundwasser steht durch In- und Exfiltration in ständigem Austausch mit der Aare. Durch die fortschreitende Sohlenerosion und zunehmende Eintiefung der Aare sinkt auch der Grundwasserspiegel [1].

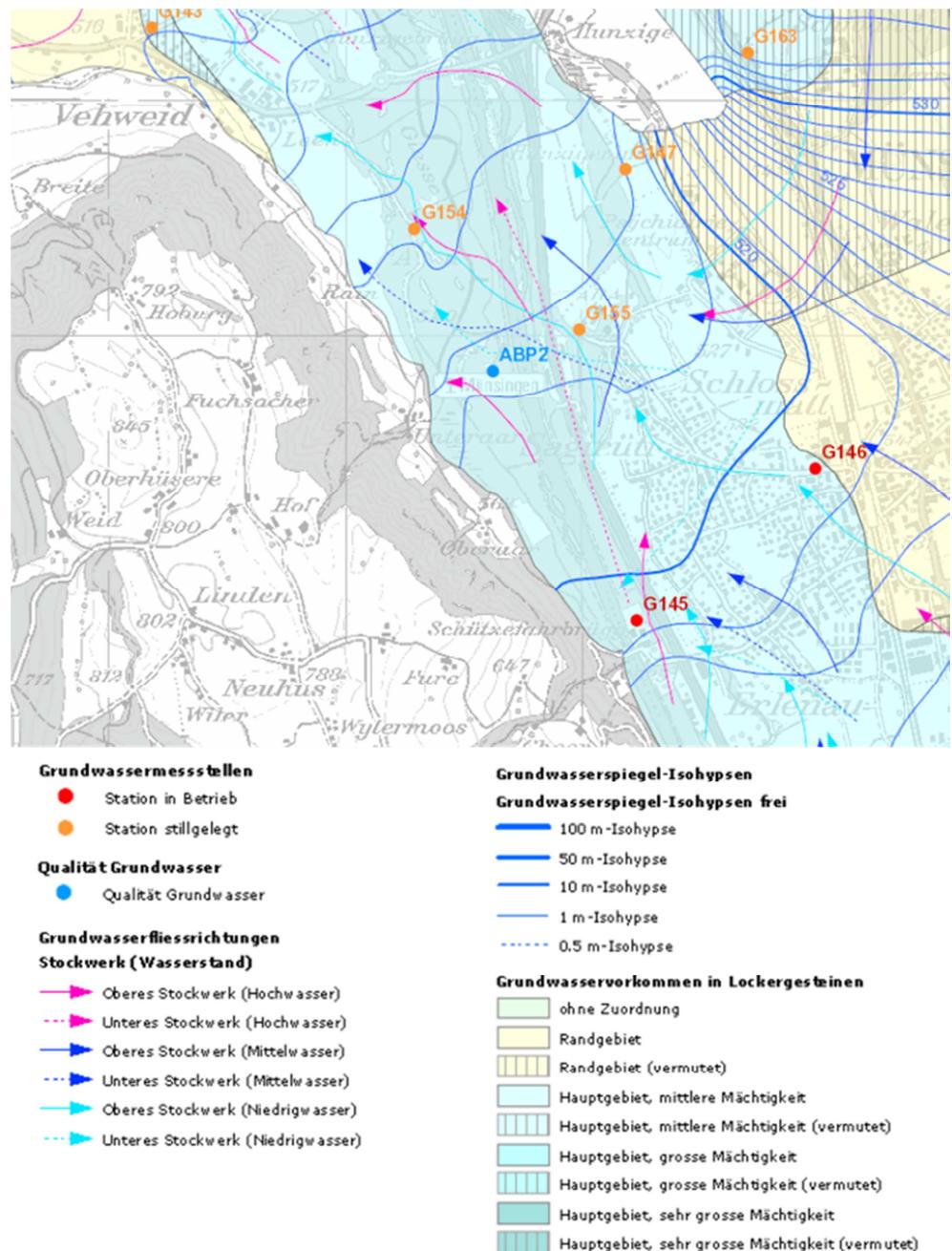


Abb. 9 Grundwasserkarte [7]

3.6 Geschiebe

Geschiebe

Mit dem Kanderdurchstich in den Thunersee im 18. Jahrhundert und der Verbauung der Seitenbäche nahm der Geschiebebeeintrag in die Aare stark ab. Mit der Korrektion und Begradigung der Aare im 19. Jahrhundert nahm andererseits der Geschiebetransport zu. Dieses Ungleichgewicht führte seither zu einer stetigen Sohlenerosion und Eintiefung des Flussbetts.

Die wichtigsten Geschiebeeinträge in die Aare erfolgen durch die Seitenzuflüsse Zulg und Rotache [11]. Entlang der Aare wird weiteres Geschiebe durch Sohlenerosion mobilisiert.

3.7 Schwemmholtz

Schwemmholtz

Aus dem Thunersee gelangt wegen den Schleusen und dem Laufwasserkraftwerk AAREwerk Thun kaum Schwemmholtz in die Aare. Im Hochwasserfall tragen jedoch die Seitenbäche, insbesondere die Zulg, viel Schwemmholtz ein. Gemäss einer Schwemmholtzuntersuchung von Herzog Ingenieure [12] beträgt die Schwemmholtzfracht der Zulg bei einem 100-jährlichen Hochwasserereignis 800 - 2'000 m³, bei einem 300-jährlichen Hochwasserereignis 2'000 - 4'000 m³ und bei einem Extremhochwasserereignis 5'000 - 10'000 m³. Im Projekt Hochwasserschutz und Vernetzung Zulg [13] ist im Zulgboden ein Schwemmholtzrechen geplant. Dieser kann bei einem 100-jährlichen Hochwasserereignis bis zu 90% der Schwemmholtzfracht zurückhalten und bei grösseren Hochwasserereignissen bis zu 80%, maximal ca. 3'200 m³. Auch entlang der Aareufer wird Schwemmholtz mobilisiert.

3.8 Mögliche Gefahrenarten / Prozesse

Mögliche Gefahrenarten / Prozesse

Im Projektperimeter *Obere Belpau* bilden Überschwemmungen und Seitenerosion durch die Aare und die Seitengräben sowie Rutschungen und Sturzgefahren entlang der westlichen Hänge mögliche Gefahrenarten. Lawinengefahren sind im Projektperimeter keine bekannt [7].

3.9 Gefährdungssituation

Gefahrenkarte vor Massnahmen

Da die Aarelandschaft ausserhalb des besiedelten Gebiets liegt, sind vor allem Gefahrenhinweise für Überschwemmungen der Aare und der Seitengräben vorhanden. Die Badi Münsingen ist mittel, das Restaurant Campagna ist gering und die Autobahn ist gering bis mittel durch Hochwasser der Aare gefährdet (siehe Abb. 10) [7]. Die Gefahrenkarte für den Weiler Vehweid wird zurzeit überarbeitet (neue Gefährdung in Abb. 10 dargestellt).

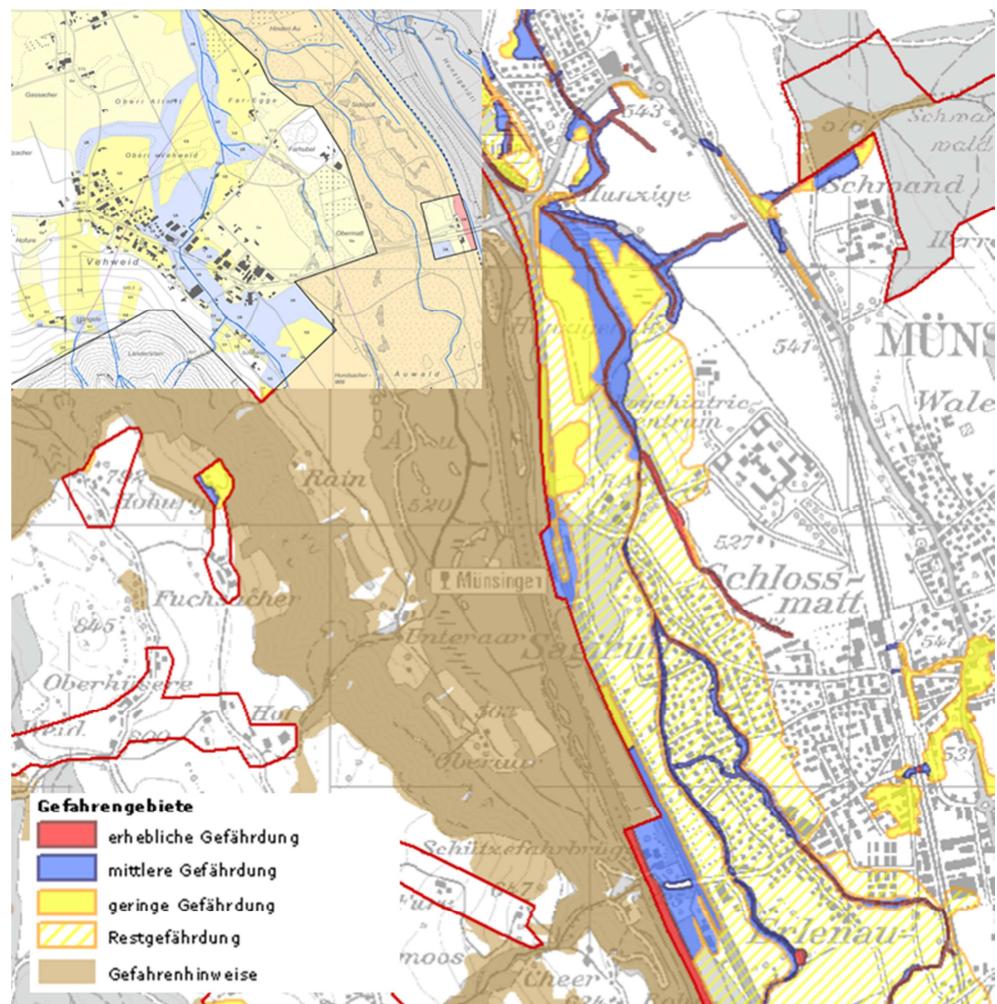


Abb. 10 Naturgefahrenkarte [7]

3.10 Raumbedarf / Gewässerraum

Gewässerraum

Das revidierte Gewässerschutzgesetz des Bundes verlangt von den Kantonen die Ausscheidung von Gewässerräumen an allen oberirdischen Gewässern. Bei Fliessgewässern umfassen die Gewässerräume sowohl das Gerinne als auch die beiden Uferbereiche. Sie gewährleisten die natürlichen Funktionen der Gewässer: Transport von Wasser und Geschiebe, die Ausbildung einer naturnahen Strukturvielfalt der angrenzenden Lebensräume und deren Vernetzung, die Entwicklung standorttypischer Lebensräume sowie die dynamische Entwicklung der Gewässer.

Auf der Grundlage des Fachberichts *Raumbedarf der Aare zwischen Thun und Bern* [14] wurde der erforderliche minimale Gewässerraum der Aare zwischen Thun und Bern per Regierungsratsbeschluss vom 21.06.2017 [2] auf 150 m festgelegt. Dieses definierte Standardmass muss je nach Situation, aufgrund von Schutzgebieten oder Hochwasserschutzdefiziten vergrössert und harmonisiert werden. Die Gewässerräume sind momentan in den jeweiligen Ortsplanungen noch nicht überall grundeigentümerverbindlich festgelegt.

Der Regierungsratsbeschluss [2] legt ausserdem auf Karten schematisch bereits fest, in welchen Bereichen ein erhöhter Gewässerraum vorgegeben werden soll. Der erhöhte Gewässerraum nimmt unter anderem Rücksicht auf die Topografie, bestehende Schutzgebiete oder Fruchfolgeflächen. Im Projektperimeter *Obere Belpau* wurde die approximative Breite des Gewässerraums auf 350 bis 500 m festgelegt.

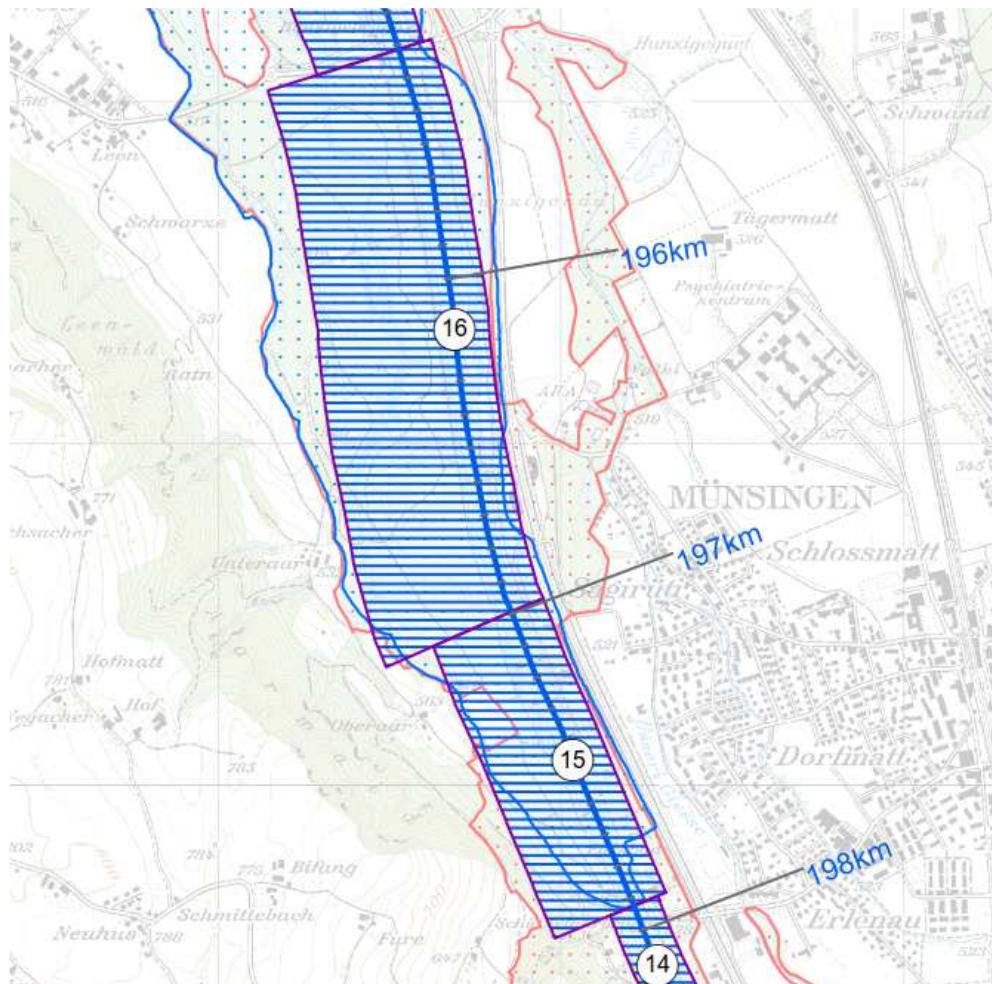


Abb. 11 Ausschnitt aus dem Grundsatzbeschluss zu den Zielsetzungen für die Nachfolgeprojekte zum abgeschriebenen Verfahren betr. Kantonaler Wasserbauplan „Nachhaltiger Hochwasserschutz: Aare Thun - Bern (aarewasser) [2]

Besitzstandsgarantie

Die Ausscheidung von Gewässerräumen hat Konsequenzen für die Nutzung der betroffenen Flächen. Der Gewässerraum soll grundsätzlich von Bauten und Anlagen freigehalten und nur noch extensiv genutzt werden. Für bestehende Bauten und Anlagen, die innerhalb des Gewässerraumes zu liegen kommen, jedoch nicht standortgebunden sind, ist eine Besitzstandsgarantie ausgewiesen.

3.11 Ökologie

3.11.1 Ökomorphologischer Gewässerzustand

Ökomorphologischer Zustand

Die Ökomorphologie beschreibt die Gestaltung des Lebensraums Fliessgewässer. Eine ökomorphologische Beurteilung bewertet das Gewässer als Lebensraum für eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen. Dazu gehören u.a. der Zustand der Gewässersohle,

die Variabilität der Wassertiefen und -geschwindigkeiten, die Verzahnung des Gewässers mit einem intakten Ufer, die Ufervegetation oder die Durchgängigkeit im Längsverlauf. Die einzelnen Gewässerabschnitte lassen sich zusammenfassend in grobe Zustandsklassen einteilen: natürlich / naturnah, wenig beeinträchtigt, stark beeinträchtigt, sehr stark beeinträchtigt und künstlich / naturfremd.

Aare

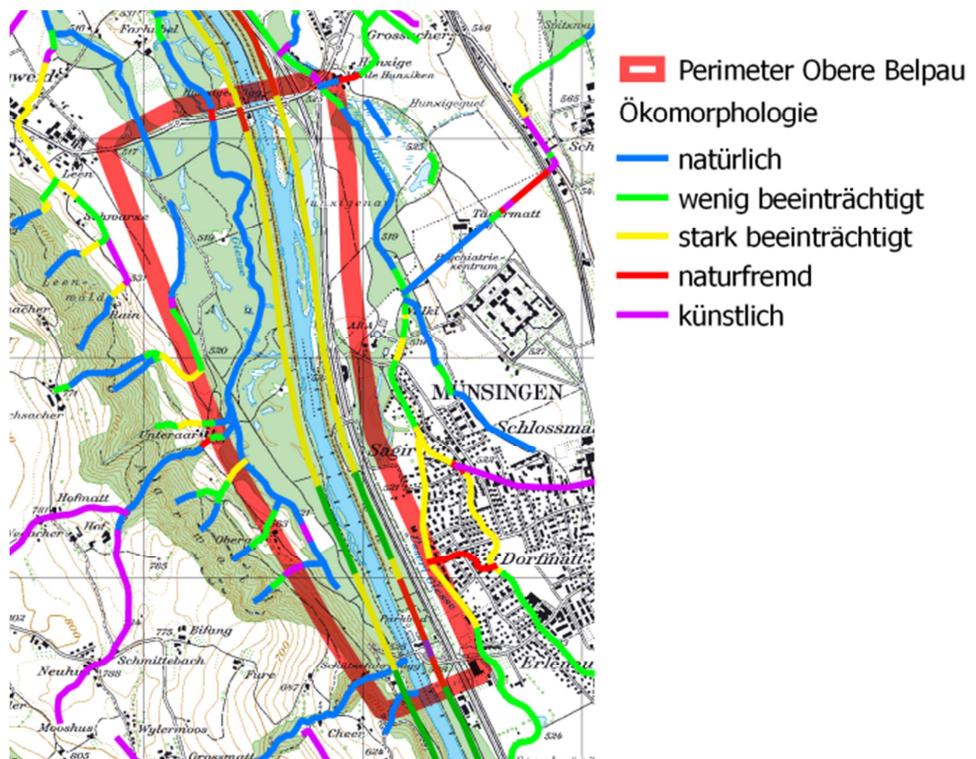
Im Abschnitt *Obere Belpau* wurden im Jahr 2006 beide Flussseiten überwiegend als ökomorphologisch deutlich stark beeinträchtigt eingestuft, wobei die Aufwertung in der Hunzigenau noch nicht berücksichtigt ist. Ein ca. 500 m langer Abschnitt wurde beidseitig als beeinträchtigt klassifiziert. Rechtsseitig gilt ein ca. 300 m langer Abschnitt im Bereich der Münsinger Badi als ökomorphologisch sehr stark beeinträchtigt, bzw. künstlich / naturfremd, linksseitig ein kurzer Abschnitt beim Restaurant Campagna als stark beeinträchtigt.

Giessen und Seitengewässer

Die Hauptgiesse ist ökomorphologisch grösstenteils in einem natürlichen / naturnahen Zustand. Einzig im obersten Abschnitt, im Bereich der Landwirtschaftsfläche beim Weiler Oberaar, ist die Hauptgiesse auf kurzer Strecke eingedolt und am unteren Ende des Projektperimeters, nach der Querung der Viehweidstrasse, ist sie auf einem kurzen Abschnitt als künstlich / naturfremd eingestuft [7].

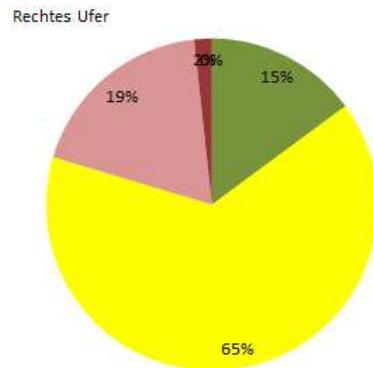
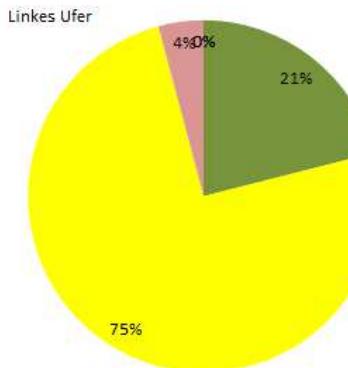
Die äussere Giesse (auch Chanzelgräbe genannt) ist grösstenteils in einem natürlichen / naturnahen bzw. wenig beeinträchtigten Zustand [7].

Die in die Giessen mündenden Seitengräben sind innerhalb des Projektperimeters weitgehend in einem natürlichen / naturnahen bzw. wenig beeinträchtigten Zustand, in den Oberläufen abschnittsweise jedoch stark beeinträchtigt bis künstlich / naturfremd.



Aare

Klasse	Zustandsklasse	Links		Rechts		Total	
		meter	%	meter	%	meter	%
1	natürlich, naturnah	0	0%	0	0%	0	0%
2	wenig beeinträchtigt	608	21%	430	15%	1038	18%
3	stark beeinträchtigt	2161	75%	1870	65%	4031	70%
4	sehr stark beeinträchtigt	120	4%	539	19%	659	11%
5	künstlich, naturfremd	0	0%	50	2%	50	1%
	Total	2889		2889		5778	

**Seitengewässer**

Klasse	Zustandsklasse	Links	
		meter	%
1	natürlich, naturnah	3873	79%
2	wenig beeinträchtigt	566	12%
3	stark beeinträchtigt	213	4%
4	sehr stark beeinträchtigt	40	1%
5	künstlich, naturfremd	211	4%
	Total	4903	

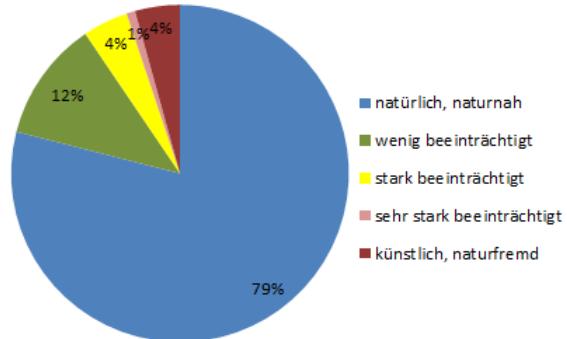


Abb. 12 Ökomorphologie der Aare (2006) und Seitengewässer (2009) [15]

3.11.2 Fauna und Flora

Fauna und Flora

Die heutige Aarelandschaft ist ein Überrest des grossflächigen Auengebietes der Aare zwischen Thun und Bern. Damals verlagerte die Aare ihren Hauptlauf bei grossen Hochwassern zwischen den beiden Talfanken. Aus den alten Läufen, in Mulden hinter Kiesbänken und bei seitlichen Zuflüssen konnten sich Feuchtgebiete, Amphibienlaichgebiete, auf den erhöhten Stellen auch Trockenhabitatem während längerer Zeit ungestört entwickeln. Die Dynamik der Aare verhinderte aber eine dauerhafte, flächendeckende Bewaldung und führte zu einer lichten, strukturreichen Flussaue mit wichtigen Lebensräumen.

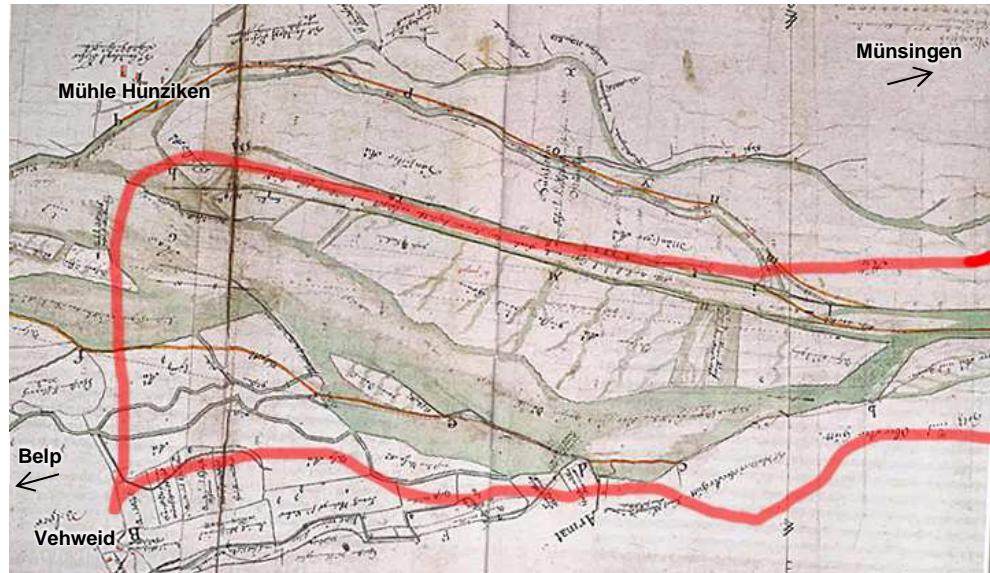


Abb. 13 Planausschnitt von 1761 überlagert mit dem Perimeter

Im Bereich *Obere Belpau* wurde die Aare, wie vielerorts zwischen Thun und Bern, beidseitig mit Dammbauten und Buhnen in einen schmalen Kanal gezwängt. Als Gewässerlebensraum blieb ein weitgehend monotoner, schnell fliessender Kanal. Aufgrund der Kanalisierung und Eindämmung konnten zudem verschiedene menschliche Nutzungen – Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Siedlung oder Infrastruktur – nahe an die Aare heranrücken, nicht selten bis unmittelbar ans Gewässer. Von der typischen Auenlandschaft übrig geblieben sind darum oft nur noch einzelne kleinfächige Auenrelikte wie Flachmoore, Föhrenwälder, Eschen-Auenwälder oder Grauerlenwälder. Dennoch ist die übriggebliebene Aarelandschaft heute in unserer Kulturlandschaft der weiträumig wichtigste Naturraum, enthält wertvolle Strukturen und bildet für Flora und Fauna einen zentralen Lebensraum.

Die *Obere Belpau* unterhalb der Schützenfahrbrücke bildet bis zur Hunzikenbrücke einen wertvollen Auenbereich mit einem mässig beeinflussten Auenwald, verschiedenen Amphibiengewässern und Feuchtgebieten. Allerdings fehlen seit der Aarekorrektur die auentypischen, periodischen Überschwemmungen der Aare um die dynamischen Prozesse im System anzustossen.

Im oberen Teil wurden bereits früher kleine Seitenarme der Aare geschaffen, die aber nur bei höherem Wasserstand durchströmt werden. Diese werden unter anderem vom Biber genutzt und bilden ein wichtiges Fischrefugium. Der untere Abschnitt des linken Aareufers ist relativ monoton, abgesehen von einigen kleinen Aufwertungsmassnahmen.

Der Waldstreifen auf der rechten Aaresseite ist durch die nahe Autobahn stark lärmbelastet. Der Auenwald weist aktuell nur mässig wertvolle Lebensraumstrukturen auf. Der Aarelauf ist mehrheitlich geradlinig und monoton, die Ufer stellenweise hart verbaut. Am unteren Ende des Projektperimeters, oberhalb der Hunzikenbrücke, wurde der rechte Uferbereich im Rahmen einer Sofortmassnahme im Jahr 2005 umgestaltet. Neben einem neuen Hochwasserschutzdamm entlang der Autobahn wurden zwei neue Seitenarme geschaffen und auch diverse Massnahmen für Amphibien und Reptilien

umgesetzt. Seit der Ausführung dieser Massnahmen können die Auswirkungen einer natürlichen Dynamik auf Vegetation und Lebensräume eindrucksvoll mitverfolgt werden.

Aquatische Fauna

Die Aare zwischen Thun und Bern ist einer der letzten längeren, freifließenden Flussabschnitte in der Schweiz. Aktuell sind auf diesem Abschnitt 23 Fischarten nachgewiesen, unter anderem eine Äschenpopulation von nationaler Bedeutung [16]. Zusätzlich sind Bachforelle, Barbe und Schneider als potenziell gefährdete oder gefährdete Arten mit relativ hohen Beständen und Bachneunauge, Strömer und Nase als sehr seltene Arten zu erwähnen. Für alle Fischarten bildet die kanalisierte Aare einen sehr strukturarmen Lebensraum. Interessante Fischhabitatemperaturen wie tiefe Kolke oder ruhige Flachwasserbereiche findet man über weite Strecken nur noch im Bereich der Buhnen (Sporen). Bei sehr tiefem Wasserstand fehlen vielerorts schützende Unterstände, bei Hochwasser strömungsberuhigte Zonen. Neben den beschriebenen Lebensraumdefiziten bestehen - insbesondere in den Nebengewässern der Aare - weitere Beeinträchtigungen (u.a. Migrationsbarrieren, Mikroverunreinigungen oder zu hohe Wassertemperaturen im Sommer), die von 2009 bis 2012 im Projekt *GewässerZustandAaretal* untersucht wurden [17]. Aufgrund der bestehenden Defizite gingen die Fischbestände in den letzten Jahrzehnten drastisch zurück.

Für den Abschnitt *Obere Belpau* sind keine besonders erwähnenswerten Fischpopulationen bekannt. In der Belper Giesse konnte aber der stark gefährdete Dohlenkrebs nachgewiesen werden.

Amphibien

Das Amphibiengebiet von nationaler Bedeutung in der *Oberen Belpau* gehört zu den grösseren und wichtigeren Schutzgebieten im Aaretal. Es besteht aus mehreren unterschiedlich gut für Amphibien geeigneten Gewässern und dem umgebenden Auenwald und bietet vielen Arten Lebensraum. Das Gebiet dient auch als Quelle für die Besiedlung neu entstehender Lebensräume. Die wertvollen Strukturen des Objekts sind wenn immer möglich zu erhalten und wo nötig aufzuwerten. Auch im ehemaligen Auenwald unterhalb der Schützenfahrbrücke hat es mehrere für Amphibien gut geeignete Gewässer.

Im Waldstreifen unterhalb der Badi Münsingen sind keine Fortpflanzungsgewässer für Amphibien vorhanden. Das Potenzial des Gebietes ist jedoch relativ hoch, da es direkt an die schon aufgewertete Hunzigenau angrenzt und nicht sehr weit von der Chlihöchstetten- und Märchigenau entfernt ist. Das Gebiet ist ein wichtiges Teilstück in der Vernetzung von diesen Gebieten Richtung Baggersee Münsingen und weiter aareaufwärts.

Reptilien

Unter den Reptilien hat die Auenlandschaft der Aare insbesondere für die Ringelnatter überragende Bedeutung. 2006 wurde zudem die seit 1975 nicht mehr beobachtete Schlingnatter wieder festgestellt. Für die Reptilien, neben den erwähnten Schlangenarten auch Zaun- und Waldeidechse sowie Blindschleiche, mangelt es grundsätzlich an unbestockten, strukturreichen Pionierstandorten, aber auch an lichten Standorten und Kleinstrukturen.

Vögel und Wild

Für die Vögel ist im Projektperimeter insbesondere die linke Uferseite mit den Auenwaldrelikten ein wichtiger Lebensraum. Die ganze Aarelandschaft weist zudem eine wichtige Vernetzungsfunktion zwischen den national bedeutenden Wasservogelgebieten am Thuner- und Wohlensee auf.

Die ganze Belpau zwischen Schützenfahrbrücke und Hunzikenbrücke bildet ein wichtiges Wildeinstandsgebiet. Die intensive Naherholungsnutzung (insbesondere auch durch Spaziergänger mit Hunden) führt zu einer starken Störung für empfindliche Arten. Für grössere Wildarten ist der Lebensraum auf der rechten Aareseite stark abgewertet. Dazu tragen insbesondere auch die intensive Erholungsnutzung und die Barrierefunktion der Autobahn A6 bei.

Biber

Lange besiedelt der Biber bereits in Belp die Aue und ist mittlerweile entlang der ganzen Aare aktiv, bevorzugt in den Seitengewässern und Giessen.

Flora

Die Aarelandschaft Thun - Bern ist auch floristisch von besonderem Interesse. Insgesamt wurden im Naturschutzgebiet entlang der Aare 23 national und 57 regional bedrohte Arten sowie total 35 geschützte Arten beobachtet. Dabei sind z.B. bedeutende Vorkommen des Schweizer Alants, einer Art, für welche die Schweiz eine hohe internationale Verantwortung zur Erhaltung trägt. Das Potenzial zur Erhaltung, Förderung und auch zur Wiederherstellung auentypischer, offener Lebensräume ist im gesamten Raum der ehemaligen Auenlandschaft Aare gross.

Im Projektperimeter der *Oberen Belpau* kommen unterhalb der Badi Münsingen zwei gefährdete Arten vor: der Schweizer Alant, welcher entlang der Autobahn zwischen der Badi und der Raststätte Münsingen mehrere kleine Fundstellen aufweist und die Ästige Graslilie am Uferweg oberhalb der Brücke ob der Raststätte. Potenziell gefährdet ist die Filzfruchtige Segge, ebenfalls an der Autobahn wachsend. Geschützte Arten sind reichlich vertreten, primär die Breitblättrige Sumpfwurz und die Dunkle Akelei. Auch in der Belpau liegen mehrere wertvolle Lebensräume, unter anderem mit Vorkommen der Behaarten Karde und des Schweizer Alants sowie zahlreicher gefährdeter Arten der Feuchtgebiete. Invasive Arten umfassen insbesondere den Japanischen Staudenknöterich, das Drüsige Springkraut und Goldruten.

Wald

Die Aare in der *Oberen Belpau* ist über den ganzen Perimeter überlagert mit einer Auenlandschaft von nationaler Bedeutung und ist sowohl auf der linken wie auf der rechten Seite ihres Laufs von Wald gesäumt. Die Wälder der rechten Seite im Einflussbereich der Aare gehören standortkundlich zu den ehemaligen Auenwäldern. Am häufigsten kommen die Waldstandorte der ehemaligen Hartholzaue vor: vor allem Eschenmischwälder und weniger häufig Ulmen-Eschenwälder. Auf der linken Seite treten die Gesellschaften der Weichholzaue wie Grauerlenwälder sowie der auf durchlässige Schotterflächen oder Geröllwälle beschränkte, trockene Föhrenwald in kleinen Flächen auf. Die meisten Waldtypen befinden sich im Übergangsstadium. Mit den Verbauungen wurde die Auendynamik stark reduziert. Da in den ehemaligen Auenwäldern die regelmässige Überflutung fehlt, setzte die Bodenentwicklung ein,

welche langfristig die Auenwaldgesellschaften in Richtung der viel weniger seltenen Buchenwaldgesellschaften verändern dürfte.

3.12 Defizitanalyse Ökologie

Ökomorphologie

Die bestehenden Längsverbauungen verunmöglichen heute eine dynamische Entwicklung der Uferbereiche und eine Anbindung der bestehenden Auenrelikte. Durch die lineare Wasserführung bildet sich an der Sohle eine gleichmässige Erosion mit wenig Strömungs- und Strukturunterschieden.

Strukturarmut

Der bestehende Wald wurde in den vergangen Jahrzehnten oft punktuell mit Fichten aufgeforstet, so dass das typische Auenbild verloren ging. Der Wald wirkt heterogen und weist durch die vielen kleinen Senkungen gute Voraussetzungen für eine Strukturvielfalt auf.

Trotz all der Beeinträchtigungen hat die Aarelandschaft im Projektperimeter bereits heute eine grosse Bedeutung als Lebensraum für die Fauna. Die übriggebliebenen schmalen Lebensräume der ursprünglichen Auenlandschaft beherbergen z.T. störungsanfällige Populationen von selten gewordenen Tieren oder dienen diesen als Vernetzungskorridor oder Trittsteinbiotope. Im Rahmen des Projektes muss der ökologischen Begleitung deshalb ein hoher Stellenwert zukommen, damit nicht durch Verbesserungen im einen Bereich unwiderrufliche Schäden in einem anderen Bereich entstehen.

3.13 Ökologisches Entwicklungspotenzial

Entwicklungspotenzial

Ein natürliches Flusssystem verfügt über ausreichend Raum und ist in ständigem Wandel begriffen. Hochwasser wirken wie ein Pflug, der Geschiebe ab- und umlagert. Abtrag und Ablagerungen von Kies wechseln sich ab, Kiesinseln entstehen und verschwinden wieder, die Gerinneform verändert sich stetig. Auf den neu entstehenden Standorten siedeln sich spezialisierte Pflanzen und Tiere an. Bleibt ein solcher Standort längere Zeit erhalten, erfolgt eine Sukzession: Die Weichholzaue mit Pappeln und Weiden wird abgelöst von Arten der Hartholzaue (z.B. Esche).

Im Abschnitt *Obere Belpau* bestehen günstige Voraussetzungen, um der Aare wieder genügend Platz zu geben, sodass sich wieder eine naturnahe Gerinneform ausbilden kann. Dank mehr Gewässerdynamik erfolgt eine Annäherung an den ursprünglichen Landschaftscharakter. Ein definierter Gewässerraum und eine Interventionslinie sichern eine angemessene Gewässerbreite.

3.13.1 Wasserqualität

Wasserqualität

Die Wasserqualität der Aare zwischen Thun und Bern ist grundsätzlich gut bis sehr gut. Sie wird vom kantonalen Gewässer- und Bodenschutzlabor regelmässig mittels chemischer Analysen und biologischer Untersuchungen überprüft. Die Untersuchungen zum *GewässerZustandAaretal (GZA)* [17] haben jedoch ergeben, dass die zunehmende Belastung mit Mikroverunreinigungen für die Fische wie auch die restliche aquatische Fauna durchaus negative Auswirkungen haben kann.

In der Belpau befinden sich Grundwasserschutzzonen S1, S2 und S3 für den Schutz der Trinkwasserfassung des WVRB und der Grundwasserentnahmestelle im Bereich des Restaurants Campagna. Über dem ganzen Projektperimeter liegt ein Gewässerschutzbereich A_u.

3.13.2 Wasserführung

Wasserführung

Die heutige Wasserführung verläuft linear gesteuert durch Längs- und Querbauten zum Schutz der Ufererosion. Teilweise sind diese Bauten wegen der Unterspülung am Zusammenfallen und die Aare beginnt bereits heute mit einzelnen Uferanrisse.

3.14 Projekte Dritter

Projekte Dritter

Seit 2011 wird in der *Oberen Belpau* ein rund 25 Hektaren grosses Gebiet in einen traditionellen Mittelwald umgewandelt. Die ökologisch und landschaftlich besonders wertvolle, traditionelle und kulturhistorisch bedeutende Waldbewirtschaftung soll erhalten und weitergeführt werden.

3.15 Altlasten

Altlasten

Beim Parkplatz Restaurant Campagna und im Leen sind Ablagerungsstandorte mit Bauschutt und Siedlungsabfällen bekannt (siehe Abb. 14) [7]. Diese Ablagerungsstandorte sind, falls durch bauliche Massnahmen tangiert, im weiteren Projektverlauf genauer zu untersuchen.

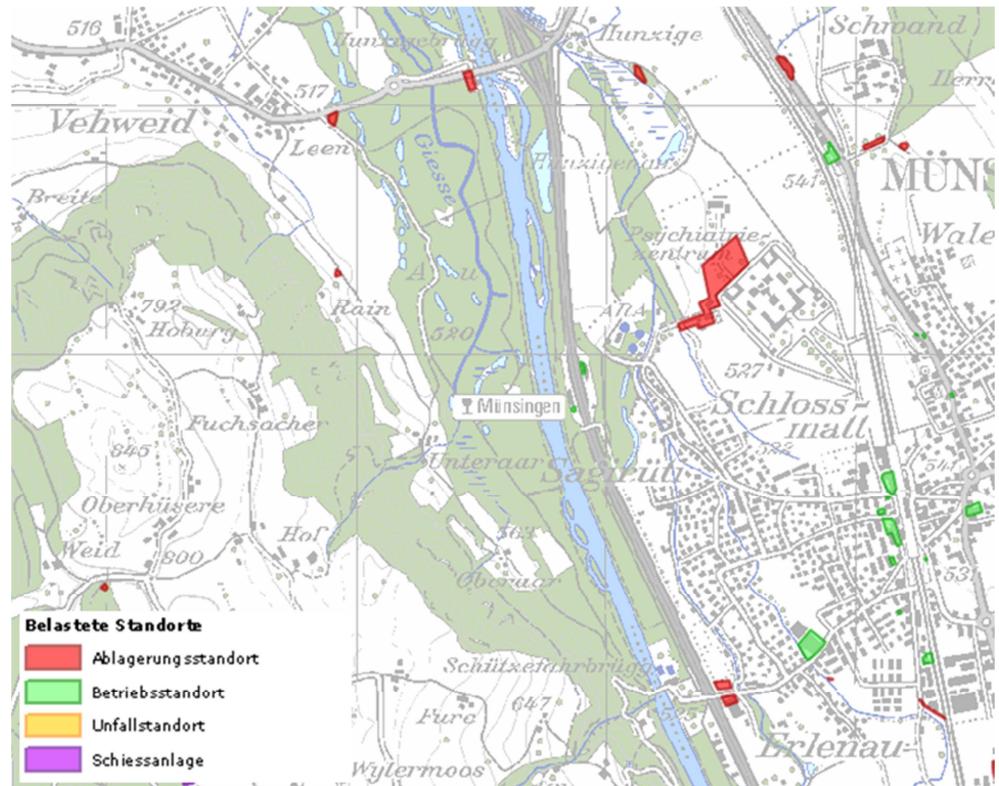


Abb. 14 Kataster der belasteten Standorte [7]

3.16 Heimat- und Ortsbildschutz

3.16.1 Archäologisches Inventar

Im Projektperimeter *Obere Belpau* sind keine archäologischen Fundstellen bekannt.

3.16.2 Bauinventar

Die Schützenfahrbrücke ist im Bauinventar des Kantons Bern als erhaltenswertes Objekt inventarisiert [7].

3.16.3 Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz IVS

Die Schützenfahrbrücke ist auch im Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz als historischer Verlauf mit Substanz und regionaler Bedeutung inventarisiert. Zudem ist entlang von Viehweidstrasse und Hunzikenbrücke ein Verkehrsweg mit historischem Verlauf und regionaler Bedeutung bekannt. Entlang von Rainhusi und Leen ist ein weiterer Verkehrsweg mit historischem Verlauf, Substanz und lokaler Bedeutung verzeichnet [3].

4. Projektziele

Die übergeordneten Projektziele des Wasserbauplans *aarewasser* [1] gelten weiterhin:

- _ Schutz vor Hochwassern
- _ Sicherung der Trinkwasserreserven im Aaretal
- _ Aufwertung der Naturlandschaft
- _ Erhalt des attraktiven Naherholungsgebiets

Für den Wasserbauplan *Obere Belpau* ergeben sich daraus folgende projektspezifischen Ziele:

- _ Nach Schutzz Zielen differenzierter Schutz vor Hochwassern für die nationalen und regionalen Infrastrukturanlagen (Flugplatz Bern - Belp, Autobahn A6, Aaretalleitung, Trinkwasserfassungen), Siedlungsgebiete (Münsingen, Belp, Weiler Vehweid), Einzelgebäude (Badi Münsingen, Restaurant Campagna, Gästehaus, Zollhaus), land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen (siehe Hochwasserschutzziele in Kap. 4.1).
- _ Schutz der Grundwasserschutzzzone S2 der Trinkwasserfassungen Belpau bis zu deren Konzessionsende 2036 vor Seitenerosion.
- _ Beitrag zur langfristigen Sicherung der Trinkwasserreserven im gesamten Aaretal durch eigendynamische Aufweitung, welche fortschreitende Sohlenerosion und damit einhergehende grossräumige Grundwasserspiegelabsenkung vermindern soll.
- _ Ökologische Aufwertung der Naturlandschaft einerseits durch Zulassen einer eigendynamischen Gewässerentwicklung und andererseits durch gezielte Schaffung von Kleinstrukturen (siehe ökologische Entwicklungsziele in Kap. 4.4).
- _ Erhalt des attraktiven Naherholungsgebiets durch Verlegen und Neubau von Wegen für Fussgänger, Velofahrer und Reiter und Einrichten einer Besucherinformation und -führung.

Hochwasserschutzziele

4.1 Hochwasserschutzziele

Angelehnt an die Schutzzielmatrix des Bundesamtes für Umwelt BAFU [18] wurden im Wasserbauplan *aarewasser* [1] bereits folgende Hochwasserschutzziele definiert. Diese wurden für den Wasserbauplan *Obere Belpau* übernommen und ergänzt:

Objektkategorie	Hochwasserschutzziel
Naturlandschaften	Kein Dimensionierungsabfluss
Landwirtschaftliche Intensivflächen	Ist-Zustand
Bestehende Aarewege	Ist-Zustand
Neue Aarewege	400 m ³ /s (~HQ ₅)
Einzelgebäude	ca. 480 m ³ /s (HQ ₅₀)
Geschlossene Siedlungsgebiete	550 m ³ /s oberhalb Gürbemündung (HQ ₁₀₀) 600 m ³ /s unterhalb Gürbemündung (HQ ₁₀₀)
Kommunale und regionale Infrastrukturanlagen	550 m ³ /s oberhalb Gürbemündung (HQ ₁₀₀) 600 m ³ /s unterhalb Gürbemündung (HQ ₁₀₀)
Nationale Infrastrukturanlagen (Autobahn, Flugplatz Bern – Belp)	550 m ³ /s oberhalb Gürbemündung (HQ ₁₀₀) 600 m ³ /s unterhalb Gürbemündung (HQ ₁₀₀)

Tab. 8 Hochwasserschutzziele [1]

4.2 Dimensionierung Abflüsse und Freibord**4.2.1 Abflüsse**

Die im Wasserbauplan *aarewasser* [1] festgelegten Dimensionierungsabflüsse gelten gemäss Regierungsratsbeschluss [2] weiterhin:

Dimensionierungsabflüsse

Abschnitt	Abfluss [m ³ /s]
Thun bis Gürbemündung	550
Gürbemündung bis Bern	600

Tab. 9 Dimensionierungsabflüsse [1] [2]

Dimensionierungsszenarien

Für die Aare zwischen Thun bis Einmündung Gürbe wird ein $Q_{\text{dim}} = 550 \text{ m}^3/\text{s}$ (HQ₁₀₀) als Bemessungsabfluss definiert [2]. Demensprechend werden die Hochwasserschutzdämme beidseits auf ein HQ₁₀₀ plus Freibord dimensioniert.

Aufgrund der eigendynamischen Entwicklung ist mit einer Verbreiterung des Gerinnes zu rechnen, wodurch sich die Abflusskapazität mit der Zeit erhöht. Durch die Verbreiterung des Gerinnes nimmt die Transportkapazität der Aare ab und es ist mit Auflandungen zu rechnen. Diese sind erwünscht, da mit den geplanten Massnahmen die fortschreitende Sohlenerosion der Aare gestoppt werden soll. Die langfristige Sohlenentwicklung der Aare aufgrund des verbeiterten Gerinnes kann anhand des morphologischen Langzeitmodells der Aare von Hunziker, Zarn und Partner ermittelt werden [11].

Im Sinne eines langfristigen Hochwasserschutzes wird die Unsicherheit der Sohlenlage in der Berechnung des Freibords berücksichtigt (Kapitel 4.2.3).

Bei Hochwasserabflüssen $> HQ_{100}$ ($550 \text{ m}^3/\text{s}$) soll im Bereich der Oberen Belpau das Wasser linksseitig entlastet werden, um die unterliegenden Dammabschnitte bis zur Gürbemündung (ca. 8 km) zu entlasten (Kapitel 9.1).

4.2.2 Ganglinien

Ganglinien

Basierend auf dem Dimensionierungsabfluss $Q_{\text{dim}} = 550 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\approx HQ_{100}$) wurden drei Ganglinien erstellt ($HQ_{100,\text{kurz}}$, $HQ_{100,\text{lang}}$ sowie eine Ganglinie basierend auf dem Hochwasserereignis von 2005) [19].

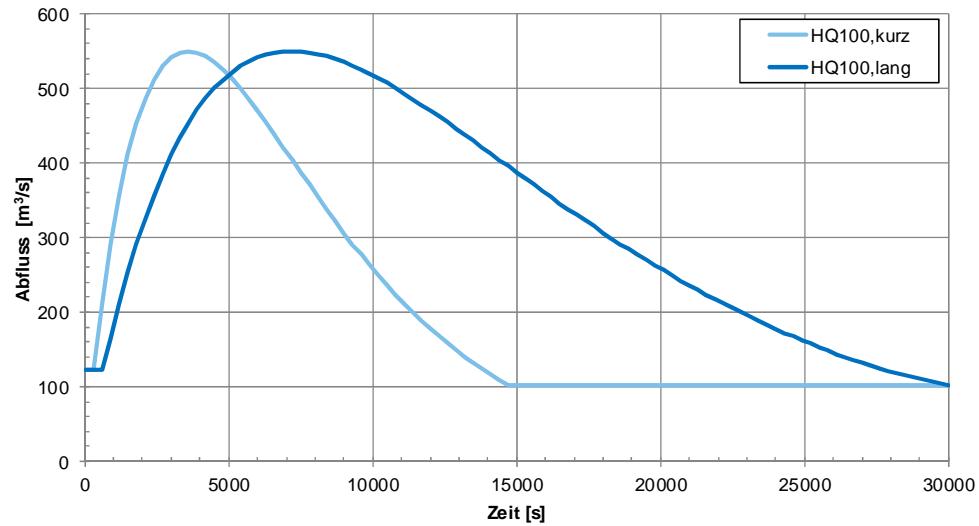


Abb. 15 Abflussganglinien $HQ_{100,\text{lang}}$ und $HQ_{100,\text{kurz}}$

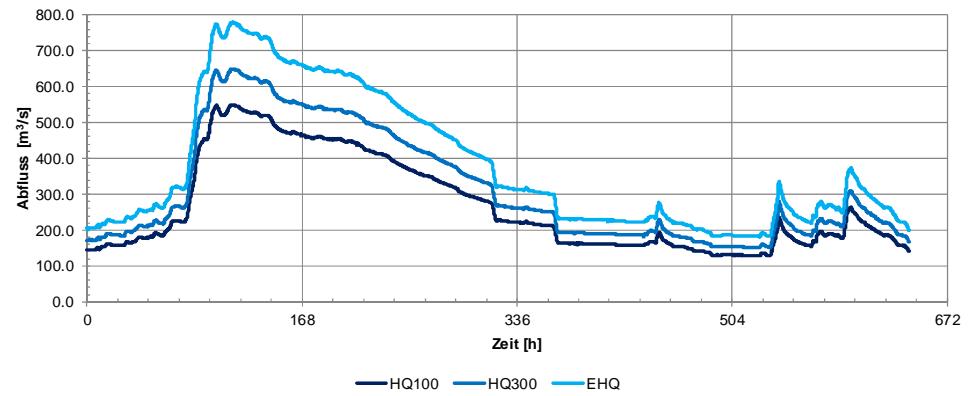


Abb. 16 Abflussganglinie für das HQ_{100} , HQ_{300} und das EHQ basierend auf dem HW-Ereignis 2005 [19].

Der Vergleich der Simulationen zeigt, dass die Resultate mit der Ganglinie $HQ_{100,\text{lang}}$ mit den Resultaten des Hochwasserereignisses von 2005 hinsichtlich Abflusstiefen und Überflutungsflächen trotz der kürzeren Dauer praktisch identisch sind. Um Rechenzeit einzusparen, wird für die Projektierung mit der Ganglinie $HQ_{100,\text{lang}}$ gerechnet und anschliessend die projektierten Massnahmen mit der Ganglinie basierend auf dem Ereignis von 2005 verifiziert.

Extremhochwasser

Zur Abbildung des Extremhochwassers EHQ wurde die Ganglinie vom Ereignis 2005 auf die Abflussspitze vom EHQ = 780 m³/s skaliert (siehe Abb. 16).

4.2.3 Freibord

Freiborde nach KOHS

Die Kommission für Hochwasserschutz (KOHS) [20] hat eine Methode erarbeitet, nach welcher das für die Gewährleistung der Abflusskapazität erforderliche Freibord in Fliessgewässern bestimmt werden kann. Das erforderliche Freibord setzt sich aus mehreren Teilstücken zusammen. Diese berücksichtigen einerseits Unschärfe, die bei der Berechnung einer Wasserspiegellage auftreten, und andererseits hydraulische Prozesse wie die Wellenbildung, den Rückstau an Hindernissen oder den Platz, welcher unter Brücken für das Abführen von Treibgut benötigt wird. An der Aare beträgt das minimal erforderliche Freibord gemäss Wasserbauplan aarewasser 0.5 m [1].

Das Freibord berechnet sich wie folgt:

Für Durchlässe und Brücken, wo Treibgut eine Rolle spielen kann:

$$0.5 \leq f_{e,Durchlass} = 1.2 \text{ m}$$

$$\sqrt{f_w^2 + f_v^2 + f_t^2} \leq 1.5$$

Für offene Gerinne:

$$0.5 \leq f_{e,Gerinne} = f_w \leq 1.5$$

mit:

— Unschärfe Bestimmung der Wasserspiegellage: $f_w = \sqrt{\delta_z^2 + \delta_h^2}$

— Unschärfe Prognose Sohlenlage: $\delta_z = 0.5 \text{ m}$

— Unschärfe Wasserspiegelberechnung: $\delta_h = 0.06 + 0.06 h$

— Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen: $f_v = \frac{v^2}{2g}$

— Treibgut (Schwemmholtz): $f_t = 1.0 \text{ m}$

Freiborde offenes Gerinne

Das erforderliche Freibord im offenen Gerinne beträgt 0.6 m.

Freiborde Durchlässe / Brücken

Das erforderliche Freibord beträgt bei der Schützenfahrbrücke 1.3 m und bei der Hunzikenbrücke 1.2 m.

Die Resultate der Freibordberechnungen sind im Anhang 2 zusammengestellt.

4.3 Hochwasserschutzdefizite

Schützenfahrbrücke

Bei der Erarbeitung der Gefahrenkarte Münsingen wurde bei der bestehenden Schützenfahrbrücke ein Schutzdefizit festgestellt. Bei einem Hochwasserereignis kann es bei der Brücke aufgrund der Brückenpfeiler zu Teilverklausungen kommen, was zur Überflutung der Badi Münsingen und der Autobahn A6 führt [1].

Badi Münsingen

Das Gebiet rund um die Badi Münsingen wird im heutigen Zustand bei einem $HQ_{100} = 550 \text{ m}^3/\text{s}$ durch die Aare von drei Seiten gefährdet:

- Schwachstelle 1: Hochwasserschutzdefizit oberhalb der Autobahnüberführung auf der rechten Uferseite. Im Fall eines HQ_{100} besteht die Gefahr, dass die Autobahn überflutet wird. Diese Schwachstelle kann in Koordination mit dem Instandstellungsprojekt Abschnitt Schützenfahr [21] mit einer Geländemodellierung im Bereich der Autobahnüberführung (Erhöhung Uferweg um ca. 1.0 m auf einer Länge von 30 m) behoben werden.
- Schwachstelle 2: Ungenügendes Freibord, bzw. Überflutung im Bereich des Schwimmbeckens
- Schwachstelle 3: Gefährdung der Badi durch zurückfliessendes Wasser

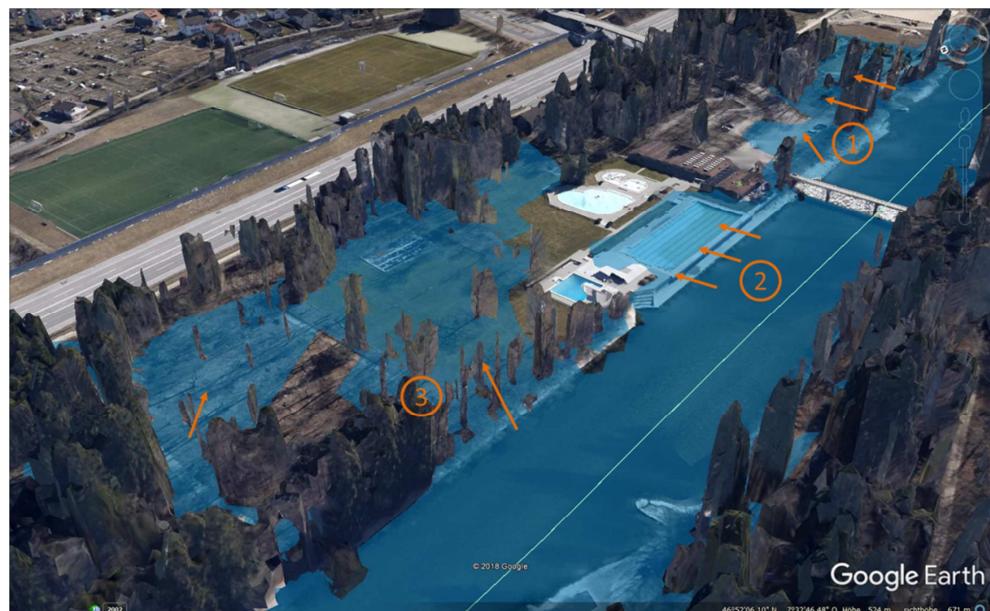


Abb. 17 Übersicht der Schwachstellen in Google Earth. Hochwassergefährdung der Badi Münsingen bei einem $HQ_{100} = 550 \text{ m}^3/\text{s}$ (Szenario 1).

Siedlungsgebiet Belp

Die bestehenden Hochwasserschutzdämme auf der linken Seite der Aare zwischen Schützenfahrbrücke und Hunzikenbrücke werden bei einem HQ_{100} überströmt. Es ist mit Dammbrüchen zu rechnen. Dammbrüche führen zu grösseren Wasseraustritten als beim Überströmen der Hochwasserschutzdämme. Von den Überflutungen ist zunächst der Weiler Vehweid betroffen. Flussabwärts sind zahlreiche Einzelgebäude sowie der Flugplatz Bern - Belp durch die Überflutungen gefährdet.

Hunzikenbrücke, Restaurant Campagna

Im Bereich der Hunzikenbrücke und des Restaurants Campagna ist ebenfalls mit Wasseraustritten zu rechnen.

Autobahn, Siedlungsgebiet Münsingen

Rechtsufrig bestehen zwischen den GEWISS-Profilen 197'578 bis 197'177, sowie zwischen den Profilen 196'685 und 196'485 Freiborddefizite. In diesem Bereich sind die Autobahn A6, die Autobahnrasstation sowie Teile von Münsingen durch Überflutungen betroffen.

Die Lage der Freiborddefizite im Projektperimeter ist im Anhang 2 dargestellt.

Ökologische Entwicklungsziele

4.4 Ökologische Entwicklungsziele

Das Projekt verfolgt die folgenden ökologischen Entwicklungsziele:

- _ Entwicklung einer grosszügigen, dynamischen Flussauenlandschaft mit vielfältigen Strukturen im Gerinne und im Uferbereich
- _ Schaffen eines lichten Auenwalds mit vielfältigen Kleinstrukturen und Kleingewässern zugunsten einer reichen Tier- und Pflanzenwelt
- _ Erhalt der bestehenden wertvollen Rückzugsgebiete für Amphibien und Verbesserung der Vernetzungsfunktion entlang der Aare

Förderung eigendynamische Uferentwicklung

Es wird eine eigendynamische Gewässerentwicklung bis hin zu einer definierten Interventionslinie angestrebt. Im Bereich bis zur Interventionslinie soll die Aare frei gestalten und sich ausbreiten können. Dafür werden am Ufer die bestehenden Verbauungen entfernt und Initialisierungsmassnahmen in der Form von Uferanrisse erstellt.

5. Projektbeschreibung / Massnahmenplanung

Variantenstudium

5.1 Variantenstudium

In der Oberen Belpau soll durch Initialmassnahmen und eigendynamische Entwicklung eine Aufweitung der Aare entstehen. Dank dieser Aufweitung kombiniert mit neuen Dämmen beidseits der Aare soll der Hochwasserschutz verbessert, die in Erosion begriffene Sohle stabilisiert und damit der Grund- und Trinkwasserschutz gesichert sowie die langfristige Entstehung von auentypischen Lebensräumen erreicht werden. Unter Berücksichtigung von bestehender Infrastruktur und Erholungsnutzung sind fünf Varianten mit jeweils unterschiedlich grossem Aufweitungsperimeter entstanden.

Variante 1 breite Aufweitung

5.1.1 Varianten

- _ Die **Variante 1** sieht einen grosszügigen, breiten Aufweitungsperimeter (Länge ca. 2.3 km, Breite bis 5-fache Regimebreite) vor. Der Hauptgiessenlauf und weite Teile des Auwaldes (inkl. Bereich Mittelwald) können mittel- bis langfristig an die morphologische Dynamik der Aare angebunden werden.
- _ Die bestehenden Trinkwasserfassungen in der *Oberen Belpau* werden vorzeitig aufgehoben und rückgebaut.
- _ Rechtsufrig wird entlang der Autobahn zwischen Badi Münsingen und Autobahnrasstation ein neuer, Hochwasserschutzbau erstellt.
- _ Linksufrig wird am Rand des Auengebiets und entlang der Viehweidstrasse ein neuer Hochwasserschutzbau zum Schutz des Weilers Vehweid und des Flugplatzes Bern - Belp erstellt. Mit dem gewählten Dammverlauf steht bei Hochwasserereignissen eine grosszügige Retentionsfläche zur Verfügung (gedrosselte Entwässerung über Hauptgiesse).
- _ Der Überlastfall kann mit dem vorgesehenen Dammverlauf gezielt abgeleitet werden (überströmbarer Dammabschnitt im Bereich Durchlass Hauptgiesse, wodurch der Schutz des Weilers Vehweid auch im Überlastfall gewährleistet wird).
- _ Die hochwassergefährdete Badi Münsingen und das Restaurant Campagna werden mittels ergänzenden Hochwasserschutzmaßnahmen geschützt.

- Die verklausungsgefährdete Schützenfahrbrücke wird als pfeilerloses Bauwerk neu erstellt.
- Die eigendynamische Aufweitung wird beidseitig durch den Rückbau der bestehenden Uferverbauungen und mittels Uferanrisse und Gräben initialisiert.
- Infrastrukturen wie Aaretalleitung, Dämme, Autobahn, zu sichernde Wegverbindungen etc. werden durch Beurteilungs- und Interventionslinien und wo nötig mittels baulichen Uferschutzmassnahmen vor Erosion geschützt.
- Die Variante sieht vor, den zur Verfügung stehenden Raum des Auenschutzgebiets weitgehend der eigendynamische Auenentwicklung zu überlassen (grosser eigendynamischer Perimeter), wodurch das betreffende Gebiet mittel- bis langfristig ökologisch stark aufgewertet wird. Aus diesem Grund sind nur wenige zusätzliche ökologische Aufwertungsmassnahmen notwendig: z.B. gezielte Aufwertung von Amphibien- und Reptilienlebensräumen, flankierende Massnahmen zum Schutz störungsempfindlicher Arten.
- Die Wege für Fussgänger-, Velo-, Reit- und Unterhaltsverkehr werden ausserhalb des Aufweitungsperimeters wiederangelegt.
- Der heutige Uferweg wird als Trampelpfad beibehalten, aber nicht mehr gesichert oder unterhalten.
- Zur Erholungsnutzung sind verschiedene Rastplätze mit Feuerstellen vorgesehen.

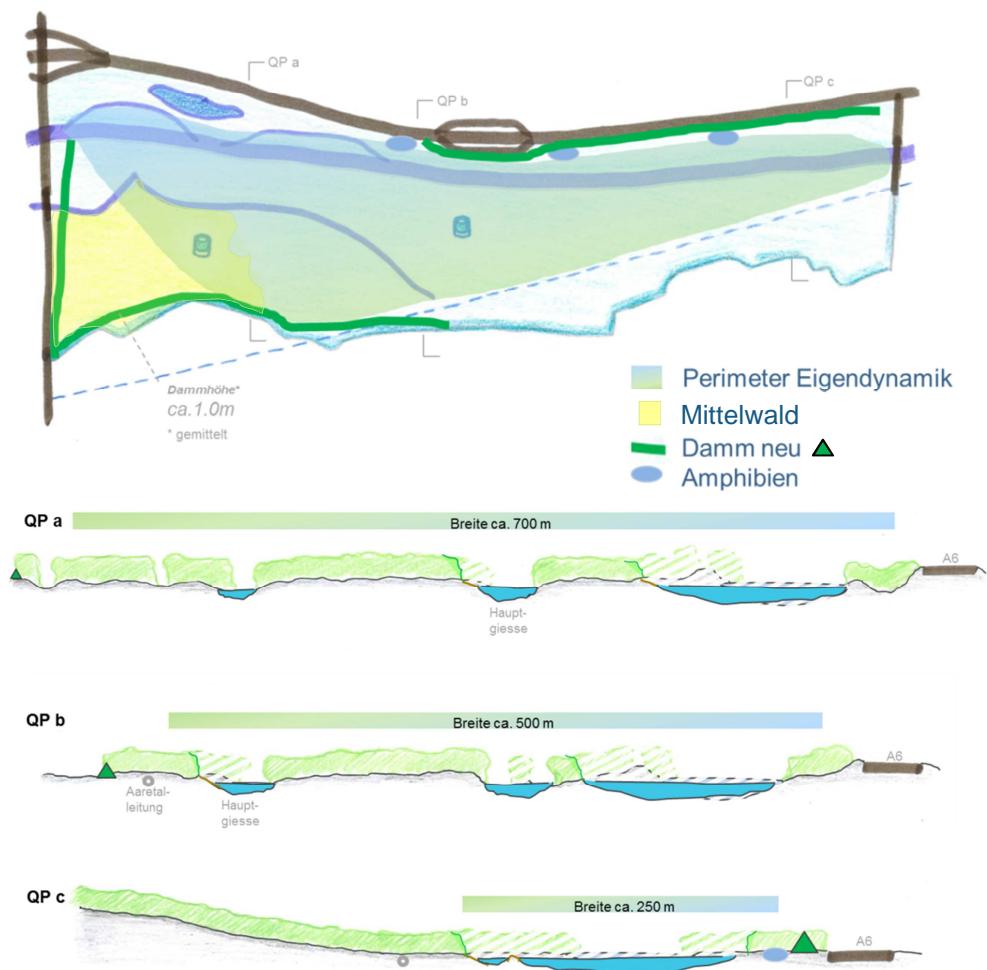


Abb. 18 Skizze Variante 1

Variante 2 breite Aufweitung,
etappiert

- Die **Variante 2** sieht analog zur Variante 1 einen grosszügigen, breiten Aufweitungsperimeter (Länge ca. 2.3 km, Breite bis 5-fache Regimebreite) vor. Der Hauptgiessenlauf und weite Teile des Auwaldes (inkl. Bereich Mittelwald) können mittel- bis langfristig an die morphologische Dynamik der Aare angebunden werden. Jedoch wird die Aufweitung linksufrig erst nach Ablauf der Konzessionen der Trinkwasserfassungen zugelassen, sodass diese (ebenso wie die Mittelwaldnutzung) bis 2036 weiterbetrieben werden können.
- Die bestehenden Trinkwasserfassungen in der *Oberen Belpau* werden bis 2036 erhalten und erst danach aufgehoben und durch den WVRB rückgebaut. Im Bereich der Grundwasserschutzzonen werden in der ersten Etappe temporäre Uferschutzmassnahmen erstellt.
- Rechtsufrig wird entlang der Autobahn zwischen Badi Münsingen und Autobahnrasstätte ein neuer, Hochwasserschutzdamm erstellt.
- Linksufrig wird am Rand des Auengebiets und entlang der Viehweidstrasse ein neuer Hochwasserschutzdamm zum Schutz des Weilers Vehweid und des Flugplatzes Bern - Belp erstellt. Mit dem gewählten Dammverlauf steht bei Hochwasserereignissen eine grosszügige Retentionsfläche zur Verfügung (gedrosselte Entwässerung über Hauptgiesse).
- Der Überlastfall kann mit dem vorgesehenen Dammverlauf gezielt abgeleitet werden (überströmbarer Dammabschnitt im Bereich Durchlass Hauptgiesse, wodurch der Schutz des Weilers Vehweid auch im Überlastfall gewährleistet wird).
- Die hochwassergefährdete Badi Münsingen und das Restaurant Campagna werden mittels ergänzenden Hochwasserschutzmassnahmen geschützt.
- Die verklausungsgefährdete Schützenfahrbrücke wird als pfeilerloses Bauwerk neu erstellt.
- Die eigendynamische Aufweitung wird beidseitig durch den Rückbau der bestehenden Uferverbauungen und mittels Uferanrisse und Gräben initialisiert. Rechtsufrig in erster Etappe, linksufrig erst in zweiter Etappe nach 2036.
- Infrastrukturen wie Aaretalleitung, Dämme, Autobahn, zu sichernde Wegverbindungen etc. werden durch Beurteilungs- und Interventionslinien und wo nötig mittels baulichen Uferschutzmassnahmen vor Erosion geschützt.
- Wie in Variante 1 ist vorgesehen, den zur Verfügung stehenden Raum des Auenschutzgebiets in Etappe 2 weitgehend der eigendynamische Auenentwicklung zu überlassen (grosser eigendynamischer Perimeter), wodurch das betreffende Gebiet mittel- bis langfristig ökologisch stark aufgewertet wird. Aus diesem Grund sind nur vereinzelte zusätzliche ökologische Aufwertungsmassnahmen vorgesehen: z.B. gezielte Aufwertung von Amphibien- und Reptilienlebensräumen, flankierende Massnahmen zum Schutz störungsempfindlicher Arten.
- Die Wege für Fussgänger-, Velo-, Reit- und Unterhaltsverkehr werden ausserhalb des Aufweitungsperimeters wiederangelegt.
- Der heutige Uferweg wird als Trampelpfad beibehalten, aber nicht mehr gesichert oder unterhalten.
- Zur Erholungsnutzung sind verschiedene Rastplätze mit Feuerstellen vorgesehen.

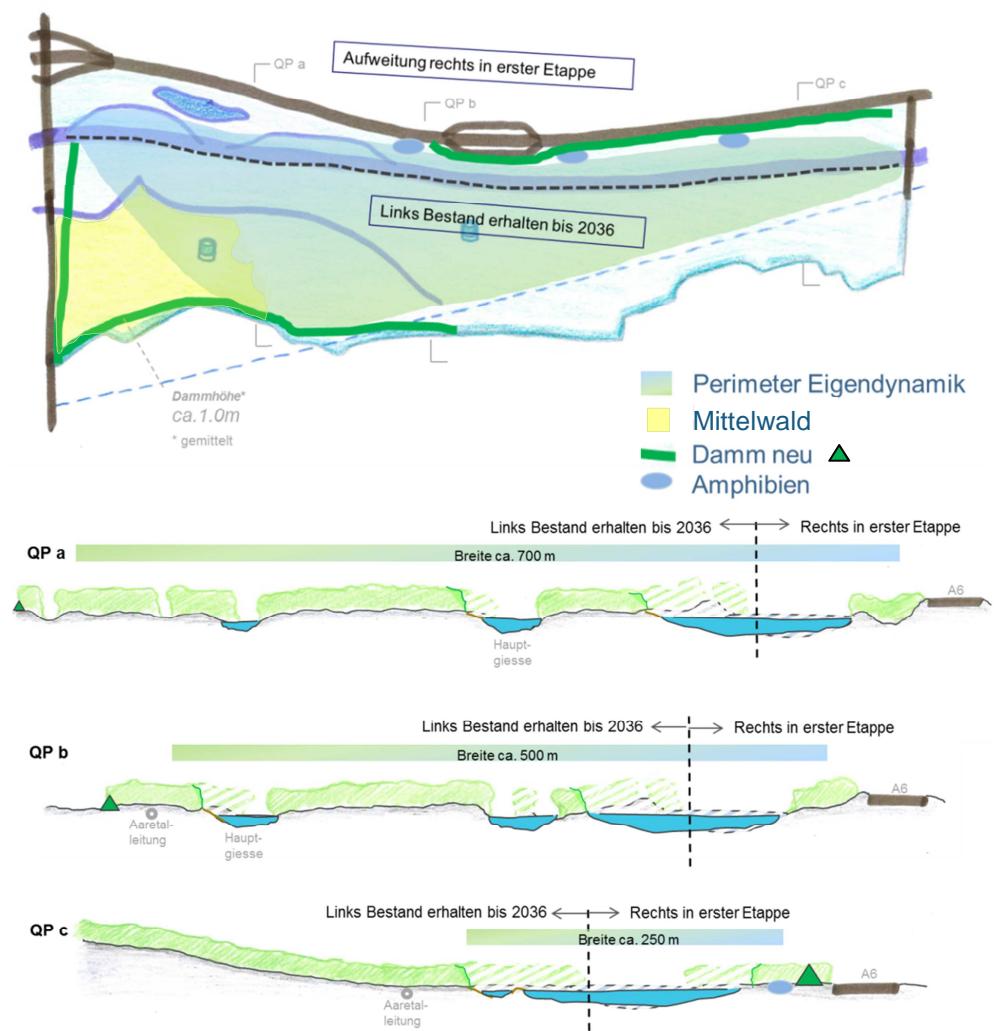


Abb. 19 Skizze Variante 2

Variante 3 „Mittelweg“ West,
etappiert

- Die **Variante 3** sieht einen mittelgrossen Aufweitungsperimeter (Länge ca. 2.3 km, Breite knapp 2-fache Regimebreite) vor. Die morphologische Dynamik wird auf die Fläche vor dem Hauptgiessenlauf begrenzt (keine Anbindung von Mittelwald und Hauptgiesse). Die Aufweitung wird ebenfalls etappiert ausgeführt. In erster Etappe rechtsufrig und in zweiter Etappe nach Ablauf der Konzessionen der Trinkwasserfassungen auch linksufrig, sodass die Trinkwasserfassungen bis 2036 weiterbetrieben werden können.
- Die bestehenden Trinkwasserfassungen in der *Oberen Belpau* werden bis 2036 erhalten und erst danach aufgehoben und rückgebaut. Im Bereich der Grundwasserschutzzonen werden in der ersten Etappe temporäre Uferschutzmassnahmen erstellt.
- Rechtsufrig wird entlang der Autobahn zwischen Badi Münsingen und Autobahnrasstätte ein neuer, Hochwasserschutzdamm erstellt.
- Linksufrig wird der neue Hochwasserschutzdamm zum Schutz des Weilers Vehweid und des Flugplatzes Bern - Belp im Randbereich des Auengebiets (Erhöhung eines bestehenden Wegs) und entlang der Viehweidstrasse erstellt. Im Unterschied zu Variante 1 und 2 wird durch diesen Dammverlauf ein Teil des Mittelwalds vor Überschwemmungen durch die Aare geschützt. Dennoch steht mit dem gewählten Dammverlauf bei Hochwasserereignissen eine grosszügige Retentionsfläche zur Verfügung (gedrosselte Entwässerung über Hauptgiesse).
- Der Überlastfall kann mit dem vorgesehenen Dammverlauf gezielt abgeleitet werden (überströmbarer Dammabschnitt im Bereich Durchlass Hauptgiesse, wodurch der Schutz des Weilers Vehweid auch im Überlastfall gewährleistet wird).
- Die hochwassergefährdete Badi Münsingen und das Restaurant Campagna werden mittels ergänzenden Hochwasserschutzmassnahmen geschützt.
- Die verklausungsgefährdete Schützenfahrbrücke wird als pfeilerloses Bauwerk neu erstellt.
- Die eigendynamische Aufweitung wird beidseitig durch den Rückbau der bestehenden Uferverbauungen und mittels Uferanrisse und Gräben initialisiert. Rechtsufrig in erster Etappe, linksufrig erst in zweiter Etappe nach 2036.
- Infrastrukturen wie Aaretalleitung, Dämme, Autobahn, zu sichernde Wegverbindungen etc. werden durch Beurteilungs- und Interventionslinien und wo nötig mittels baulichen Uferschutzmassnahmen vor Erosion geschützt.
- Variante 3 weist einen mittelgrossen Perimeter Eigendynamik auf, welcher mittel- bis langfristig durch die Dynamik der Aare ökologisch stark aufgewertet wird. Ausserhalb dieses Perimeters wird der Auwald an die Überflutungsdynamik der Aare angehängt und damit ebenfalls aufgewertet. Zusätzliche ökologische Aufwertungsmassnahmen sind daher nur vereinzelt notwendig: z.B. gezielte Aufwertung von Amphibien- und Reptilienlebensräumen, flankierende Massnahmen für störungsempfindliche Arten.
- Die Wege für Fussgänger-, Velo-, Reit- und Unterhaltsverkehr bleiben teilweise bestehen oder werden ausserhalb des Aufweitungsperimeters wiederangelegt.
- Der heutige Uferweg wird als Trampelpfad beibehalten, aber nicht mehr gesichert oder unterhalten.
- Zur Erholungsnutzung sind verschiedene Rastplätze mit Feuerstellen vorgesehen.

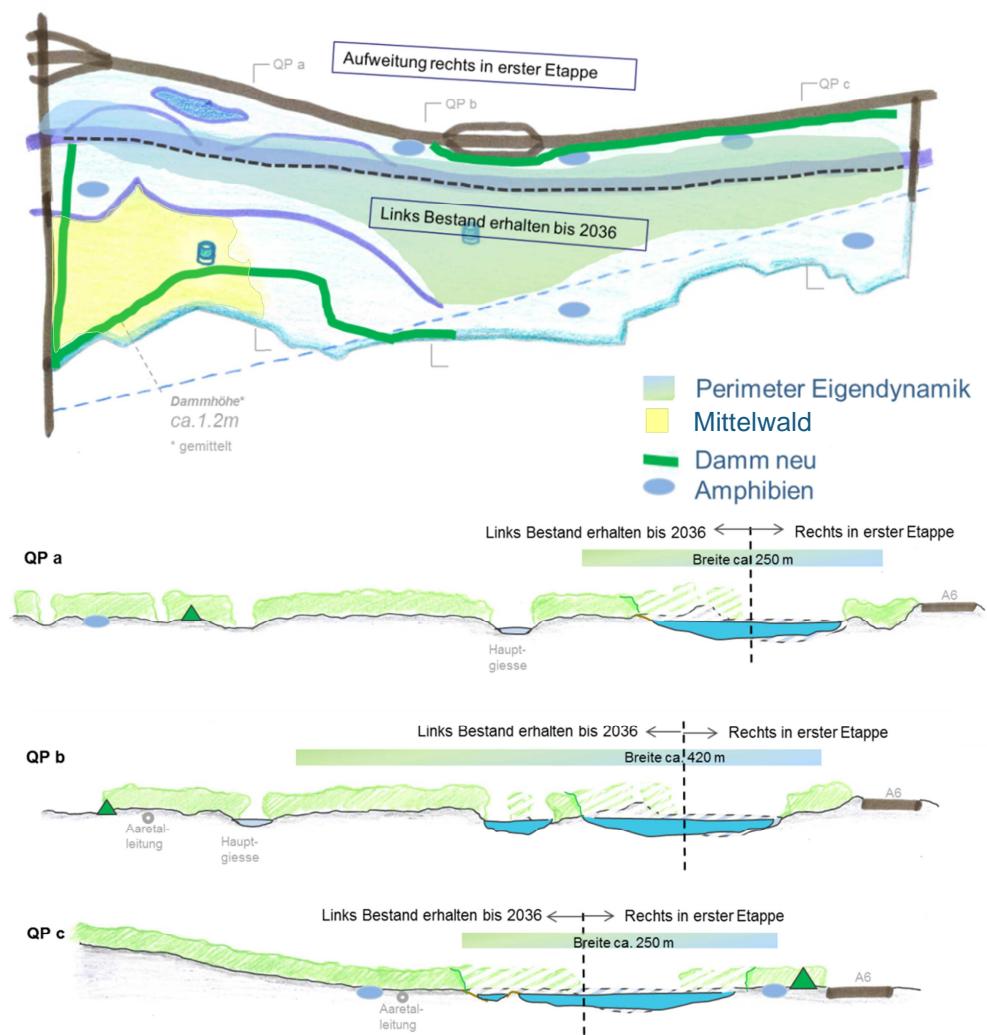


Abb. 20 Skizze Variante 3

Variante 4 „Mittelweg“ Ost,
etappiert

- Die **Variante 4** sieht wie die Variante 3 einen mittelgrossen Aufweitungsperimeter (Länge ca. 2.3 km, Breite knapp 2-fache Regimebreite) vor. Die morphologische Dynamik wird ebenfalls auf die Fläche vor dem Hauptgiessenlauf begrenzt (Schutz Mittelwald und Hauptgiesse). Die Aufweitung wird etappiert ausgeführt: In erster Etappe rechtsufrig und in zweiter Etappe nach Ablauf der Konzessionen der Trinkwasserfassungen auch linksufrig. Sodass die Trinkwasserfassungen bis 2036 weiterbetrieben werden können.
- Die bestehenden Trinkwasserfassungen in der *Oberen Belpau* werden bis 2036 erhalten und erst danach aufgehoben und rückgebaut. Im Bereich der Grundwasserschutzzonen werden in der ersten Etappe temporäre Uferschutzmassnahmen erstellt.
- Rechtsufrig wird entlang der Autobahn zwischen Badi Münsingen und Autobahnrasstätte ein neuer Hochwasserschutzdamm erstellt.
- Linksufrig wird der neue Hochwasserschutzdamm zum Schutz des Weilers Vehweid und des Flugplatzes Bern - Belp östlich der Hauptgiesse bzw. quer durch den Auenwald erstellt. Damit werden Hauptgiesse und Mittelwald nicht an die Überflutungsdynamik der Aare angebunden (im Unterschied zu Variante 1 bis 3) sondern vor Hochwassern geschützt. Entsprechend wird die bei Hochwasserereignissen zur Verfügung stehende Retentionsfläche gegenüber Varianten 1 bis 3 stark verringert.
- Im Überlastfall ist vorgesehen, dass mittels einer überströmbarer Dammsektion im linksseitigen HWS-Damm das restliche Gebiet der Oberen Belpau überschwemmt wird, weshalb zum Schutz des Weilers Vehweid vor dem Überlastfall weitere Massnahmen nötig sind (z.B. rückwärtiger EHQ-Damm oder Wegerhöhung ähnlich Variante 3).
- Die hochwassergefährdete Badi Münsingen und das Restaurant Campagna werden mittels ergänzenden Hochwasserschutzmassnahmen geschützt.
- Die verklausungsgefährdete Schützenfahrbrücke wird als pfeilerloses Bauwerk neu erstellt.
- Die eigendynamische Aufweitung wird beidseitig durch den Rückbau der bestehenden Uferverbauungen und mittels Uferanrisse und Gräben initialisiert. Rechtsufrig in erster Etappe, linksufrig erst in zweiter Etappe nach 2036.
- Infrastrukturen wie Aaretalleitung, Dämme, Autobahn, zu sichernde Wegverbindungen etc. werden durch Beurteilungs- und Interventionslinien und wo nötig mittels baulichen Uferschutzmassnahmen vor Erosion geschützt.
- Variante 4 weist einen mittelgrossen Perimeter Eigendynamik auf, welcher mittel- bis langfristig durch die Dynamik der Aare ökologisch stark aufgewertet wird. Ausserhalb dieses Perimeters fehlt die auentypische Dynamik jedoch (weder morphologische Veränderungen noch Überflutungen), so dass eine relativ grosse Auengebietsfläche von fortschreitender Degradierung betroffen ist. Aus diesem Grund sind hier eine Reihe zusätzlicher ökologischer Aufwertungsmassnahmen notwendig: z.B. gezielte Aufwertung von Amphibien- und Reptilienlebensräumen überwiegend im Bereich bestehender Giessen- und Trockenstandorte.
- Die Wege für Fussgänger-, Velo-, Reit- und Unterhaltsverkehr bleiben teilweise bestehen oder werden ausserhalb des Aufweitungsperimeters wiederangelegt.
- Der heutige Uferweg wird als Trampelpfad beibehalten, aber nicht mehr gesichert oder unterhalten.

– Zur Erholungsnutzung sind verschiedene Rastplätze mit Feuerstellen vorgesehen.

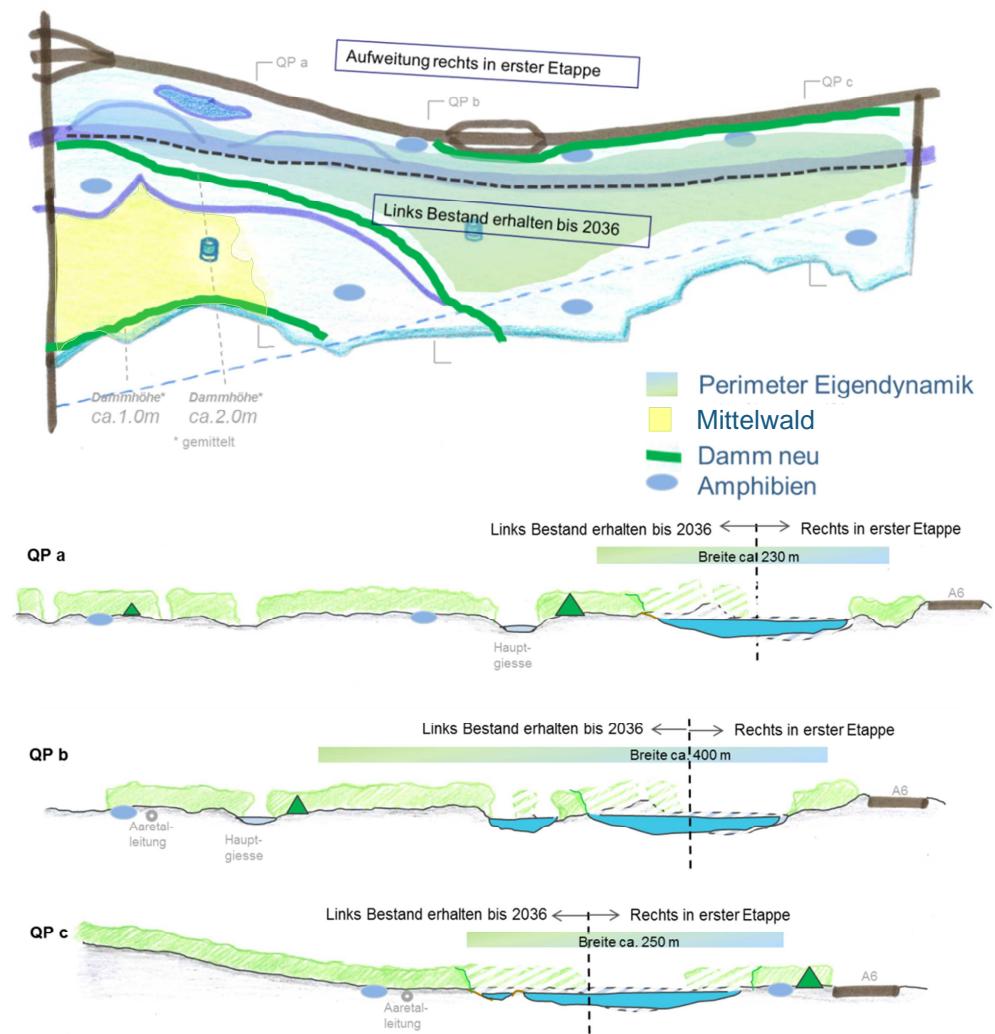


Abb. 21 Skizze Variante 4

Variante 5 kurze, schmale Aufweitung „aarewasser“

- Die **Variante 5** sieht analog des Projekts *aarewasser* ausschliesslich am oberen Perimeterende eine kurze, schmale Aufweitung vor (Länge ca. 1 km, Breite knapp 2-fache Regimebreite).
- Die bestehenden Trinkwasserfassungen in der *Oberen Belpau* werden erhalten und weiterbetrieben. Im Bereich der Grundwasserschutzzonen werden permanente Uferschutzmassnahmen erstellt.
- Rechtsufrig wird entlang der Autobahn zwischen Badi Münsingen und Autobahnrasstätte ein neuer, Hochwasserschutzdamm erstellt.
- Linksufrig wird grösstenteils entlang des bestehenden Ufers ein neuer Hochwasserschutzdamm zum Schutz der Trinkwasserfassungen, des Weilers Vehweid und des Flugplatzes Bern - Belp erstellt. Damit werden der linksseitige Auenwald, die Hauptgiesse und der Mittelwald nicht wieder an die Dynamik der Aare angebunden sondern vor Hochwassern geschützt. Entsprechend steht bei Hochwasserereignissen keine Retentionsfläche im Auwald zur Verfügung.
- Erst im Überlastfall ist vorgesehen, dass mittels einer überströmbaren Dammsektion im linksseitigen HWS-Damm die *Obere Belpau* überschwemmt wird, weshalb zum Schutz des Weilers Vehweid vor dem Überlastfall weitere Massnahmen nötig sind (z.B. rückwärtiger EHQ-Damm oder Wegerhöhung ähnlich Variante 3).
- Die hochwassergefährdete Badi Münsingen und das Restaurant Campagna werden mittels ergänzenden Hochwasserschutzmassnahmen geschützt.
- Die Schützenfahrbrücke wird als pfeilerloses Bauwerk neu erstellt.
- Die eigendynamische Aufweitung wird beidseitig durch den Rückbau der bestehenden Uferverbauungen und mittels Uferanrisse und Gräben initialisiert.
- Infrastrukturen wie die Trinkwasserfassungen, die Aaretalleitung, die Autobahn und die neuen Hochwasserschutzdämme werden durch Beurteilungs- und Interventionslinien und wo nötig mittels baulichen Massnahmen geschützt.
- Variante 5 weist einen sehr kleinen Perimeter Eigendynamik auf. Ausserhalb dieses Perimeters fehlt die autotypische Dynamik (weder morphologische Veränderungen noch Überflutungen), so dass linksufrig eine sehr grosse Auengebietsfläche von fortschreitender Degradierung betroffen ist. Aus diesem Grund sind hier eine grosse Anzahl zusätzlicher ökologischer Aufwertungsmassnahmen notwendig: z.B. gezielte Aufwertung von Amphibien- und Reptilienlebensräumen im Bereich bestehender Giessen- und Trockenstandorte sowie Neuschaffung von Giessen und Trockenstandorten.
- Die Wege für Fussgänger-, Velo-, Reit- und Unterhaltsverkehr blieben grösstenteils erhalten oder werden ausserhalb des Aufweitungsperimeters wiederangelegt.
- Im Bereich der Aufweitung wird der heutige Uferweg als Trampelpfad beibehalten, aber nicht mehr gesichert oder unterhalten.
- Zur Erholungsnutzung sind verschiedene Rastplätze mit Feuerstellen vorgesehen.

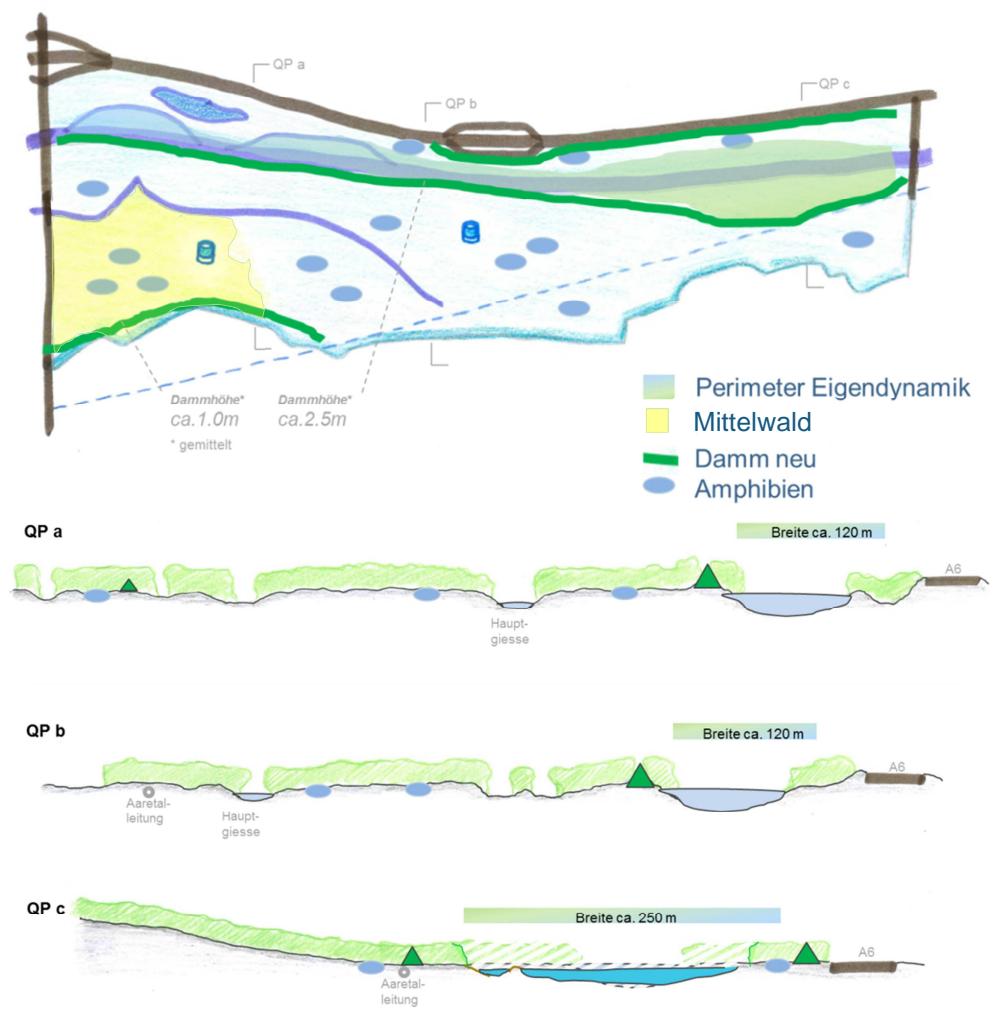


Abb. 22 Skizze Variante 5

5.1.2 Variantenbewertung

Variantenauswahl durch die Bauherrschaft

Basierend auf einem Workshop zu den Varianten in der 1. Fachausschusssitzung und weiteren Gesprächen wurde durch die Bauherrschaft entschieden, dass die Varianten 2, 4 und 5 vertieft weiterverfolgt werden. Die Variante 1 wurde verworfen, da sie als politisch nicht trag- und umsetzbar beurteilt wurde. Eine vorzeitige Aufhebung der Trinkwasserfassung vor Konzessionsende ist nicht vorgesehen. Die Variante 3 sieht einen gleich grossen Aufweitungsperimeter vor wie Variante 4. Beide Varianten schützen die Hauptgiesse vor Seitenerosion. Die Variante 4 mit dem linksseitigen, Ufer näheren Hochwasserschutzbau verhindert jedoch zusätzlich eine bezüglich Wasserqualität und Sedimentablagerungen problematische Überflutung der Giesse mit Aare-Hochwassern mit Auswirkungen Giesse abwärts über den Projektperimeter hinaus. Deshalb wurde durch die Bauherrschaft entschieden die Variante 3 momentan nicht weiterzuverfolgen.

Variantenbewertung durch die Planer

In Rücksprache mit der Bauherrschaft und den Mitgliedern des Fachausschusses wurde eine Nutzwertanalyse zur Bewertung der drei verbleibenden Varianten erarbeitet. Die Nutzwertanalyse umfasste verschiedene Technische und Sozio-Ökonomische Kriterien, sowie Kriterien zu Natur und Landschaft sowie Kosten. Die Varianten wurden anhand dieser Nutzwertanalyse durch die Planer bewertet (siehe Zusammenfassung in Tab. 10 und detaillierte Nutzwertanalyse in Anhang 1). Die Variante 2 wurde am besten bewertet, gefolgt von Variante 4. Variante 5 schafft am schlechtesten ab.

Zusammenfassung Nutzwertanalyse	Variante				
	1	2	3	4	5
A Technische Kriterien		4.2		3.8	3.6
B Natur und Landschaft	Aufgrund Entscheid	5.0	Aufgrund Entscheid	3.8	2.0
C Sozio-Ökonomie	Bauherrschaft momentan	3.7	Bauherrschaft momentan	4.2	4.3
D Kosten	nicht weiterverfolgt	3.8	nicht weiterverfolgt	3.3	2.8
Gesamtbewertung		4.2		3.8	3.2

Tab. 10 Zusammenfassung Nutzwertanalyse (Bewertungsskala 1 = sehr ungünstig bis 5 = sehr günstig)

Variantenbewertung durch Fachausschuss und Begleitgruppe

Vonseiten der Mitglieder des Fachausschusses und der Begleitgruppe wurden ergänzend folgende Argumente für oder wider die Varianten 2, 4 und 5 hervorgebracht:

Variante 2:

- + kostengünstige und nachhaltige Lösung
- + grösstmögliche Wiederherstellung der natürlichen Auendynamik
- + Würde entlang der Aare eine einzigartig grosse Aufweitung ermöglichen
- Erhalt und weitere Bewirtschaftung des Mittelwalds unklar
- Rückführung Hochwasser auf Verengung bei Hunzikenbrücke problematisch
- Hochwasserschutz Giesse abwärts problematisch

Variante 4:

- + Erhalt und weitere Bewirtschaftung des Mittelwalds
- + Schutz der Hauptgiesse vor bezüglich Wasserqualität und Sedimentablagerungen problematischen Aare-Hochwassern Giesse abwärts
- + Fischereirecht und Gebrauchswasserlizenzen in Hauptgiesse nicht beeinträchtigt
- + Allmähliche Rückführung Hochwasser auf Verengung bei Hunzikenbrücke möglich
- Bewilligungsfähigkeit Hochwasserschutzbau im Auenschutzgebiet unklar
- Bewilligungsfähigkeit Hochwasserschutzbau mitten durch Grundwasserschutzzone unklar
- Wiederherstellung der Auendynamik nur auf Teilfläche

Variante 5:

- + Erhalt und weitere Bewirtschaftung des Mittelwalds
- + Schutz der Hauptgiesse vor bezüglich Wasserqualität und Sedimentablagerungen problematischen Aare-Hochwassern Giesse abwärts
- + Fischereirecht und Gebrauchswasserlizenzen in Hauptgiesse nicht beeinträchtigt
- + Allmähliche Rückführung Hochwasser auf Verengung bei Hunzikenbrücke möglich
- Hochwasserschutzbau grösstenteils entlang bestehendem Ufer aus Sicht Auenschutz nicht bewilligungsfähig
- keine Wiederherstellung der Auendynamik
- Teuerste Variante

5.1.3 Variantenentscheid

Variantenentscheid durch die Bauherrschaft

Aufgrund der Diskussionen in der 1. und 2. Fachausschusssitzung und weiteren Besprechungen hat die Bauherrschaft entschieden, die Variante 4 als Kompromisslösung im Detail ausarbeiten zu lassen und in die Öffentliche Mitwirkung zu bringen.

5.2 Raumplanerische Massnahmen

Raumplanerische Massnahmen

Als raumplanerische Massnahmen sind die Ausscheidung des Gewässerraums und die Festlegung von Beurteilungs- und Interventionslinien zur Begrenzung der eigendynamischen Aufweitung geplant.

5.2.1 Raumbedarf Fließgewässer (Gewässerraum)

Der erforderliche minimale Raumbedarf der Aare zwischen Thun und Bern wurde im Fachbericht Raumbedarf der Aare zwischen Thun und Bern [14] auf eine Standardbreite von 150 m festgelegt (siehe Kapitel 3.10). Im Rahmen des Wasserbauplans aarewasser [1] wurden auf dieser Basis – und unter Berücksichtigung der ortsspezifischen Gegebenheiten – zweckmässige Gewässerräume ermittelt und festgehalten. Im Abschnitt *Obere Belpau* variiert der erhöhte Gewässerraum zwischen 200 m im Bereich der Schützenfahrbrücke und maximal rund 760 m im Bereich der bereits realisierten Aufweitung Hunzigenau.

Am linken Ufer ist der Gewässerraum vorwiegend durch die Waldgrenze der Belpau begrenzt, am rechten Ufer kann der Gewässerraum bis zur Autobahn ausgeschieden werden.

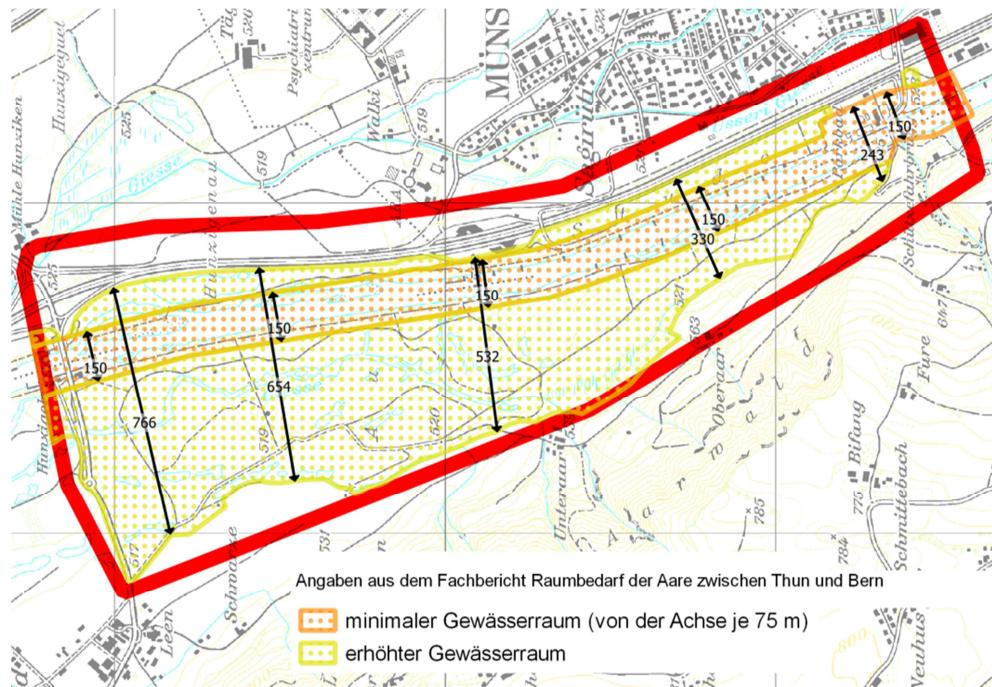


Abb. 23 Leicht angepasster Gewässerraum aus dem Fachbericht "Raumbedarf der Aare zwischen Thun und Bern"

Giessen

Die durchschnittlich gerechnete natürliche Gewässersohlenbereite der Giesse beträgt 11 m. Durch die Lage in mehreren Schutzgebieten wird für die Bestimmung des Gewässerraums die Biodiversitätskurve angewendet, was einen Gewässerraum von 42 m ergibt.

5.2.2 Überflutungsgebiete

Überflutungsgebiete

Ausserhalb der periodisch durch Hochwasser überfluteten Auenlandschaft sind keine Überflutungsgebiete geplant.

5.2.3 Planungslinien (Beurteilungs- und Interventionslinien)

Eigendynamik = Chance

Die Aare soll im definierten Aufweitungsperimeter ihre Aufweitung eigendynamisch schaffen, d.h. durch stetige Seitenerosion selbst Raum zurückerobern (Förderung natürlicher Prozesse und Kosteneinsparung). Die Annahmen zur eigendynamischen Entwicklung basieren auf hydraulischen und geschiebetechnischen Modellierungen. Ob, wann und wo die maximal zulässige Grenze der Seitenerosion erreicht wird, kann nicht abschliessend bestimmt werden. Planungslinien tragen diesem Umstand Rechnung.

Kostengünstige zweistufige
Ufersicherung

Beidseits werden die Aufweitungssperimeter auf weiten Strecken durch Interventionslinien begrenzt. Sie liegen in genügendem Abstand zu den Hochwasserschutzdämmen und Infrastrukturanlagen und definieren die maximal

zulässige Seitenerosion bzw. Flussaufweitung. Die Lage der Interventionslinie wird so gewählt, dass in jedem Fall genügend Zeit bleibt, um die Infrastrukturen zu schützen.

Beurteilung durch Begleitgruppe

Der Erosionsfortschritt wird von Beginn an überwacht. Zur laufenden Beurteilung dieses Prozesses sind der Interventionslinie zusätzliche Beurteilungslinien vorgelagert. Werden diese erreicht, wird die Erosion (Geschwindigkeit, Ausdehnung) jeweils durch eine Begleitgruppe (Bauherr, Grundeigentümer, Fachstellen, Ingenieur) beurteilt und es werden ggf. flankierende Massnahmen getroffen (z.B. Rückversetzung ufernaher Feuerstellen).

Verschiebung der Beurteilungslinie

Eine erste Beurteilungslinie ist bereits nahe den Initialisierungsmassnahmen zu planen. Diese wird relativ rasch erreicht, was dazu führt, dass die zuständige Begleitgruppe die Eigendynamik von Anfang an miterleben und sich Kenntnisse über den Erosionsprozess und dessen Geschwindigkeit aneignen kann. Basierend auf Erkenntnissen der Begleitgruppe wird die Beurteilungslinie verschoben, bzw. wird die Lage der nächstfolgenden Beurteilungslinie definiert (zweite, dritte, usw.).

Letzte Beurteilungslinie und bauliche Intervention

Die Lage der letzten Beurteilungslinie ist bereits vordefiniert (vgl. Pläne): Dort wo die Seitenerosion diese schliesslich erreicht, werden dahinter die geplanten Uferschutzmassnahmen errichtet. Im Idealfall besteht ein Puffer zwischen der Beurteilungslinie und der zu sichernden Interventionslinie von rund 25 m Breite. Dies entspricht der Länge der zu erstellenden Uferschutzbuhnen plus einer Reserve. Dadurch wird ermöglicht, dass die Buhnen hinter der Beurteilungslinie im Trockenen erstellt werden können (aufgrund der möglichen Kolkiefen kommen als Uferschutzbauwerke nur Blocksteinbuhnen in Frage: vgl. Kap. 5.3.2).

Kontrollierte Erosion und wirtschaftlicher Uferschutz

Insgesamt hilft das Vorgehen mit Planungslinien, dass der Seitenerosionsprozess kontrolliert abläuft und dass nur wo nötig Uferschutzmassnahmen gebaut werden. Im Idealfall werden gar nie Uferschutzbauten benötigt.

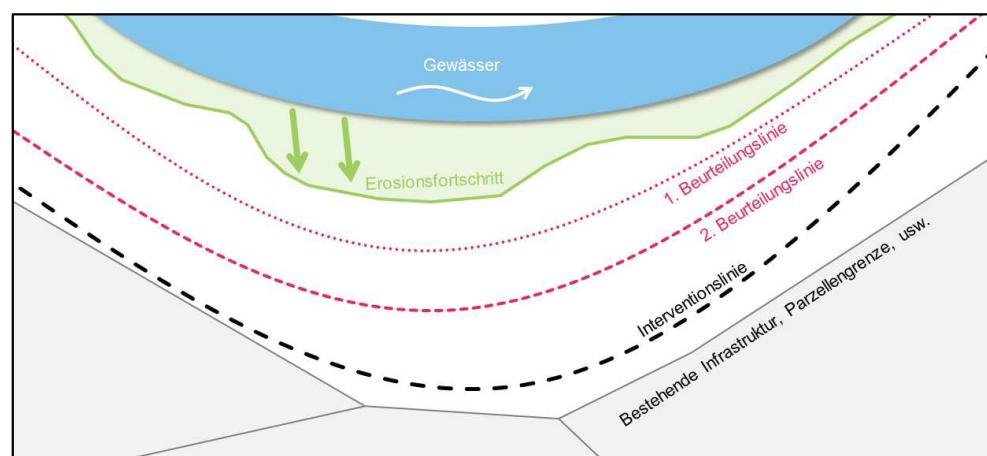


Abb. 24 Schematische Darstellung der Beurteilungs- und Interventionslinien.

Bauliche Massnahmen

5.3 Bauliche Massnahmen

Die baulichen Massnahmen werden in drei Etappen ausgeführt (siehe Kapitel 7.1). In einer ersten Etappe werden die Hochwasserschutzdämme und -mauern beidseits der Aare realisiert, der bestehende Uferschutz zum Schutz der Trinkwasserfassungen und Grundwasserschutzzonen temporär instand gestellt und im Bereich Campagna / Hunzikenbrücke ein neuer Uferlängsverbau errichtet. Gleichzeitig werden ökologische Aufwertungsmassnahmen umgesetzt. In einer zweiten Etappe ab 2036, nach Ende der Konzession der Trinkwasserfassungen, werden die eigendynamischen Aufweitungen beidseits der Aare initialisiert und wo nötig werden schlafende Uferschutzmassnahmen verbaut. Die Wege werden aus dem Aufweitungsperimeter hinausverlegt und eine Besucherinformation und -führung eingerichtet. In einer dritten Etappe werden auf jenen Abschnitten Uferschutzbauwerke erstellt, wo die Erosion die Interventionslinien erreicht.

5.3.1 Hochwasserschutzmassnahmen

Im Abschnitt *Obere Belpau* werden die folgenden Hochwasserschutzmassnahmen vorgeschlagen:

- _ Hochwasserschutzdämme linksufrig (Belp) und rechtsufrig (Münsingen)
- _ Hochwasserschutzmassnahmen auf dem Abschnitt der Badi Münsingen
- _ Hochwasserschutzmassnahmen auf dem Abschnitt des Restaurants Campagna

Hochwasserschutzdamm linksufrig (Belp)

Der linksufrige Hochwasserschutzdamm wird in der ersten Etappe realisiert. Die Achse dieses Schüttdamms soll teilweise dem bestehenden Waldweg entlang führen, siehe Abb. 25. Damit erreicht der Damm eine Länge von ca. 1'400 m.

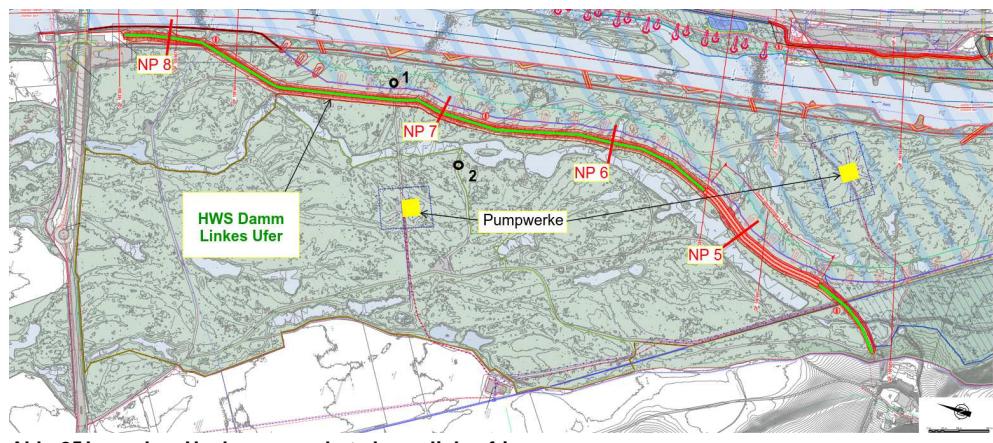


Abb. 25 Lageplan, Hochwasserschutzdamm linksufrig

Grundlagen

Die geologischen Grundlagen wurden dem Geoportal des Kantons Bern [7] entnommen. Die Punkte 1 und 2 auf Abb. 25 zeigen die zwei Sondierungen, die in den Jahren 1978 und 1970 ausgeführt wurden. In der Sondierung 1 ist die Tiefe der Kiesschicht 6.2 m mit 0.2 m Erde als Deckschicht. In der Sondierung 2 beträgt die Kiesschichttiefe 4.55 m, ohne Deckschicht.

Geologie

Gemäss den verfügbaren Daten liegen unter einer mit 0.05 – 0.2 m überwiegend sehr gering mächtigen Humusschicht saubere bis leicht siltige Kiese vor, die über weite Bereiche eine sehr einheitliche Mächtigkeit von ca. 5 bis 6 m aufweisen. Diese Kiese werden von mindestens 15 bis 20 m mächtigen Seetonen respektive Verlandungsbildungen unterlagert. Die Oberkante der genannten Seetone / Verlandungsbildungen verläuft im Projektperimeter auf Kote 512 bis Kote 513 entlang der Aare und auf Kote 513 bis Kote 514 im Bereich des Giessen.

Hydrogeologie und Damm Querprofil

Entlang der Aare ist aufgrund der bisherigen Kenntnisse im Hochwasserfall von einer Infiltration des Oberflächengewässers in das Grundwasser auszugehen. Aus diesem Grund würde der Damm im Hochwasserfall durch die 5 bis 6 m mächtigen Kiese unterströmt. Dies ist auch heute bei den bestehenden Dämmen der Fall – und in Hochwassersituationen gut zu beobachten.

Aufgrund der Vorgaben zum Grundwasserschutz dürfen keine Abdichtungen gegen eine solche Unterströmung unter dem Damm erstellt werden. Deswegen wird der neue Damm an dieser Stelle im Hochwasserfall durch einsickerndes Aarewasser unterströmt werden. Um Auswaschungen zu vermeiden muss die Dammquerschnittsgeometrie entsprechend angepasst werden.

Hochwasserschutzziel

Das Hochwasserschutzziel ist 550 m³/s und entspricht einem HQ₁₀₀. Durch den linksufrigen Hochwasserschutzdamm entlang der Giesse kann der Weiler Vehweid, die Viehweidstrasse und das unterliegende Siedlungsgebiet sowie der Flugplatz Bern - Belp vor einem HQ₁₀₀ geschützt werden. Die Bemessungs- und Extremhochwasserabflüsse sind mit den dazu gehörigen Freiborden in Tab. 11 wiedergegeben.

HQ	Abfluss (m ³ /s)	Freibord (m)
HQ 100	550	0.60
HQ 300	650	0.29
EHQ	750	0.21

Tab. 11 Freibord, Hochwasserschutzdamm linksufrig

Damm Kronenkote

Die Dammhöhe wird anhand der Ergebnisse der hydraulischen Nachweise und der Freibordbedingungen festgelegt.

Damm Normalprofil

Aufgrund des Grundwasserschutzes im linksufrigen Bereich darf keine Dichtungswand im Untergrund errichtet werden. Um die Durchsickerung unter dem Damm ohne eine Dichtungswand auf ein zulässiges Mass zu begrenzen, muss der Querschnitt des Damms mit einer grösseren Aufstandsbreite versehen werden. Der Entwurf des Dammquerschnittes sieht einen dichten Kern vor. Um das Unterströmen zu reduzieren

wird die Kerndichtung zusätzlich durch einen undurchlässigen Teppich auf der Wasserveite ergänzt. Unter dem luftseitigen Teil des Dammkörpers wird ein Drainageteppeich vorgesehen. Diese Drainagezone unter dem Dammkörper kann am Dammfuss an die unterhalb verlaufende Giesse angeschlossen werden.

Die durchschnittliche Dammhöhe beträgt 2.6 m. Die maximale Dammhöhe im Bereich bestehender Giessen misst ca. 4 m. Der typische Dammquerschnitt ist in Abb. 26 dargestellt, wobei eine 5 m breite Dammkrone vorgeschlagen wird.

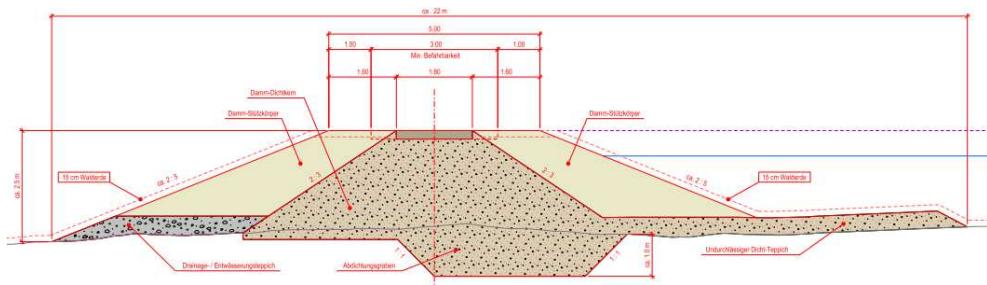


Abb. 26 Typische Dammquerschnitt (Normalprofil NP 7) - Hochwasserschutzbau linksufrig

Wie in Abb. 25 gezeigt, sind abhängig vom Ort entlang der Dammachse vier verschiedene Typen für den Dammquerschnitt vorgesehen. Die Eigenschaften dieser vier Dammquerschnitte sind mit den Bezeichnungen NP 5 bis NP 8 in Tab. 12 dargestellt. Die entsprechenden Damm-Normalprofile sind in Abb. 26 bis Abb. 28 gezeigt.

NP	QP GEWISS-Adresse	Länge Abschnitt (m)	Dammquerschnitt Typ
5	196'385 - 196'585	250	überströmbar
6	196'220	In Giessen	Bereich Giessen
7	195'540 - 196'385	1'000	Normaler Dammquerschnitt
8	195'400 - 195'540	150	mit Uferschutz

Tab. 12 Dammquerschnitt Typen - Hochwasserschutzbau linksufrig

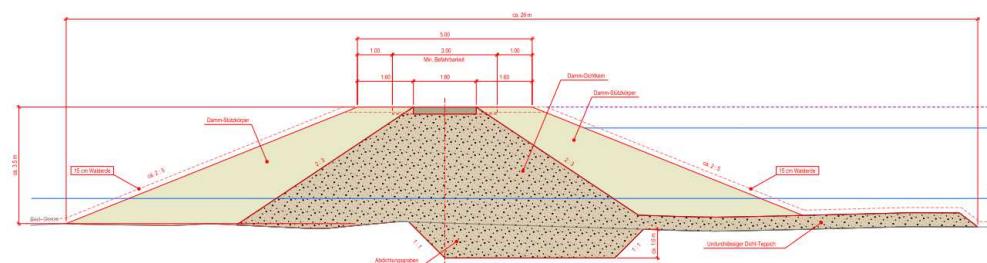


Abb. 27 Hochwasserschutzbau linksufrig im Bereich Giessen (Normalprofil NP 6) - Hochwasserschutzbau linksufrig

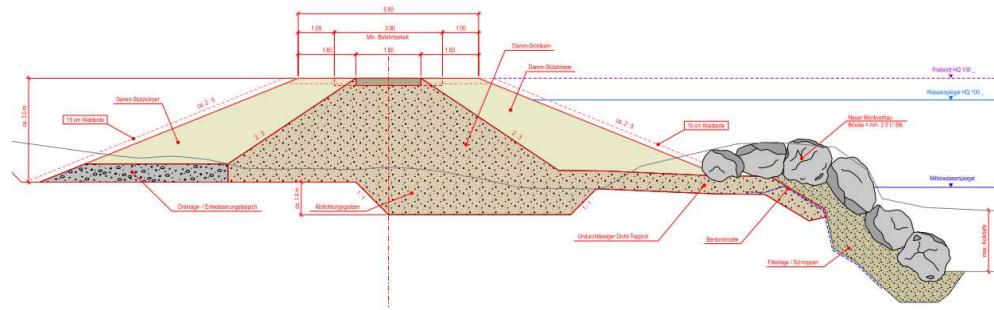


Abb. 28 Dammquerschnitt in Bereich vor der Hunzikenbrücke mit Uferschutz
(Normalprofil NP8) - Hochwasserschutzdamm linksufrig

Überströmbarer Dammquerschnitt

Für den Überlastfall ist ein überströmbarer Dammabschnitt als Überlaufsektion zur Hochwasserentlastung geplant. Die Länge des überströmbarer Abschnitts beträgt ca. 250 m. Der Dammquerschnitt besteht aus einem oberen erodierbaren Dammaufsatzt und einem unteren, gegen das Überströmen befestigten Dammsockel. Der gegen das Überströmen gesicherte Dammsockel verhindert, dass der Damm brechen kann. Die Krone des erodierbaren Dammaufsatzes liegt 0.5 m tiefer als die Krone der angrenzenden, nicht überströmbar Abschnitte. Der erodierbare Dammaufsatzt verhindert ein Überströmen der Überlaufsektion bei einem HQ₁₀₀ infolge Wellenbildung.

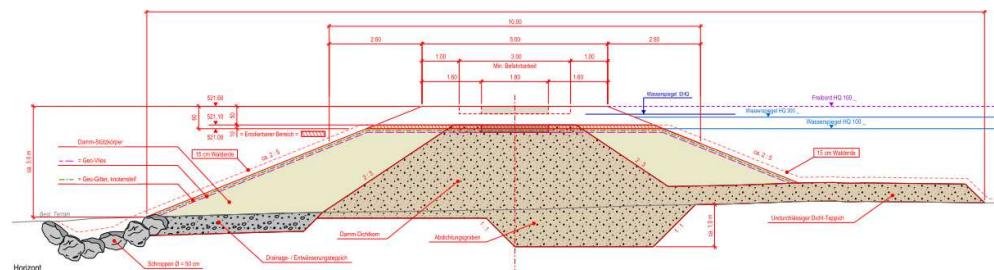


Abb. 29 Überströmbarer Dammquerschnitt (Normalprofil NP 5),
Hochwasserschutzdamm linksufrig

Zwei Varianten für den Erosionsschutz der Überlaufsektion wurden geprüft. Eine mit ausgefüllten Erosionsschutz-Matratten (siehe Abb. 30) und eine mit Geogitter (siehe Abb. 29). Die Lösung mit Geogitter ist im Vergleich zu einer Erosionsschutz-Maträtze deutlich kostengünstiger (siehe Tab. 13).

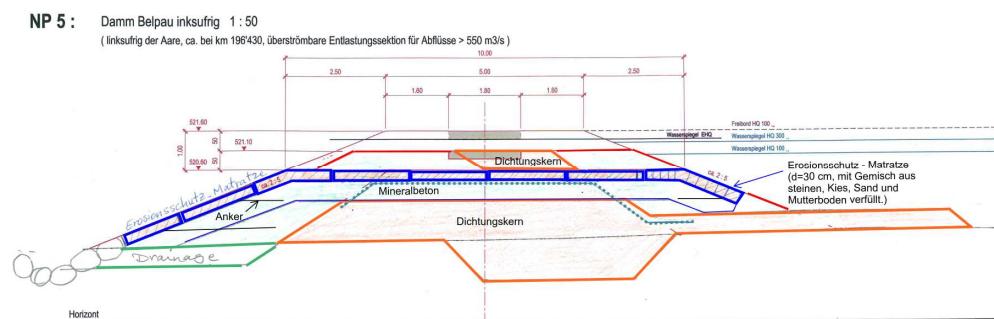


Abb. 30 Skizze überströmbarer Dammquerschnitt, Variante mit
Erosionsschutzmatratze - Hochwasserschutzdamm linksufrig

HWS-Damm links Ufer, Erosionsschutz bei überströmbarer Sektion	Preis [CHF/x]	Menge pro m [x]	Kosten [CHF/m]	Länge [m]	Kosten total
Variante 1 - Erosionsschutz mit Geogitter			300	250	75 000
Knotensteifes biaxiales Geogitter kombiniert mit Vlies für Erdbewehrte Stützkörper, L=20 m	6 CHF/m ²	20.0 m	120		
Extra Bodenabdeckung	5 CHF/m ³	20.0 m	100		
Regie und Baustelleninstallation (ca. 20%)			44		
Kleinn Mengen und nicht enthaltene Pos. (15%)			33		
Variante 2 - Erosionsschutz Matratze			2 250	250	562 500
Gabion - Steinkörbe	140 CHF/m	14.0 m	1 960		
Regie und Baustelleninstallation (ca. 5%)			98		
Kleinn Mengen und nicht enthaltene Pos. (10%)			196		

Tab. 13 Kostenschätzung für zwei Erosionsschutz Varianten, überströmbarer Sektion - Hochwasserschutzbau linksufrig

Hochwasserschutzbau rechtsufrig (Münsingen)

Zwischen der Badi Münsingen und der Autobahnrasse wird rechtsufrig ein Hochwasserschutzbau mit einer mittleren Höhe von 1.0 m, einer Dammkronenbreite von 1.5 m und Böschungsneigungen von 1:2 geplant (siehe Abb. 31), damit die Autobahn A6 und Teile des Siedlungsgebietes gegen das HQ₁₀₀ geschützt sind.

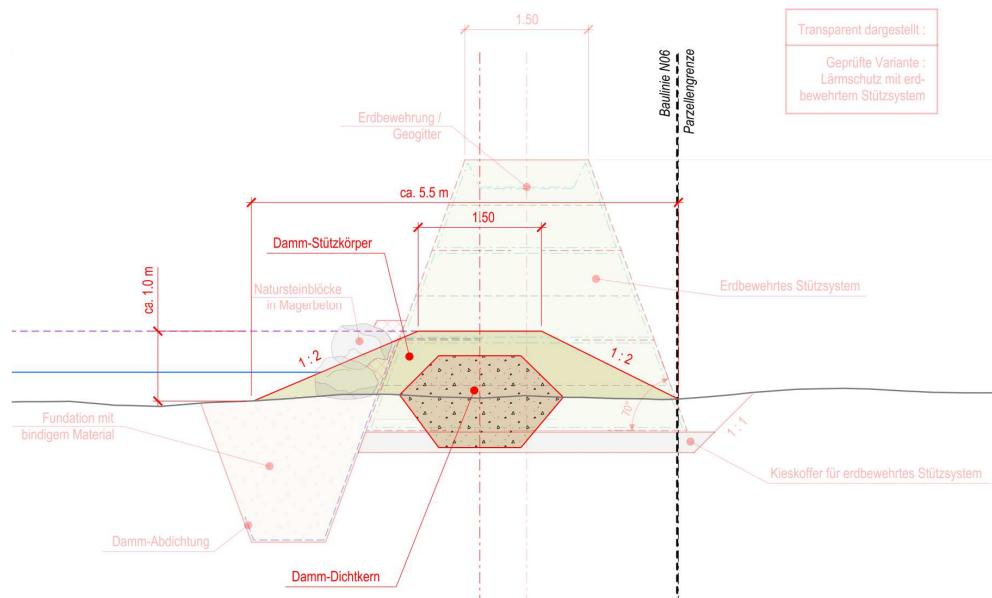


Abb. 31 Normalprofil Hochwasserschutzbau rechtsufrig

Variantenstudium
Lärmschutzbau

Da die Gemeinde Münsingen auf dem Abschnitt zwischen der Badi Münsingen und der Autobahnrasse zusätzlich einen Lärmschutz für die Fußgänger auf dem Wanderweg entlang der Aare angeregt hatte, wurde in einem Variantenstudium ein kombinierter Damm (Hochwasser- und Lärmschutz) geprüft. Die Zusammenfassung des Variantenstudiums ist in Tab. 14 ersichtlich. Die Variante mit einer mittleren Dammhöhe von 3 m und dem beidseitigen erdbewehrten Stützsystem ist in Abb. 31 und auch in den Plänen transparent dargestellt. Durch die Böschungsausbildung mit dem erdbewehrten Stützsystem können Böschungsneigungen von 70° erreicht werden. Mit dieser Lösung kann im Vergleich zu einem konventionellen Erddamm (Böschungsneigungen 1:2) erheblich Platz gespart werden.

Varianten Lärmschutzdamm	Kosten	Gesamtmission ohne LS-Damm	Lärmreduktion durch LS-Damm	Beurteilungspegel	Empfindlichkeitsstufe
Erbbewehrtes Stützsystem einseitig H = 3.0 m	CHF 2'020'000.-	74.1 dBA	10 dBA	64.1 dBA	III
Erbbewehrtes Stützsystem beidseitig H = 3.0 m	CHF 2'170'000.-	74.6 dBA	11 dBA	63.6 dBA	III
Erbbewehrtes Stützsystem einseitig H = 4.0 m	CHF 3'050'000.-	73.8 dBA	13 dBA	60.8 dBA	III
Erbbewehrtes Stützsystem beidseitig H = 4.0 m	CHF 2'830'000.-	74.5 dBA	14.5 dBA	60.0 dBA	II

Tab. 14 Übersicht Variantenstudium Lärmschutzdamm

Im Variantenstudium wurden vier Varianten untersucht. Dabei sind zwei Dämme unterschiedlicher Höhe (3.0 m und 4.0 m) mit einem einseitigen erdbewehrten Stützsystem oder mit einem beidseitigen erdbewehrten Stützsystem ausgebildet. Die Kosten für die Varianten liegen zwischen CHF 2 Mio. und CHF 3 Mio. Mit den ersten drei Varianten kann eine Lärmreduktion von der Empfindlichkeitsstufe IV – Industrie (Immissionsgrenzwert gem. LSV = 70 dBA) in die Empfindlichkeitsstufe III – Wohnen/Gewerbe (Immissionsgrenzwert gem. LSV = 65 dBA) erreicht werden. Um in die Empfindlichkeitsstufe II – Wohnen (Immissionsgrenzwert gem. LSV = 60 dBA) zu gelangen, müsste die unterste Dammvariante in Tab. 14 umgesetzt werden. Die Empfindlichkeitsstufe I – Erholung kann mit keiner der Varianten erreicht werden.

Die Vertreter der Gemeinde Münsingen in der Begleitgruppe haben das Variantenstudium geprüft. Sie sind zum Schluss gekommen, auf einen zusätzlichen Lärmschutz verzichten zu wollen. Die Gründe dafür sind die relativ hohen Baukosten und eine mögliche Reflexion des Lärms auf die Gegenseite der Autobahn. Dadurch kann eine stärkere Lärmbelastung für die Anwohner im angrenzenden Gebiet resultieren.

Hochwasserschutzdamm
Autobahnrasstation (Münsingen)

Im Bereich der Autobahnrasstation Münsingen wird der vorgesehene Hochwasserschutzdamm ca. 390 m lang und liegt zwischen 0.2 bis 1.5 m über dem bestehenden Terrain (Abb. 32).

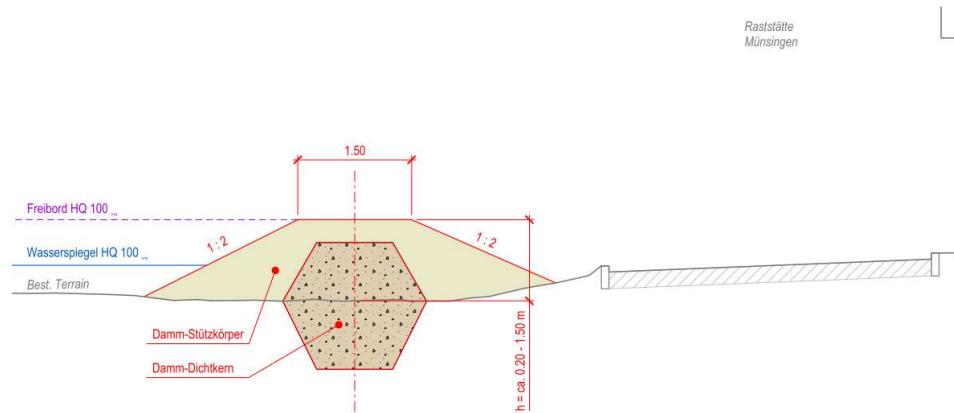


Abb. 32 Normalprofil Hochwasserschutzdamm Autobahnrasstation Münsingen rechtsufrig

Hochwasserschutzmassnahmen
Badi Münsingen

Für den Abschnitt der Badi Münsingen wird von einem Schutzziel HQ₁₀₀ ausgegangen als Teil des Flächenschutzes. Entlang des Schwimmbeckens sind z.B. eine Erhöhung der Betonbordüre, ein dichtes Glasgeländer oder Stahlblechelemente auf die Freibordkote 523.9 m ü. M. als Hochwasserschutzmassnahme geeignet.

Im Bereich der Treppe zur Aare sind allenfalls mobile Massnahmen vorzusehen, um den Zugang zur Aare ohne das Übersteigen einer Schwelle zu gewährleisten, z.B. Dammbalkensystem.

Im nördlichen Teil der Badi ist eine Geländemodellierung (Geländeerhöhung 70 – 80 cm) vorgesehen um Überflutungen der Badi infolge Rückstau aus der Aare zu verhindern (Abb. 34).



Abb. 33 Schematische Darstellung der erforderlichen Hochwasserschutzmassnahmen (Google Street View).

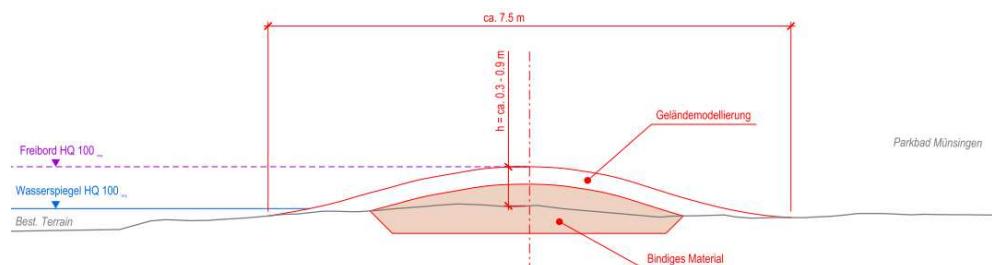


Abb. 34 Normalprofil Geländemodellierung Badi Münsingen.

Hochwasserschutzmassnahmen
Restaurant Campagna

Der Abschnitt beim Restaurant Campagna, beim Gästehaus und beim ehemaligen Zollhaus kann als Teil des Flächenschutzes durch aareseitige Hochwasserschutzmassnahmen geschützt werden. Die geplante Ufermauer wird oberwasserseitig an den Hochwasserschutzdamm angeschlossen (siehe Abb. 35). Dadurch sind künftig im Bereich der Hunzikenbrücke keine Wasseraustritte ins Hinterland mehr möglich. Um den Hochwasserschutz bei HQ₁₀₀ und ein genügendes Freibord sicherzustellen muss beim Restaurant Campagna die Ufermauer eine Höhe von 0.9 m ab Terrassenhöhe erreichen. Im Bereich des Gästehauses beträgt die geforderte Höhe ab Terrain 1.3 m. Die Gestaltung der Hochwasserschutzmassnahmen wird in Rücksprache mit dem Eigentümer festgelegt. Bei ersten Gesprächen wurde die Höhe von 0.9 m im Bereich der Terrasse als zu hoch beurteilt. In der nächsten Projektphase ist zu prüfen, ob mobile Elemente zum Einsatz kommen können und was deren Auswirkungen auf die Gefahrenkarte im Hinterland sind.

Für den festen Teil kommen folgende Gestaltungen in Betracht:

Hochwasserschutzmauer aus Beton oder Natursteinen, Pflanztröge, eine Glaswand oder eine Kombination von diesen.

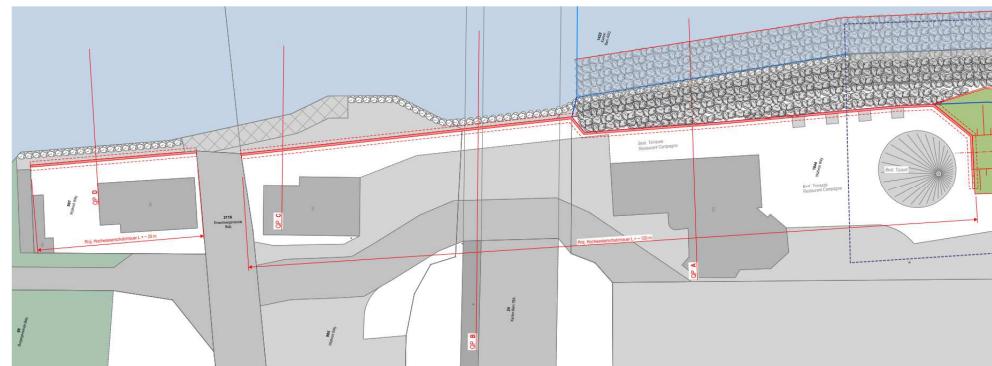


Abb. 35 Situation Hochwasserschutzmassnahmen Restaurant Campagna

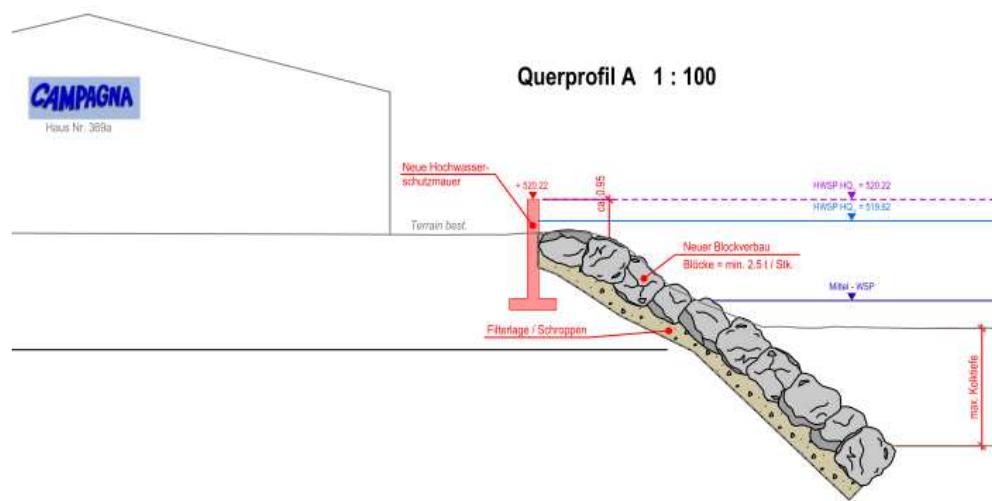


Abb. 36 Querprofil A Hochwasserschutzmauer Restaurant Campagna

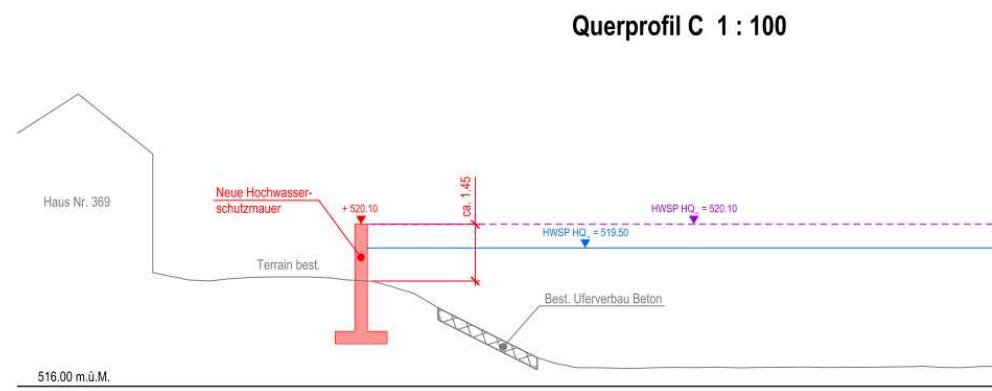


Abb. 37 Querprofil C Hochwasserschutzmauer Gästehaus

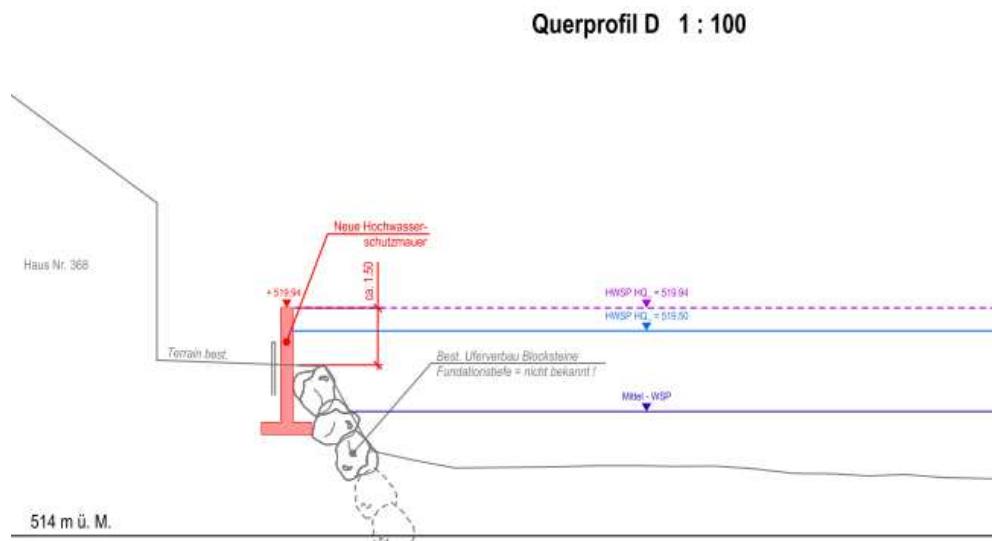


Abb. 38 Querprofil D Hochwasserschutzmauer Zollhaus

5.3.2 Uferschutzmassnahmen

Uferschutzmassnahmen und Strukturierung

Die geplanten Uferschutzmassnahmen werden nachfolgend erläutert. Die Massnahmen wurden so gewählt / ausgestaltet, dass neue Ufersicherungen immer auch der Strukturierung der Ufer und der ufernahen Sohle dienen.

Kolktiefen

Die aufgrund der Breite einer Aufweitung geschätzten Kolktiefen (4.0 bis 7.0 m unter der mittleren Sohlenlage) sind massgebend für die Wahl des Uferschutz-Bautyps:

- Bei Sohlenbreiten bis 80 m ist entsprechend tief fundierter Längsverbau möglich.
- Bei Sohlenbreiten > 80 m kommen aufgrund der zu erwartenden sehr grossen Kolktiefen als Uferschutzbauwerke einzig Blocksteinbuhnen in Frage, welche ein Nachsinken des Buhnenkopfs in den Kolk zulassen, ohne zu kollabieren.
- Durch das Nachsinken des Buhnenkopfes sowie dem Einbringen von zusätzlichen Blöcken falls notwendig, bleibt die Uferschutzfunktion der Buhnen erhalten.
- Durch die flexible Gestaltung der Buhnen müssen diese nicht auf die maximale Kolktiefe dimensioniert werden und es können somit gegenüber einem Längsverbau Kosten eingespart werden.
- Zum Vergleich: ein ungenügend fundierter Blocksteinlängsverbau kann bei Unterspülung schlagartig kollabieren (plötzliches Versagen). Aufgrund dieses Risikos muss ein Längsverbau auf die maximale Kolktiefe dimensioniert werden (wie erwähnt bis zu 7 m unter der mittleren Sohlenlage). Dadurch wird ein Längsverbau bei Sohlenbreiten > 80 m als weniger wirtschaftlich erachtet.

Sohlenlage der Aufweitung

Die sich ergebende mittlere Sohlenlage der Aufweitung ist massgebend für die Einbauhöhe von Uferschutzbauten:

- konservative Annahme: Langfristige Lage auf heutigem Niveau Sohle (Berücksichtigung einer fortlaufenden Erosionstendenz)

Uferschutz temporär (1. Etappe)

Temporärer Uferschutz: In der ersten Etappe wird das bestehende Ufer im Bereich der Grundwasserschutzzonen der Trinkwasserfassungen wo notwendig durch temporäre Uferschutzmassnahmen bis zum Ende der Konzession 2036 geschützt. Die

zum Einsatz kommenden Ingenieurbiologischen Massnahmen sind den Normalien zu entnehmen und umfassen grosse holzige Bauweisen wie Baumbuhnen, Wurzelstammuhnen (ELJs) und Raubäume, welche in Sohle und Böschung verankert und mit Blocksteinen gegen Auftrieb geschützt werden. In der zweiten Etappe werden diese Bautypen hintergraben (Initialisierung), wodurch sie als verankerte Totholzelemente in der Aufweitung erhalten bleiben (wichtige Funktion als Schlüsselhölzer bzw. morphologische „Entwicklungshelfer“ und Schwemmholtfänger). Zusätzlich kommen als temporärer Uferschutz „schlafende Raubäume“ in Frage. Diese sind rückwärtig mit Seilen verankert und legen sich im Falle übermässiger Seitenerosion schützend vor das Ufer und sind gegen ein Abschwemmen gesichert. Diese kostengünstigen Massnahmen helfen, die Bereiche zwischen den massiveren ingenieurbiologischen Einbauten zu sichern. Insgesamt können diese strukturreichen Massnahmen bereits in der Etappe 1 zu einer ökologischen Aufwertung im Uferbereich führen.

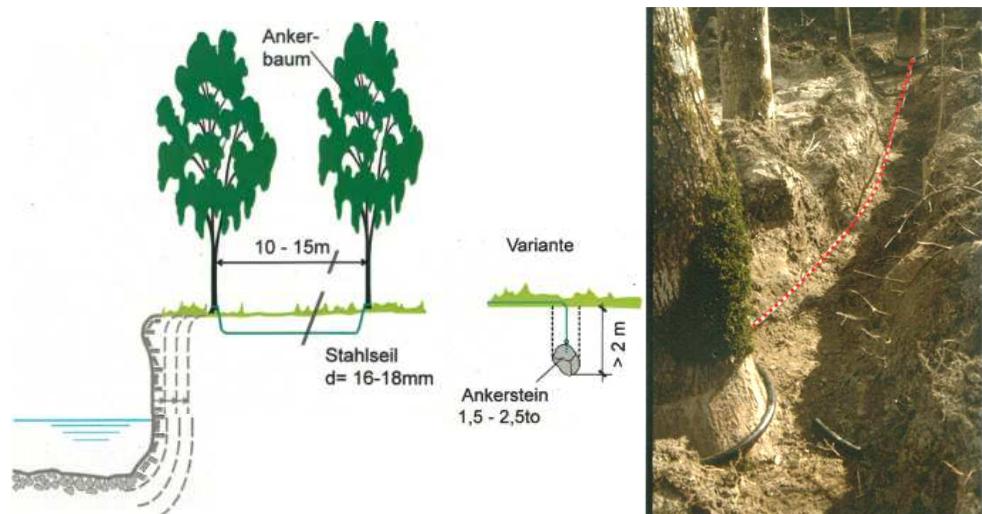


Abb. 39 Schema: **Schlafender Raubaum** (naturahe Ufersicherung im Waldgebiet [22])

Instandstellung bestehender Uferschutz (1. Etappe)

Instandstellung / Neubau Uferschutz: Unterhalb der Aufweitung bis zur Hunzikenbrücke bleibt die heutige Breite der Aare langfristig erhalten. Die alten Ufersicherungen (Buhnen rechts, Blockstein- und Betonverbau links) sind teilweise unterspült und/oder beschädigt. Dieser Bereich wird durch neuen Blockstein-längsverbau gesichert. Der zum Einsatz kommende Blocksteinlängsverbau ist den Normalien zu entnehmen.

Vordimensionierung des Längsverbaus:

- _ Blockgrösse: mind. 2.5 t (inkl. Sicherheit)
- _ Fundierung des Verbaus auf 3.5 m unter mittlere Sohlenlage

Schlafender Uferverbau (2. Etappe)

Schlafender Uferverbau: Am unteren Ende des Aufweitungsperimeters muss das verbreiterte Gerinne wieder auf die bestehende Flussbreite zurückgeführt werden. Im Bereich dieser Verengung ist auf Belper Seite schlafender Uferverbau vorgesehen: Der engere Teil (Sohlenbreite < 80 m) wird dabei als Blocksteinlängsverbau errichtet, der in Fliessrichtung nahtlos an den neuen Längsverbau anschliesst. Der breitere Teil der

Verengung (Sohlenbreite > 80 m) wird in Form von 3 schlafenden Buhnen erstellt (Typ Blocksteinbuhne: vgl. Abschnitt Uferschutz bei Interventionslinien sowie Normalien).

Uferschutz bei Bedarf entlang Interventionslinie (3. Etappe)

Uferschutz entlang der Interventionslinie: Reicht die Erosion bis an die letzte Beurteilungslinie, sind auf dem betroffenen Abschnitt aufgrund der erwarteten Kolkiefen und den damit verbundenen höheren Kosten für einen Längsverbau (vgl. Abschnitt Kolkiefen) Blocksteinbuhnen zu realisieren. Das umgehend einzuberufende Begleitgremium legt vor Ort Anzahl, Lage und Dichte (ggf. Berücksichtigung von Querströmungen) der Buhnen fest. Zu realisierendes Mindestmaß: Die zu erstellende Buhnenstrecke überragt die Erosionsstrecke jeweils um eine Buhne oberhalb und eine Buhne unterhalb. Der zum Einsatz kommende Blocksteinbuhnen-Typ ist den Normalien zu entnehmen.

Vordimensionierung der Buhnen:

- Länge: ca. 20 m
- Blockgrösse: 2.5 - 5 t (inkl. Sicherheit)
- Buhnenabstand: max. 50 m (ggf. enger, wo sich Querströmungen ausbilden)
- Fundierung auf mind. 2 m unter mittlerer Sohlenlage Aufweitung, je nach Sohlenbreite und beobachteter Kolkentwicklung.
- Für das Nachsinken ist ein genügend grosses Block-„Depot“ im Bereich des Buhnenkopfs vorzusehen

Zeithorizont /
Erosionsgeschwindigkeit

Die Erosionsgeschwindigkeit bestimmt den Zeithorizont der Erstellung von Uferschutzmassnahmen der 3. Etappe. Aufgrund des Erosionswiderstands der Vegetation (Waldbereich) verzögert sich die Erosionsgeschwindigkeit.

Grobe Schätzung für die Erosionsgeschwindigkeit:

- für unbestockte Abschnitte *durchschnittlich* 1.5 m pro Jahr
- für bewaldete Abschnitte *durchschnittlich* 0.5 m pro Jahr
- Im Mittel ca. 1.0 m pro Jahr (V_e mittel)

Für die Aufweitung im Projektperimeter Belpau (Mix aus bestockten und offenen Flächen, V_e mittel) sind die Annahmen in Abb. 40 grafisch dargestellt.

- Möglicherweise sind zum Schutz der Interventionslinien bereits vor der 1. Etappe weitere Uferschutzmassnahmen notwendig (Sofortmassnahmen, vgl. Hunzigenau, [23]).
- innerhalb der ersten 40 Jahre nach Initialisierung werden die wesentlichen Uferschutzmassnahmen entlang von „Engstellen“ umgesetzt (bis 40 m Distanz von der heutigen Uferlinie, vgl. kurz- und mittelfristige Massnahmen)
- in den folgenden 40 Jahren nach Initialisierung werden punktuell Massnahmen bei Erreichen der weiter aussen liegenden Interventionslinien nötig.
- Insbesondere weit aussen bzw. abseits vom Fliessgeschehen liegende Interventionslinien werden u.U. nie von der Erosion erreicht

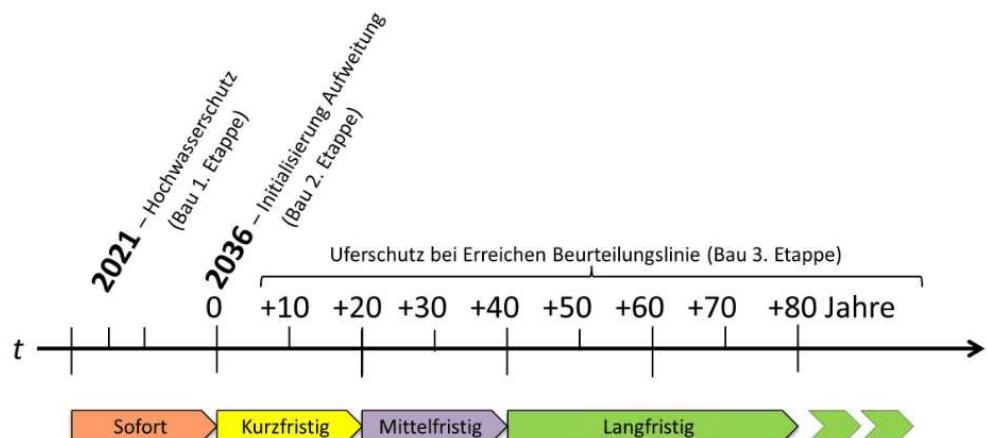


Abb. 40 Annahmen zum Zeithorizont mit zeitlich gestaffelter Ausführung von Uferschutzmassnahmen (Sofortmassnahmen bis langfristige Massnahmen)

5.3.3 Initialmassnahmen

Initialmassnahmen

Die eigendynamischen Aufweitungen werden in der 2. Etappe durch den Rückbau der bestehenden Uferschutzmassnahmen und mithilfe von Uferanrisse eingeleitet.

5.3.4 Ökologische Aufwertungsmassnahmen

Kleinstrukturen für Amphibien und Reptilien

In der 1. Etappe werden ausserhalb der zukünftigen dynamischen Auenbereiche Massnahmen für Amphibien und Reptilien erstellt. Zusätzliche Amphibienteiche und Kleinstrukturen bieten Ersatzlebensräume für Stillgewässer, die durch bauliche Hochwasserschutzmassnahmen und die zukünftig eigendynamische Verbreiterung der Aare verloren gehen und fungieren als Trittsteinbiotope entlang dem Belpberg auf der linken Aaresseite und zwischen Aare und Autobahn auf der rechten Uferseite. Gehölz- und Heckenstrukturen grenzen die Teiche von den Naherholungsinfrastrukturen ab und bieten Vögeln und Reptilien Unterschlupf sowie ein vielfältiges Nahrungsangebot.

Biber als Wasserbauer

Mit der Umwandlung des Gebietes westlich der Hauptgiesse in einen Mittelwald haben die Strukturvielfalt und das ökologische Potenzial auf dieser Fläche zugenommen. Im Rahmen der Bewirtschaftung des Mittelwaldes werden auch immer wieder kleinere Aufwertungsmassnahmen für Amphibien und Reptilien umgesetzt.

Mit der gewählten Projektvariante werden das Gebiet des Mittelwaldes und die Hauptgiesse nicht wieder an die Dynamik der Aare angebunden. Hingegen bringen die regen Biberaktivitäten in und um die Hauptgiesse bereits heute eine gewisse Dynamik ins System. Dem Biber soll hier auch in Zukunft ausreichend Raum zur Verfügung gestellt werden, damit er das Gebiet nach seinen Bedürfnissen gestalten kann. Von den landschaftsgestalterische Tätigkeiten des Nagers können viele seiner typischen Begleitarten enorm profitieren: Amphibien, Reptilien, Fische, Wasservögel, Libellen und andere Insekten sowie verschiedene Pflanzen und Pilze.

Natürliche Auendynamik

Ab der 2. Etappe ab 2036 ermöglicht die Entfernung der bestehenden Uferverbauungen der Aare durch Seitenerosion ihr Gerinne eigendynamisch zu verbreitern. Durch die Gewährleistung einer möglichst grossen Dynamik bis hin zu einer definierten Interventionslinie werden vielfältige Lebensräume zu Wasser und zu Land geschaffen, mit einer diversen, auentypischen Flora und Fauna. Insgesamt rund

30 ha Waldfläche werden beidseitig der Aare einer natürlichen Auendynamik überlassen.

Die von den Gerinneverbreiterungen betroffenen Flächen sind heute mehrheitlich Waldareal. Die bestockte Fläche des heutigen Nutzwaldes wird mittel- bis langfristig deutlich abnehmen. Die neue initialisierte Dynamik des Flusses schafft dafür wieder Raum für Pionierstandorte und standortgerechte Waldvegetation, z.B. die heute seltenen aber ursprünglich weit verbreiteten Weichholzauen.

5.3.5 Besucherinformation und -führung / Erholungsnutzung

Besucherinformation und –führung / Erholungsnutzung

Im Projektperimeter sind verschiedene Massnahmen zur Besucherinformation und –führung BIF vorgesehen. Die Erholungsnutzung ist nicht eingeschränkt und es besteht kein Betretungsverbot. Grundsätzlich sollen im ganzen Perimeter keine neuen Aufenthaltsorte geschaffen werden. Die Überflutungsfläche soll der Dynamik überlassen werden. Die BIF-Massnahmen lassen sich in zwei Bereiche, Süd und Nord einteilen.

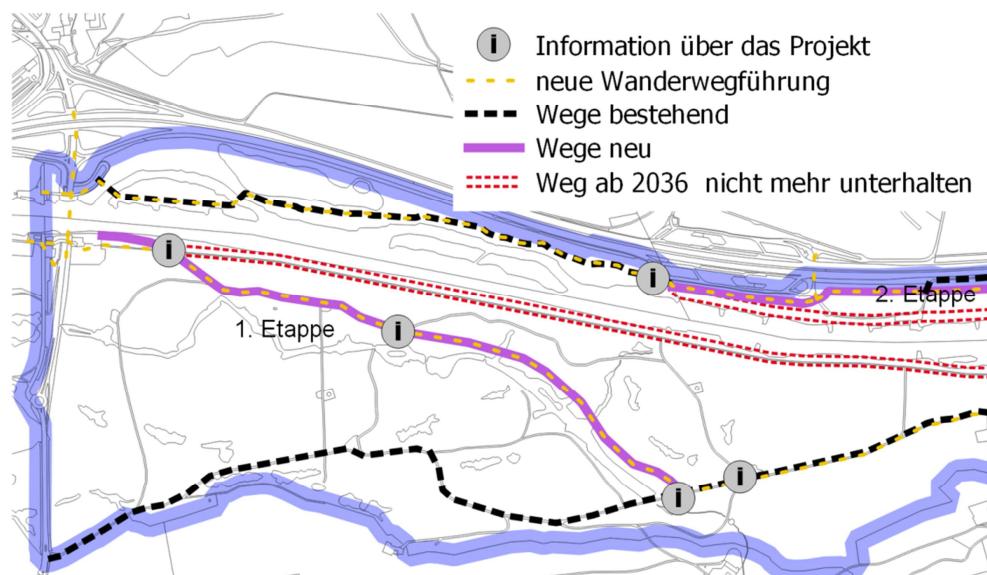


Abb. 41 BIF Nord – Hunzikenbrücke ab 2036

Am nördlichen Ende des Perimeters am linken Ufer, beim Restaurant Campagna, wird der offizielle Weg ab der 1. Etappe über den Damm führen. Aufgrund der Zugänglichkeit ist davon auszugehen, dass sich viele Naherholende von diesem Punkt aus in das Gebiet begeben. Der Zugang zur neuen Wegführung wird durch einen Informationspunkt gekennzeichnet. Hier kann sowohl auf die ökologische Bedeutung der Aufweitungsmassnahmen, aber auch auf Verhaltensregeln in der Natur hingewiesen werden. An dieser Stelle ist ebenfalls eine angepasste Wanderrouten-Signalisation notwendig. Eine gute Abfallversorgung an dieser Stelle soll das Littering reduzieren.

Im mittleren Teil des BIF Plans Nord ist ein weiterer Informationspunkt gekennzeichnet. Hier braucht es eine Wanderrouten-Signalisation für die Besucherlenkung. Der an dieser Stelle abzweigende Forstweg wird nicht mehr unterhalten und ab der 2. bzw. 3.

Etappe zu einer Sackgasse werden. Der Bereich entlang dieses Forstwegs verfügt aber auch über einiges Potenzial als Aufenthaltsort.

Am rechten Aareufer ist nördlich der Autobahnrasstation ein Informationspunkt vorgesehen. An dieser Stelle zweigt der ehemalige vom neuen Fussweg ab, entsprechend braucht es eine Wanderoutes-Signalisation.

Informationspunkte mit Hinweisen bezüglich der ökologischen Bedeutung der Aufweitungsmassnahmen, aber auch bezüglich Verhaltensregeln in der Natur sind ausserdem bei den Zugängen auf beiden Seiten der Schützenfahrbrücke geplant (vgl. BIF Süd).

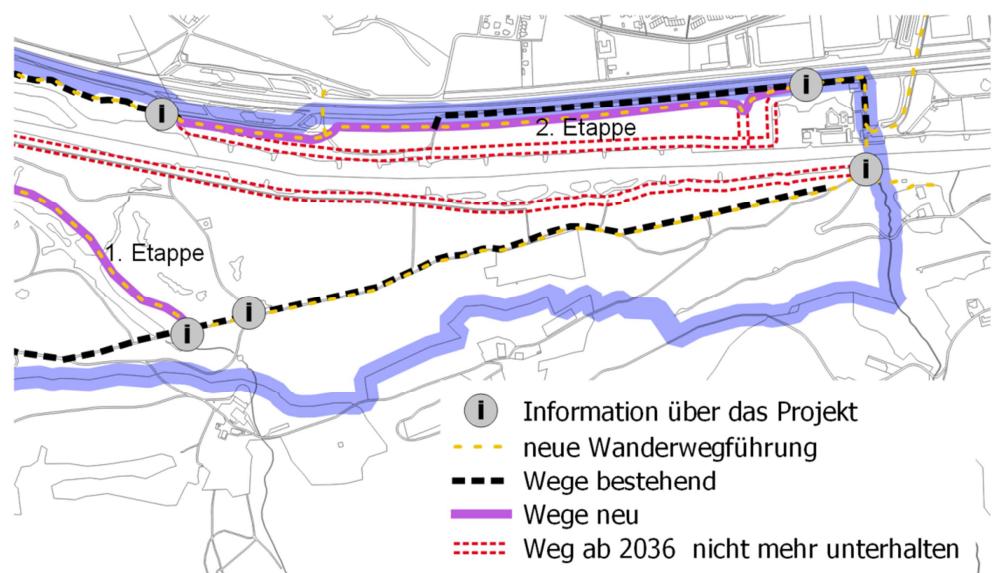


Abb. 42 BIF Süd – Schützenfahrbücke ab 2036

Aarebad Badi Münsingen

Die Badi Münsingen möchte den Zugang zur Aare für die Badenden attraktiver gestalten. Dazu wird flussabwärts der Badi in 2. Etappe der bestehende Uferverbau aus Beton rückgebaut. Mit einem Initialisierungsanriss wird eine strömungsberuhigte Zone mit flachem Ufer geschaffen. Die Aufweitung wird danach von der Aare eigendynamisch gestaltet und schafft so neue Möglichkeiten fürs Aarebaden.

5.3.6 Infrastruktur

Wege

Im Projektperimeter werden je nach Nutzungsanspruch drei Wegtypen unterschieden. Es folgt die Beschreibung der Typen mit Normalprofil sowie Laufmeter von bestehenden und neuen Wegen pro Typ.

Bestehende Wege, die dem neuen Fusswegnetz zugerechnet werden, können auch breiter als 1.8 m sein.

Fussweg, Breite 1.8 m:

Bestehend: 1'206 m (auch 3 m)

Neu: 2'383 m

Total: 3'589 m

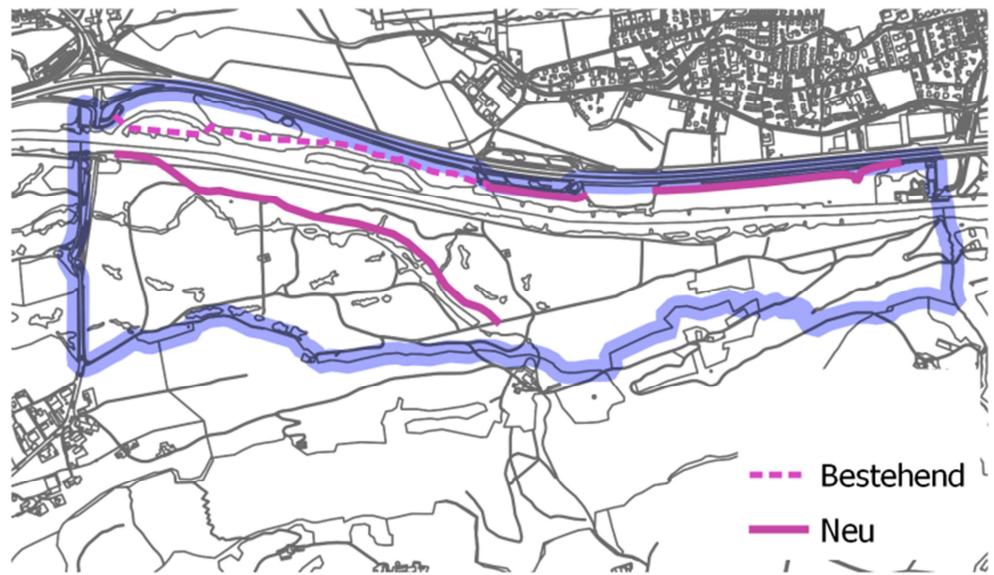


Abb. 43 Wegführung Fussweg linkes Ufer 1. Etappe, rechtes Ufer 2. Etappe

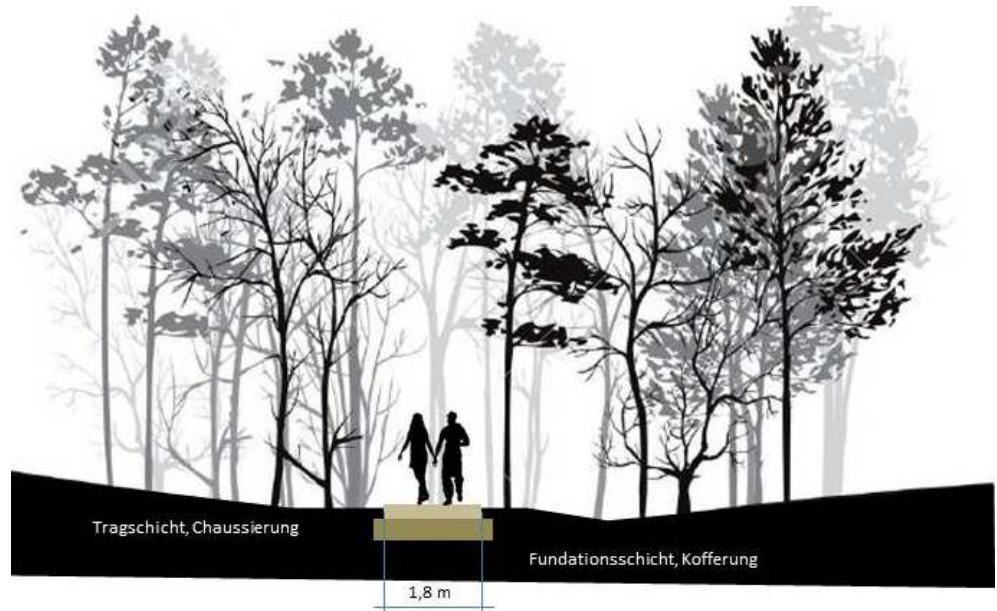


Abb. 44 Normalprofil Fussweg

Wege mit einer Breite von 1.8 m werden nur von Fussgängern genutzt. Die Wegbreite ist auf barrierefreien Verkehr ausgelegt, die ein Wenden mit Rollstühlen ermöglicht. Die Wanderwege im Projektperimeter verlaufen so weit wie möglich auf den vom Reit- und Veloverkehr getrennten, 1.8 m breiten Wegen. Aufgrund des nicht mehr unterhaltenen Uferwegs am Westufer muss die Wanderwegroute in der südlichen Hälfte des Perimeters gegen Westen in der zweiten Etappe auf die bestehende Veloroute zurückverlegt werden. Am Ostufer, hinter der Badi Münsingen und auf dem neuen Uferweg-Teilstück südlich der Autobahnrasstätte, verläuft die Wanderwegroute auf Abschnitten, die auch vom Reitverkehr benützt werden dürfen. Bestehende Wege, die nicht mehr im Wegnetz vorgesehen sind, werden nicht zurückgebaut und können als Trampelpfade weiterbenutzt werden solange keine Gefährdungslage vorliegt. Der

Unterhalt auf diesen Wegstücken wird eingestellt. Betroffen davon sind der Uferweg am Westufer über die ganze Länge des Perimeters sowie der Uferweg am Ostufer in der südlichen Hälfte des Perimeters (Badi bis Autobahnrasstation Münsingen). Im Plan nicht behandelte Wege sind Forstunterhaltsstrassen, die weiter betrieben werden.

Fuss- und Reitweg, Breite 3.0 m:

Bestehend: 973 m

Neu: 228 m

Total: 1'201 m

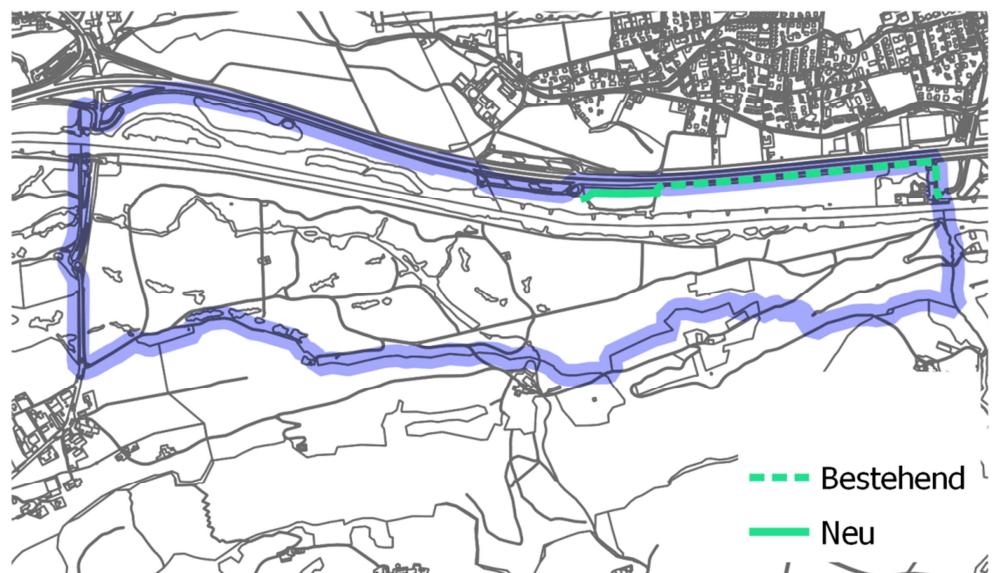


Abb. 45 Wegführung Fahrradweg inkl. Pferd

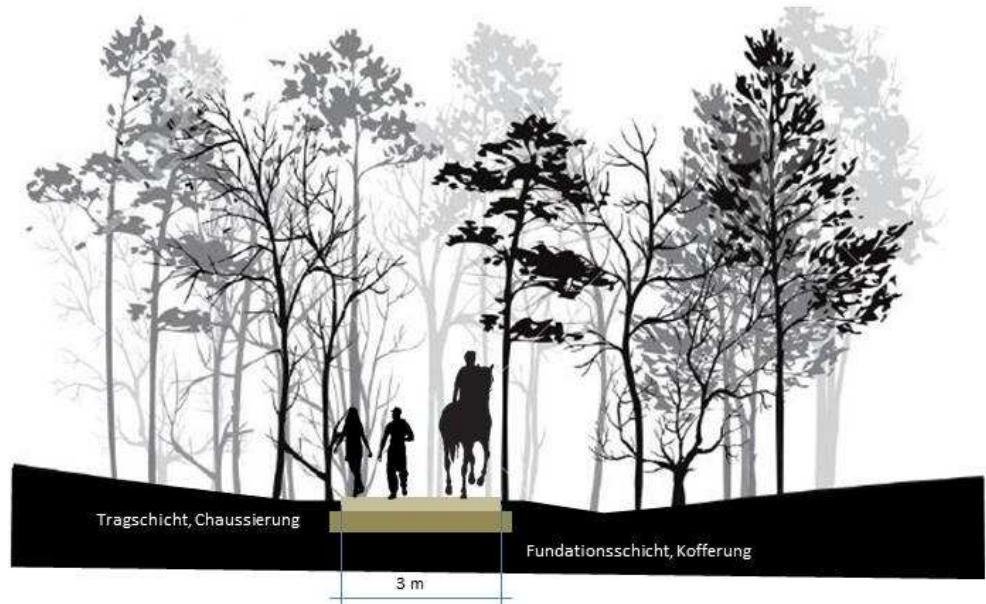


Abb. 46 Normalprofil Fahrradweg inkl. Pferd

Das Wegnetz der 3 m breiten Wege ist auf den gemeinsamen Fuss- und Reitverkehr ausgelegt. Dabei werden auf verschiedenen Teilstücken die Nutzungen anders gewichtet.

Hinter der Badi Münsingen und auf dem neuen Wegstück südlich der Autobahnrasstation verlaufen die Wanderoute und der Reitweg auf demselben Trassee. Entsprechend müssen die Verkehrsteilnehmer aufeinander Rücksicht nehmen. Diese beiden Abschnitte sind ev. besonders zu signalisieren. Der Zugang zum Wasser sollte im Abschnitt südlich der Autobahnrasstation für die Pferde auch im Endzustand der Aufweitung gewährleistet sein.

Zwischen den beiden Teilstücken verlaufen der Fussweg westlich und der Reitweg östlich des neuen HWS-Damms. Der Reitweg ist bereits als 3 m breite Unterhaltsstrasse ausgebaut, wird im technischen Bericht deshalb nicht als separates Wegtyp aufgeführt.

Fahrrad- und Fussweg, Breite 4.0 m:

Bestehend: 2'720 m

Neu: 0 m

Total: 2'720 m

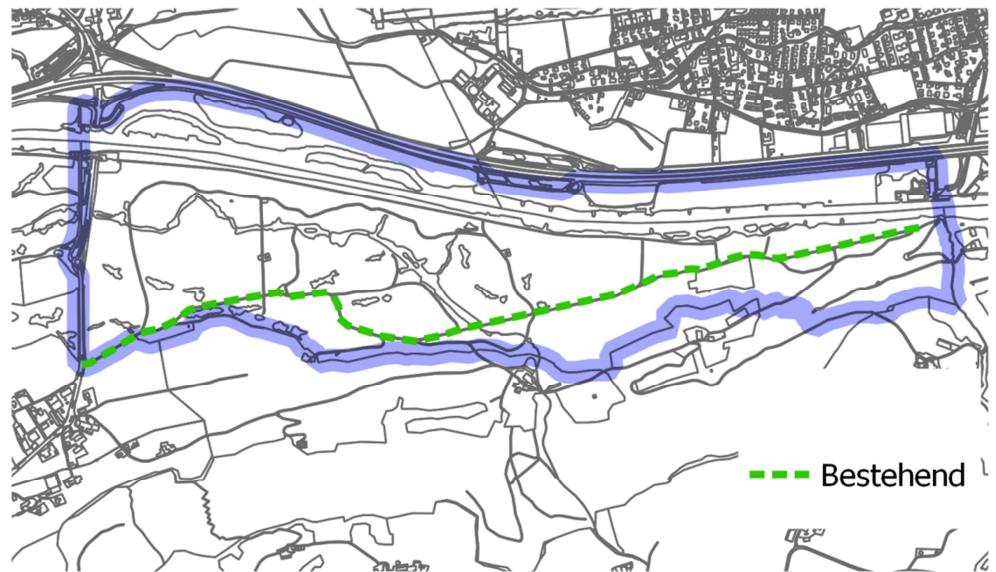


Abb. 47 Wegführung Fahrrad- und Fussweg inkl. Pferd

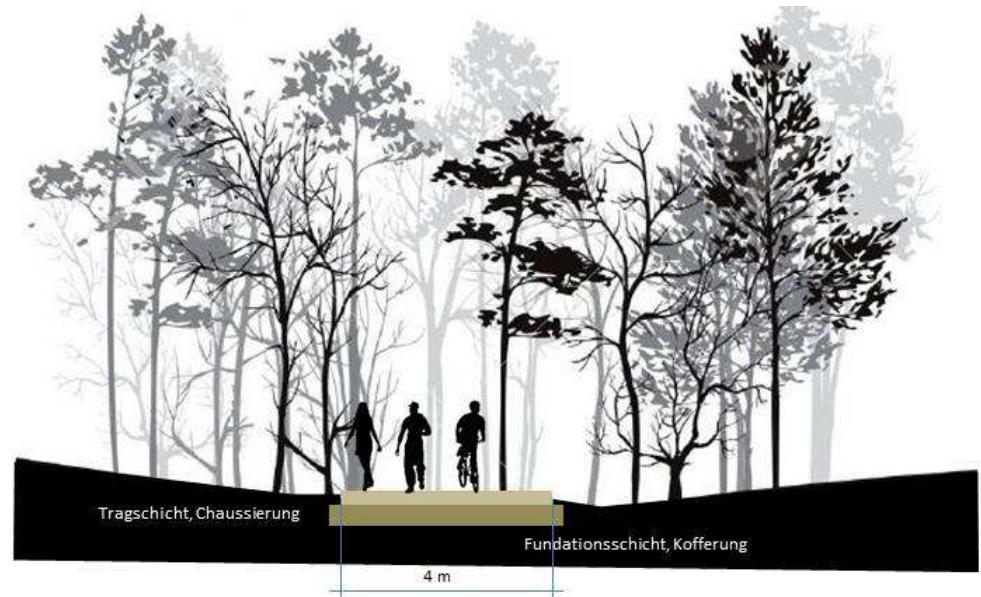


Abb. 48 Normalprofil Fahrrad- und Fussweg inkl. Pferd

Fuss- und Fahrradverkehr führende Wege werden an Stellen eingesetzt, wo aus Platzgründen keine Trennung möglich ist. Von der Schützenfahrbrücke bis ans nördliche Ende des Perimeters verläuft die Velohauptroute 8.03 Spiez - Bern. Der Abschnitt von der Schützenfahrbrücke bis zur Abzweigung des Fusswegs am neuen HWS-Damm im Bereich der Giesse zeichnet sich dementsprechend durch eine hohe Nutzungsintensität aus. Die Strecke verläuft zu grossen Teilen geradeaus. In den Kurven sollte mittels Signalisation auf die gemeinsame Nutzung, bzw. Vorsichtiges Fahren, hingewiesen werden.

Nördlich der Abzweigung nimmt die Nutzungsintensität wieder ab, der Weg bleibt jedoch für Velo- und Fussverkehr nutzbar. Zusätzliche Signalisation ist im nördlichen Bereich des Fuss- und Velowegs nicht notwendig.

Trinkwasserfassungen WVRB

Die Trinkwasserfassungen des WVRB können dank der etappierten Realisierung der Massnahmen bis zu deren Konzessionsende 2036 weiterbetrieben werden. Die Grundwasserschutzzonen werden bis dann durch temporäre Instandstellung der Uferschutzmassnahmen geschützt. Der linksseitige Hochwasserschutzdamm führt jedoch durch die Grundwasserschutzzone S2 der Trinkwasserfassung. Welche Auswirkungen sich dadurch auf die Trinkwasserfassung ergeben, wird im weiteren Projektverlauf durch die Kellerhals + Haefeli AG beurteilt. Die Trinkwasserfassung muss allenfalls während der Bauzeit des Hochwasserschutzdamms temporär ausser Betrieb genommen werden. Die Trinkwasserfassung und zugehörige Trinkwasserleitungen werden in zweiter Etappe nach Konzessionsende 2036 durch den WVRB rückgebaut.

Aaretalleitung WVRB

Die bestehende Aaretalleitung des WVRB wird durch Beurteilungs- und Interventionslinien vor Erosion geschützt. Durch den WVRB ist der Bau einer 2. Aaretalleitung geplant. Deren Linienführung ist zurzeit noch nicht bekannt, kann jedoch im weiteren Projektverlauf eventuell berücksichtigt werden.

Trinkwasserfassung Restaurant Campagna

Der linksseitige Hochwasserschutzbau führt durch die Grundwasserschutzzone der Trinkwasserfassung Restaurant Campagna. Welche Auswirkungen sich dadurch auf die Trinkwasserfassung ergeben, wird im weiteren Projektverlauf durch die Kellerhals + Haefeli AG beurteilt. Voraussichtlich muss auch die Trinkwasserfassung des Restaurant Campagna während der Bauzeit des Hochwasserschutzbauwerks temporär ausser Betrieb genommen werden.

Elektroleitung

Die bestehende Elektroleitung rechtsufrig im Bereich der Autobahnrasstätte wird aus dem Aufweitungsperimeter hinausverlegt.

ARA-Einleitung

Die bestehende Auslaufleitung der ARA Münsingen mündet momentan beim oberen Seitenarm der Hunzigenau ein. Aufgrund der variablen Sohle und Ufer der Aare in diesem Bereich muss eine langfristige Lösung für eine Einleitstelle dieser Leitung gefunden werden. Da die Aare ab der Hunzikenbrücke wieder einen einheitlichen Abflussquerschnitt und eine stabile Sohlenlage hat, bietet sich der Bereich direkt oberhalb der Hunzikenbrücke für einen möglichen Einlauf an. Im Wasserbauplan Obere Belpau wird dazu ein Freihaltebereich (siehe Abb. 49) ausgeschieden. Die Anpassung der Leitung ist Sache des Werkeigentümers.

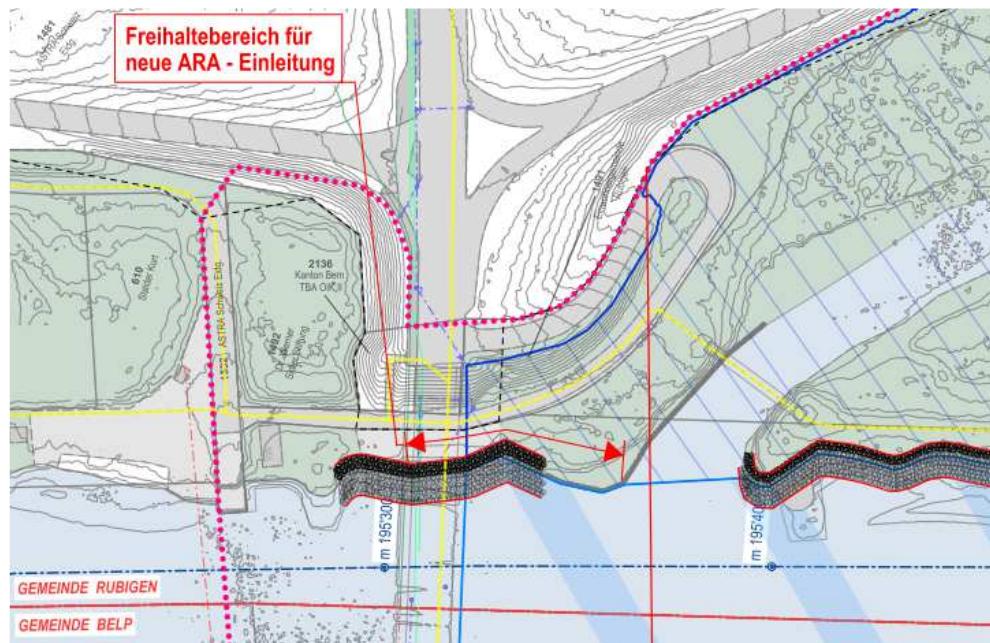


Abb. 49 Möglicher Einlaufbereich Auslaufleitung ARA Münsingen

Schützenfahrbrücke

Die bestehende Brücke ist eine vernietete Eisenfachwerkkonstruktion. Ausgebildet wurde sie als Dreifeldträger mit einer Spannweite von jeweils ca. 18 m und einer Fahrbahnbreite von ca. 2.5 m. Die Brücke wurde in den Jahren 1946 – 1948 saniert und verstärkt. Dabei wurden zwei neue Flusspfeiler in Ortbeton, sowie ein neuer Fahrbahnauflauf in Ortbeton erstellt. 1981 wurde die Brücke zuletzt neu gestrichen. Anlässlich einer Begehung wurden an der Brücke einige Mängel festgestellt. Die Metallkonstruktion, insbesondere die Pfosten weisen Anprallschäden auf. Die Brückenlängsträger sind teilweise stark korrodiert. Die Fahrbahnplatte ist an einigen Stellen gerissen, so dass die bestehende Bewehrung durch das eindringende Wasser

korrodieren kann. Die Absturzsicherung entspricht nicht mehr der heutigen Norm. Infolge dieser Mängel muss der Bestand instand gesetzt werden. Die Schwachstelle der Schützenfahrbrücke bei Hochwasser sind die beiden Pfeilerreihen, die zu Verklausungen führen können. Bei einer solchen kann durch den Anstieg des Wasserspiegels die Autobahn A6 überflutet werden. Hinsichtlich dieser notwendigen Instandsetzung wurde ein Variantenstudium erstellt. In diesem wurden unterschiedliche Varianten einer Instandsetzung sowie eines Neubaus geprüft. 2 Varianten wurden vertieft betrachtet.

Variante Instandsetzung:

Die Fachwerk- sowie die Querträger werden mit einem neuen Korrosionsschutz versehen. Die Längsträger sowie die Fahrbahn werden zurückgebaut. Anstelle der Längsträger wird eine stärkere, 18 cm hohe Betonplatte, allenfalls in Leichtbeton oder als orthotrope Stahlplatte eingebaut. Die beiden Pfeilerreihen im Fluss werden zurückgebaut, anstelle dieser wird die Brücke beidseitig des bestehenden Querschnittes mit je einem vollverschlossenen Tragseil abgespannt.

Durch diese Instandsetzungsvariante kann eine alte, seltene Stahlnietenbrücke erhalten werden, jedoch wird durch das Entfernen der Flusspfeiler das Schwingungsverhalten massiv verschlechtert. Des Weiteren liegt die Brückenunterkante unterhalb des Freibordes und die Instandsetzungsmassnahmen sind bautechnisch komplex.

Variante Neubau:

Die bestehende Brücke wird komplett abgebrochen und durch einen Neubau ersetzt. In der Variante Neubau ist eine Trogbrücke in Stahl vorgesehen. Die Fahrbahnplatte besteht aus einer Betonplatte welche auf Querträger aufgelegt wird. Die neue Brücke spannt zwischen den beiden bestehenden Widerlagern als Einfeldträger über eine Spannweite von 50.0 m. Die lichte Breite beträgt 4.4 m. Die Stahlwände des Troges können als komplette geschlossene Fläche, oder in Fachwerk aufgelöst (Fachwerktrrogbrücke) erstellt werden.

Durch die Verbreiterung werden deutliche Anpassungen an Widerlager und Strasse nötig. Aufgrund dessen und wegen des Abbruchs der bestehenden Brücke weist der Neubau deutlich höhere Baukosten als die Instandsetzungsvariante auf. Jedoch weist der Neubau eine höhere Lebensdauer auf und das Tragsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsverhalten ist deutlich besser.

Variantenvergleich:

	Variante Instandsetzung	Variante Neubau
SIA 263 (Tragsicherheit)	+ / -	+
SIA 260 (Nutzungsdauer)	-	+
SIA 261 Gebrauchstauglichkeit / Schwingung	-	+
Funktion	-	+
	li. Breite 2.7	li. Breite 4.4 m
Wasserbau	-	+
	Freibord ungenügend	
Abbruch Bestand	+	--
Komplexität Bau	-	+
Anpassungen Widerlager & Strasse	+	-
Abbruch	+	-
Kosten	+	-
Total	-	+
Rangfolge	2	1

Tab. 15 Variantenvergleich

Entscheid der Gemeinden als Werkeigentümer:

Die Gemeindevertreter in der Begleitgruppe bevorzugen die Variante Neubau. Im Fokus steht die Ausführungsvariante einer Fachwerktrögbrücke. Die Brücke soll aus der Ferne betrachtet leicht wirken. Auch Kinder sollen von der Brücke auf die Aare sehen können. Die möglichst freie Sicht von der Brücke auf die Aare ist auch für den sommerlichen Badebetrieb sicherheitsrelevant, wenn Badende von der Brücke herunterspringen und gleichzeitig Schlauchboote vorbeifahren.

Geprüft werden soll ausserdem eine schmale Ausführung für die reine Nutzung durch den Langsamverkehr. Erste Projektierungen zeigen folgendes Bild:

Variante Fachwerktrögbrücke

Grundsätzlich ist eine Ausführung als Fachwerktrögbrücke möglich. Durch die Auflösung der Brückenwangen in ein Fachwerk, sowie durch die schmäler gewählte Brückenbreite von 3.5 m, wird die ganze Brückenkonstruktion weicher. Dies erzeugt ein ungünstigeres Gebrauchstauglichkeitsverhalten. Die Brücke muss daher in die beiden Auflagerbänke eingespannt oder mit Schwingungsdämpfer versehen werden. Die Kosten für diese Dämpfer sind höher als die bisher in der Variante Neubau angesetzten Lager, jedoch reduziert sich der Stahlverbrauch, so dass insgesamt bei der Variante Fachwerktrögbrücke mit leicht tieferen Baukosten gerechnet werden kann. Nachstehend ein Kostenvergleich sämtlicher 3 Varianten:

Baukostenvergleich Varianten Schützenfahrbrücke		Baukosten inkl. MwSt. [CHF]
Variante Instandsetzung		862'531.-
Variante Neubau Trogbrücke „breit“		1'429'034.-
Variante Neubau Fachwerktrögbrücke „schmal“		1'230'957.-

Tab. 16 Baukostenvergleich Varianten Schützenfahrbrücke

5.3.7 Baugrund / Grundwasser

Baugrund / Grundwasser

Abklärungen zu Baugrund und Grundwasser sind Bestandteil der weiteren Projektierung. Die erforderlichen Untersuchungen zu Hydrogeologie / Grundwasser werden durch die Kellerhals + Haefeli AG erbracht.

5.3.8 Hydraulische Nachweise

BASEMENT V. 2.7

Zur hydraulischen Berechnung des Ist-Zustandes zum Nachweis der geplanten Massnahmen (Hochwasserschutzbäume) wurde ein zweidimensionales Strömungsmodell mit der Software BASEMENT (Version 2.7) der VAW [24] erstellt. Für die Berechnung wurde das Gebiet zwischen Thalgrat, Chesselau bis zur Gürbemündung mit Hilfe eines Berechnungsgitters aus 180'000 Dreieckselementen diskretisiert. Die Fläche des Modellperimeters beträgt ca. 2'440 ha. Zur Abbildung der Topographie wurde basierend auf den Querprofilaufnahmen von 2016 [25] und den LiDAR-Aufnahmen [26] ein Geländemodell erstellt und auf die Knoten der Dreieckselemente interpoliert. Ein Berechnungsgang kann je nach Szenario bis zu 66 h dauern.

Kalibration

Das Modell wurde anhand der vermessenen Hochwasserspuren von 2005 sowie dem hydraulisch-morphologischen 1D-Modell von Hunziker, Zarn und Partner [27] kalibriert.

k-Werte nach Strickler

Basierend auf der Kalibration wurden die k-Werte nach Strickler im Bereich des Flussschlauches festgelegt. Im Bereich des Vorlandes wurden die k-Werte aufgrund von Literaturwerten abgeschätzt.

Gerinnentyp	k-Wert nach Strickler in m^{1/3}/s	
	Sohle	Böschung
Gerinnesohle	28	28 - 30
Auenwald	15	
Siedlungsbereich	20	
Wald	15	
Wiese	30	

Tab. 17 K-Werte nach Strickler

Szenarien	Zur Identifizierung möglicher Hochwasserschutzdefizite und zur Überprüfung der geplanten Massnahmen werden drei Szenarien betrachtet. <ul style="list-style-type: none">_ Szenario 1: Ist-Zustand mit Berücksichtigung der linksufrigen Hochwasserschutzdämme bei der Belpau._ Szenario 2: Ist-Zustand ohne Berücksichtigung der linksufrigen Hochwasserschutzdämme bei der Belpau (Dammbruch). Es wird davon ausgegangen, dass es aufgrund der weitläufigen Überströmungen der Hochwasserschutzdämme zu mehreren Dammbrüchen im Perimeter kommen kann._ Projekt mit Hochwasserschutzdamm entlang der Giesse. Im Anhang 2 sind die Fliesstiefenkarten der drei betrachteten Szenarien dargestellt.
Szenario 1	Szenario 1 zeigt, dass die bestehenden linksseitigen Uferdämme bei einem HQ ₁₀₀ überströmt werden. Aufgrund des Zustandes der Dämme ist auch bereits bei häufigeren Hochwasserereignissen mit Dammbrüchen zu rechnen. Das Wasser fliest grossflächig über die Viehweidstrasse und via den Weiler Vehweid in Richtung Flugplatz Bern - Belp ab.
Szenario 2	Szenario 2 zeigt die Situation ohne die Berücksichtigung der linksufrigen Dämme. Gegenüber dem Szenario 1 nehmen die Fliessstufen auf der linken Seite der Aare im Bereich Viehweidstrasse und dem Weiler Vehweid zu.
Projekt	Durch den Hochwasserschutzdamm entlang der Giesse kann der Weiler Vehweid sowie die Viehweidstrasse, das Belpmoos und der Flugplatz Bern - Belp vor einem HQ ₁₀₀ geschützt werden.
Überlastfall	Für den Überlastfall ist ein erodierbarer Dammabschnitt im Bereich der Belpau geplant. Die Kote des erodierbaren Dammabschnittes liegt unterhalb der Kote von HQ ₃₀₀ = 650 m ³ /s und damit etwa 50 cm unterhalb des erforderlichen Freibords aber über der Kote eines HQ ₁₀₀ . Der erodierbare Dammbereich liegt auf einer festen Überlaufsektion. Die feste Überlaufsektion verhindert, dass der Damm vollständig brechen kann. Die Länge der Überfallsektion beträgt ca. 250 m.
Netzerstellung	5.3.9 Geschiebetechnische Nachweise Zur Abschätzung der Auswirkungen der Initialisierungsmassnahmen auf die Gerinneentwicklung der Aare wurde ein numerisches zweidimensionales Geschiebemodell mit der Software BASEMENT (Version 2.7) erstellt. Zur Bestimmung des Langzeitverhaltens (Simulation von 5 Jahren) wurde das Projektgebiet mit Hilfe eines Berechnungsnetzes aus 47'426 Dreieckselementen diskretisiert. Als Grundlage für die Gittererstellung dienten Querprofilvermessungen aus dem Jahr 2016 für die Flusssohle, sowie LiDAR-Daten für das Umland.

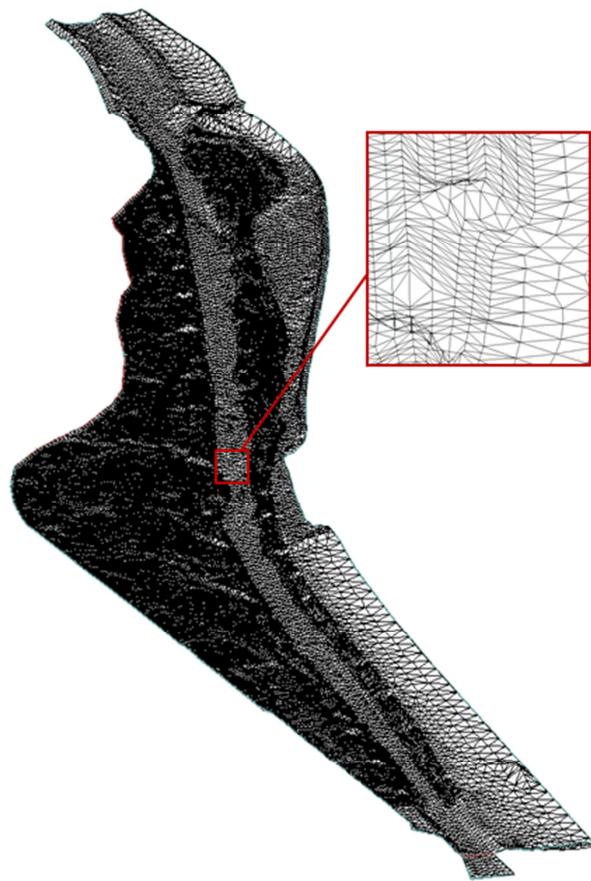


Abb. 50 Berechnungsnetz für die morphologischen Simulationen.

Korngrößenverteilung

Im morphologischen Modell wurden drei Korngrößenverteilungen (KGV) verwendet.

- _ Sohlenbereich
- _ Böschung / Umland
- _ Materialeintrag

Als Grundlage für die Materialzusammensetzung des Sohlenbereichs wurde die KGV aus dem Jahr 2001 (Aare km 13.0) verwendet, welche im Zuge der Geschiebehaushaltsstudie 2001 bestimmt wurde [28].

Zur morphologischen Charakterisierung des Umlandes und der Böschungen wurden Bohrkernaussortierungen aus dem Revitalisierungsbereich des Projektes Thal gut - Chesselau verwendet.

Um die Geschwindigkeit der Berechnungen zu erhöhen, wurde die KGV auf sechs Korngrößen begrenzt, wobei der mittlere Korndurchmesser mit der ursprünglichen KGV übereinstimmt (identischer Transportbeginn).

Hydraulische Modellparameter

Zur Bestimmung der Abflussganglinie wurden die Stundenmittelwerte der Station 2030 (Aare - Thun) zwischen den Jahren 2003 und 2015 verwendet. Dabei wurde angenommen, dass sich die Hydrologie des Untersuchungsgebietes in naher Zukunft nicht ändern wird und die letzten Ganglinien repräsentativ sind. Die Messdaten wurden mit einem Faktor von 1.07 multipliziert und anschliessend auf $Q > 250 \text{ m}^3/\text{s}$ (bettbildender Abfluss) diskretisiert [28].

Abb. 51 zeigt die verwendete Abflussganglinie, welche gleichzeitig als obere Randbedingung für die Simulation verwendet wurde. Aus der Grafik ist ersichtlich, dass im Jahr 2005 ein Jahrhunderthochwasser stattgefunden hat.

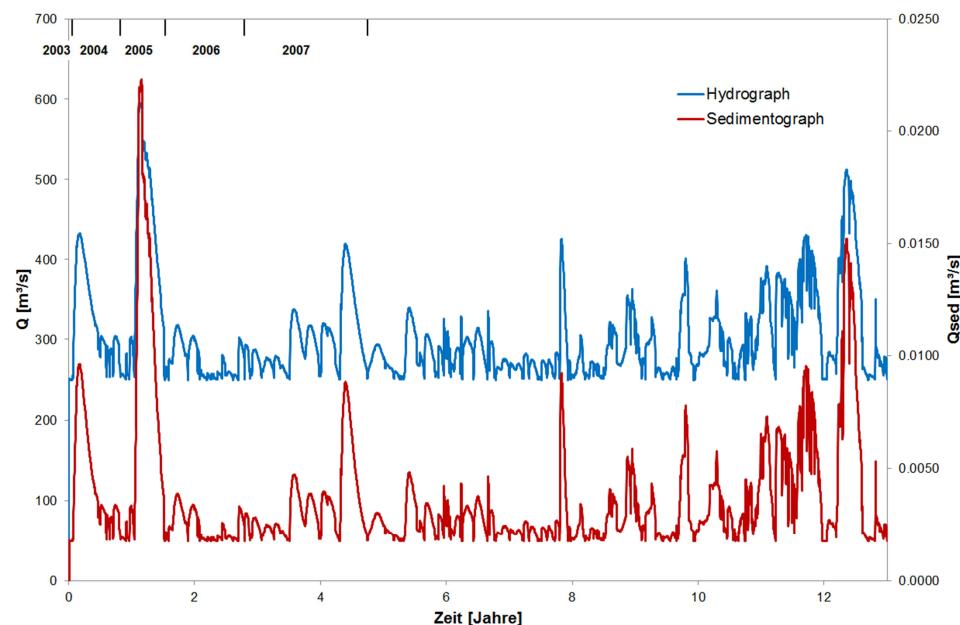


Abb. 51 Hydrograph und Sedimentograph der morphologischen Langzeitberechnung.

Morphologische Modellparameter

Zur Berücksichtigung des Geschiebeeintrags wurde basierend auf der Geschiebehaushaltsstudie [28] mithilfe der Geschiebefunktion aus der 1D-Geschiebeberechnung von HZP der Geschiebeintrag in Abhängigkeit des Abflusses Q berechnet (Abb. 51).

Insgesamt wurden über den Simulationszeitraum von 13 Jahren 138'500 m³ (Lockervolumen) zugegeben, was einem Jahresschnitt von ca. 10'650 m³ entspricht. Für die Dichte der Materialien wurde ein Standardwert aus der Literatur von 2650 kg/m³ (Dichte von Quarz) verwendet, die Porosität wurde mit 37 % angenommen. Die Materialzusammensetzung von Sohlbereich und Umland wurde homogen über die gesamte Höhe angenommen.

Für die Berechnung des Geschiebetransports wurde die Formel von Meyer-Peter und Müller / Hunziker (1995) verwendet, welche eine fraktionsweise Berechnung des Geschiebetriebs und die daraus resultierenden Sortierprozesse berücksichtigt. Im numerischen Modell wurden neben den Geschiebetransportprozessen auch gravitative Prozesse berücksichtigt, welche massgebenden Einfluss auf Seitenerosionsprozesse haben. Diese wurden über kritische Böschungswinkel berücksichtigt. Alle Materialbereiche erhalten einen kritischen Böschungswinkel, wobei dieser zwischen 25° für trockene Zellen und 20° für mit Wasser benetzte Zellen variiert. Als Auslaufrandbedingung wurde Normalabfluss angenommen.

Modellkalibrierung

Eine Modellkalibrierung über die Veränderung der Querprofile ist nicht möglich, da der Rückbau des Uferschutzes zu einer Veränderung der Randbedingungen führt. Die Prüfung der Resultate erfolgte im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse. Dabei wurde der Vorfaktor für die Bestimmung der kritischen Sohleinschubspannung variiert. Die

Reduktion des Vorfaktors auf 0.8 führt zu einer starken Erhöhung der Seitenerosionsprozesse und folglich eines erhöhten Geschiebeaustauschs. Im Revitalisierungsbereich kommt es dabei zu einem flächigen Geschiebeabtrag, der in der Realität nicht zu erwarten ist.

Ein qualitativer Vergleich mit den Ergebnissen der Berechnung mit einem Vorfaktor 1.0 zeigt eine gute Übereinstimmung in Bezug auf die Haupterosionspunkte im Uferbereich der Aare.

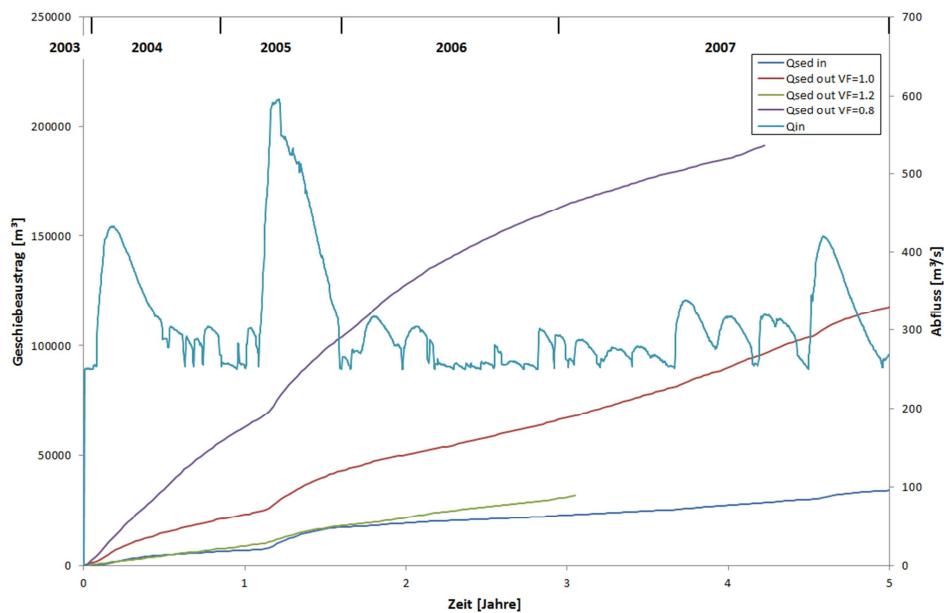


Abb. 52 Gegenüberstellung des Geschiebeaustauschs mit verschiedenen Vorfaktoren für die kritische Sohlenschubspannung.

Vegetation

Das verwendete Geschiebemodell kann den Einfluss der Vegetation auf den Seitenerosionsprozess nicht abbilden. In der Realität wird in den bewaldeten und dicht bewachsenen Bereichen die morphologische Entwicklung sehr wahrscheinlich langsamer ablaufen als im Modell abgebildet.

5.3.10 Betrieb und Unterhalt

Betrieb und Unterhalb

Die nötigen Unterhaltsmaßnahmen werden im weiteren Projektverlauf konkretisiert und in einem Unterhaltskonzept festgehalten.

5.3.11 Altlasten

Altlasten

Die Ablagerungsstandorte mit Bauschutt und Siedlungsabfällen beim Parkplatz Restaurant Campagna und im Leen werden durch die baulichen Massnahmen voraussichtlich nicht tangiert. Sollten während den Bauarbeiten weitere, bisher unbekannte Altlasten auftauchen, wären diese zu sanieren.

5.3.12 Materialbewirtschaftung

Materialbewirtschaftung

Gefällte Bäume werden für die ingenieurbiologischen Verbauungen wiederverwendet. Material aus Rückbau und Aushub wird möglichst wiederverwendet (bei entsprechender Eignung z.B. für die Hochwasserschutzdämme). Wo nötig kann die erforderliche Qualität auch durch eine Materialaufbereitung erreicht werden.

Materialbewirtschaftungskonzept

Beim Rückbau der Uferschutzmassnahmen anfallende Blocksteine werden für die neuen Uferschutzmassnahmen wiederverwendet.

Der bei der Erstellung der Uferanrisse und anfallende Kies wird der Aare zurückgegeben.

Ökologische Ausgleichsmassnahmen

In weiteren Projektverlauf kann bei Bedarf ein Materialbewirtschaftungskonzept erstellt werden.

5.3.13 Ökologische Ausgleichsmassnahmen / Ersatzmassnahmen

Durch den Bau eines neuen Hochwasserschutzbauwerks linksufrig im nördlichen Teil der *Oberen Belpau* werden einige wichtige Lebensräume des Amphibiengebietes von nationaler Bedeutung beeinträchtigt oder gar zerstört. Zudem werden im neuen Erosionsbereich auf der linken Seite der Aare zugunsten einer dynamischen Auenlandschaft möglicherweise einige wertvolle Amphibiolenbsräume verlagern oder gar verschwinden.

Als Ersatzmaßnahme innerhalb des Projektperimeters ist vorgesehen in der ersten Bauetappe neue Amphibiengewässer außerhalb des zukünftig dynamischen Bereichs (hinter der Interventionslinie bzw. der Aaretalleitung) zu schaffen. Dazu können vorhandene Mulden (Altläufe der Aare) aufgewertet werden.

Am rechten Ufer wird durch die Anlage von Trittsteinweiher die Vernetzungsfunktion gefördert. Der Abschnitt ist ein wichtiges Teilstück in der Vernetzung der Amphibiengebiete in der Chlihöchstettenau und dem Münsinger Baggersee.

Massnahmenpool Aare Thun - Bern

Die Umsetzung des Projekts *aarewasser* mit Wasserbauplänen als Einzelobjekte führt dazu, dass in einigen Projektperimetern ein "ökologischer Gewinn" erzielt wird, in anderen Wasserbauplänen ein "ökologisches Defizit", das vor Ort nicht ausgeglichen werden kann. Der Regierungsrat hat deshalb beschlossen, dass mit der Schaffung eines *Massnahmenpools Aare Thun - Bern* die erforderliche ausgeglichene ökologische Bilanz der Hochwasserschutzmaßnahmen gesamthaft erreicht werden soll [2].

Der Massnahmenpool dient als:

- Marktplatz für die Vermittlung zwischen Anbietern und Nachfragern von Ersatzmaßnahmen;
- zentrale Stelle für die Dokumentation und Sicherung von (vorzeitig realisierten) Ersatzmaßnahmen;
- Schnittstelle zwischen den beurteilenden kantonalen Fachstellen, den Leitbehörden und den ersatzpflichtigen Bauherrschaften.

Mit dem *Massnahmenpool Aare Thun - Bern* können die vorgesehenen Planverfahren beschleunigt werden. Er soll für alle Lebensräume inkl. Wald anwendbar sein.

Sobald der Massnahmenpool eingerichtet ist, wird mit den verantwortlichen Stellen die Beteiligung des Wasserbauplans *Obere Belpau* am Massnahmenpool konkretisiert.

Entwicklungskontrolle

5.4 Ökologische Entwicklungskontrolle

Eine Entwicklungskontrolle dient dazu, durch systematisches Sammeln von Daten die Entwicklung des Gebietes zu beschreiben und die im Planungsprozess formulierten Ziele zu überprüfen und zu beurteilen. Eine Flussaue ist ein extrem dynamischer Lebensraum und die Auswirkungen der geplanten Massnahmen auf Lebensräume, Flora und Fauna sind deshalb nur schwer abzuschätzen - auch weil die Entwicklung von verschiedenen externen Einflussfaktoren abhängig ist. Unabhängig davon, ob Massnahmen als erfolgreich oder weniger erfolgreich bezeichnet werden müssen, liefert die Entwicklungskontrolle auch wichtige Grundlagen für zukünftige Projekte. Der genaue Ablauf der Entwicklungskontrolle wird im weiteren Projektverlauf konkretisiert.

Für das Projekt *aarewasser* wurde ein umfassendes Konzept zum Vorgehen einer Erfolgskontrolle erstellt und auch der Istzustand bereits detailliert erhoben. Die Entwicklungskontrolle für den Wasserbauplan *Obere Belpau* soll sich an diesem Konzept orientieren. Der Istzustand ist vor dem Baubeginn allenfalls zu aktualisieren bzw. zu ergänzen (*Erfolgskontrolle zum Istzustand [29]*).

Landerwerb

5.5 Landerwerb

Der Kanton zeigt sich interessiert, die durch bauliche Massnahmen betroffene Parzelle Nr. 2514 (ca. 0.7 ha Waldfläche auf Gemeindegebiet von Münsingen) und der im Aufweitungsperimeter liegende Teil der Parzellen Nr. 87, Nr. 873 (ca. 33 ha Waldfläche auf Gemeindegebiet von Belp) zu erwerben. Weiter sind die privaten Parzellen Nr. 987, Nr. 985, Nr. 1844 und Nr. 2716 auf Gemeindegebiet von Belp und die Parzelle Nr. 1487 auf Gemeindegebiet von Rubigen durch bauliche Massnahmen betroffen. Alle anderen betroffenen Parzellen gehören dem Bund, dem Kanton oder der Gemeinde Münsingen.

6. Kosten

6.1 Kostenschätzung ±20%

Kostenschätzung Wasserbau

	Kosten [CHF]	Kosten je Etappe [CHF]		
		Etappe 1	Etappe 2	Etappe 3
Baukosten	10'111'000	7'133'000	1'483'000	1'496'000
Vorarbeiten	923'000	738'000	90'000	96'000
Holzschlag	256'000	210'000	20'000	26'000
Baupisten	208'000	208'000		
Baustelleninstallation und Regie 5%	459'000	320'000	70'000	70'000
Hochwasserschutzmassnahmen	3'001'000	3'001'000		
Hochwasserschutzbau rechtsufrig	644'000	644'000		
Hochwasserschutzbau linksufrig	1'979'000	1'979'000		
Hochwasserschutzmassnahmen Restaurant Campagna	196'000	196'000		
Hochwasserschutzbau Badi Münsingen	182'000	182'000		
Uferschutzmassnahmen	4'340'000	2'760'000	180'000	1'400'000
Temporärer Uferschutz linksufrig mit Ingenieurbiologie	660'000	660'000		
Blocksteinbuhnen	1'400'000			1'400'000
Blocksteinbuhnen schlafend	180'000		180'000	
Strukturierter Längsverbau mit Blocksteinen	2'100'000	2'100'000		
Initialmassnahmen	977'000		977'000	
Anrisse	240'000		240'000	
Abbruch bestehender Uferverbau	737'000		737'000	
Ökologie	196'000	196'000		
Aufwertungen / Kleinstrukturen	41'000	41'000		
Neophytenkontrolle	15'000	15'000		
Teiche	140'000	140'000		
Infrastruktur	674'000	438'000	236'000	
Wege	648'000	438'000	210'000	
Besucherinformation und -führung / Erholungsnutzung	26'000		26'000	
Risikokosten 10%	1'011'000	713'000	148'000	150'000
Landerwerb und Realersatz	843'000	843'000		
Diverses	110'000	110'000		
Planung, Ausführung, Monitoring 15%	1'517'000	1'070'000	222'000	224'000
Erstellungskosten exkl. Mw St.	13'592'000	9'869'000	1'853'000	1'870'000
Mehrwertsteuer 7.7%	1'047'000	760'000	143'000	144'000
Erstellungskosten inkl. Mw St.	14'639'000	10'629'000	1'996'000	2'014'000

Tab. 18 Kostenschätzung Wasserbau +/-20%

Kostenschätzung
Schützenfahrbrücke

	Kosten [CHF]
Baukosten	1'053'000
Risikokosten 10%	105'000
Diverses 5%	53'000
Planung, Ausführung	115'000
Erstellungskosten exkl. Mw St.	1'326'000
Mehrwertsteuer 7.7%	102'000
Erstellungskosten inkl. Mw St.	1'428'000

Tab. 19 Kostenschätzung Schützenfahrbrücke +/-20%

Zeithorizont

Der Zeithorizont für die Erstellung der gestaffelt auszuführenden Uferschutzmassnahmen in der 3. Etappe umfasst mind. 80 Jahre ab Initialisierung der

Eigendynamik (bzw. 100 Jahre ab Projektgenehmigung), vgl. Abb. 40 in Kap. 5.3.2 .

Die Kosten der 3. Etappe wurden in obiger Tabelle wie folgt berücksichtigt:

- Sofortmassnahmen und kurzfristige Massnahmen werden den Baukosten angerechnet (maximal bis ca. 30 Jahre ab Zeitpunkt Projektgenehmigung).
- Baukosten für allfällige mittel- und langfristig zu erstellende Massnahmen werden *nicht* eingerechnet, da sowohl Massnahmenumfang als auch Kostenentwicklung schwer vorauszusehen sind.

6.2 Risikokosten

Risikokosten

Die Risikokosten werden in dieser Projektphase auf 10% der Baukosten geschätzt. Im weiteren Projektverlauf werden diese separat nach Risiko ausgewiesen und konkretisiert.

6.3 Landerwerb und Realersatz

Landerwerb

Der Kanton zeigt sich interessiert, die an die Aare anschliessende Parzelle 2514 (ca. 0.7 ha Waldfläche) zu erwerben.

Realersatz

Für die durch die Aufweitung betroffene Parzelle 87 der Burgergemeinde Belp (ca. 33 ha Waldfläche) wird Realersatz angestrebt.

6.4 Diverses

Vermessungs- / Vermarchungs- / Notariats- und Grundbuchkosten

Die Kosten für Vermessung, Vermarchung, Notariat und Grundbuch wurden pauschal geschätzt.

Inkonvenienzen / Dienstbarkeiten

Die Kosten für Inkonvenienzen / Dienstbarkeiten wurden pauschal geschätzt.

Entschädigung
Trinkwasserfassung

Für die Abschaltung der Trinkwasserfassungen während der Bauzeit ist eine Entschädigung zu prüfen.

6.5 Subventionierung

Subventionierung

Für das Gesamtprojekt wird eine Subventionierung durch Bund und Kanton in der Höhe von 80 bis 95% angestrebt.

Der Renaturierungsfonds des Kantons Bern und der Ökofonds der BKW können für eine Beteiligung an den Restkosten angefragt werden.

Schützenfahrbrücke

Aufgrund des Alters (älter als 60 Jahre, Lebensdauer erreicht) können seitens Wasserbau für die Anpassung der Schützenfahrbrücke keine Subventionen mehr geleistet werden. Die Kosten für die Sanierung oder den Neubau der Brücke gehen vollständig zulasten der Werkeigentümer.

6.6 Kostenteiler

Kostenteiler Wasserbau	Kosten [CHF]		Kostenanteil [CHF]					
			Bund (80%)	Kanton (15%)	RenF, Ökofonds	Gde Belp	Gde Münsingen	Gde Rubigen
Baukosten	10'111'000	8'089'000	1'517'000			284'000	107'000	115'000
Vorarbeiten	923'000	739'200	138'600			27'210	12'550	6'440
Holzsiegel	256'000	204'800	38'400			7'810	3'550	1'440
Baupisten	208'000	166'400	31'200			6'400	4'000	
Baustelleninstallation und Regie 5%	459'000	368'000	69'000			13'000	5'000	5'000
Hochwasserschutzmassnahmen	3'001'000	2'400'800	450'150			108'750	41'300	
Hochwasserschutzbau rechtsufrig	644'000	515'200	96'600				32'200	
Hochwasserschutzbau linksufrig	1'979'000	1'583'200	296'850			98'950		
Hochwasserschutzmassnahmen Restaurant Campagna	196'000	156'800	29'400			9'800		
Hochwasserschutzschutzmassnahmen Badi Münsingen	182'000	145'600	27'300				9'100	
Uferschutzmassnahmen	4'340'000	3'472'000	651'000			91'500	20'000	105'500
Temporärer Uferschutz linksufrig mit Ingenieurbiologie	660'000	528'000	99'000			33'000		
Blocksteinbuhnen	1'400'000	1'120'000	210'000				20'000	50'000
Blocksteinbuhnen schlafend	180'000	144'000	27'000			9'000		
Strukturierter Längsverbau mit Blocksteinen	2'100'000	1'680'000	315'000			49'500		55'500
Initialmassnahmen	977'000	781'600	146'550			28'050	20'400	400
Anrisse	240'000	192'000	36'000			9'000	3'000	
Abbruch bestehender Uferverbau	737'000	589'600	110'550			19'050	17'400	400
Ökologie	196'000	156'800	29'400			5'300	3'250	1'250
Aufwertungen / Kleinstrukturen	41'000	32'800	6'150			2'050		
Neophytenkontrolle	15'000	12'000	2'250			250	250	250
Teiche	140'000	112'000	21'000			3'000	3'000	1'000
Infrastruktur	674'000	538'800	101'025			22'725	9'525	1'425
Wege	648'000	518'400	97'200			21'900	9'300	1'200
Besucherinformation und -führung / Erholungsnutzung	26'000	20'400	3'825			825	225	225
Risikokosten 10%	1'011'000	809'000	152'000			28'000	11'000	12'000
Landerwerb und Realersatz	843'000	674'000	169'000					
Diverses	110'000	88'000	19'500			2'500		
Planung, Ausführung, Monitoring 15%	1'517'000	1'213'000	228'000			43'000	16'000	17'000
Erstellungskosten exkl. MwSt.	13'592'000	10'873'000	2'085'000			357'000	134'000	144'000
Mehrwertsteuer 7.7%	1'047'000	837'000	161'000			27'000	10'000	11'000
Erstellungskosten inkl. MwSt.	14'639'000	11'710'000	2'246'000			384'000	144'000	155'000

Tab. 20 Kostenteiler Wasserbau

Kostenteiler Schützenfahrbrücke	Kosten [CHF]		Kostenanteil [CHF]					
			Bund	Kanton	RenF, Ökofonds	Gde Belp	Gde Münsingen	Gde Gerzensee
Baukosten	1'053'000					263'000	527'000	263'000
Risikokosten 10%	105'000					26'000	53'000	26'000
Diverses 5%	53'000					13'000	27'000	13'000
Planung, Ausführung	115'000					29'000	58'000	29'000
Erstellungskosten exkl. MwSt.	1'326'000					332'000	663'000	332'000
Mehrwertsteuer 7.7%	102'000					26'000	51'000	26'000
Erstellungskosten inkl. MwSt.	1'428'000					357'000	714'000	357'000

Tab. 21 Kostenteiler Schützenfahrbrücke

7. Bauablauf

7.1 Überblick Etappierung

Etappierung

Die baulichen Massnahmen werden in drei Etappen ausgeführt.

Erste Etappe (nach Genehmigung des WBP, ca. ab 2020):

- Rodung / temporärer Holzschlag für Erstellung Massnahmen und Baupisten
- Erstellung Hochwasserschutzdamm linksseitig (Belp) und rechtsseitig (Münsingen)
- Erstellung Hochwasserschutzmassnahmen Badi Münsingen und Restaurant Campagna
- Instandstellung / Erstellung temporärer Uferschutz entlang Grundwasserschutzzonen linksseitig (Ingenieurbiologische Massnahmen)
- Erstellung definitive Uferschutzmassnahmen im Bereich Restaurant Campagna und Hunzikenbrücke (Blocksteinlängsverbau)
- Rückverlegen / Neubau Wege und Ausbau bestehende Wege linksufrig
- Ökologische Aufwertungsmassnahmen (Teicherstellung, Aufwertung Lebensräume für Amphibien und Reptilien)
- Neuerstellung Schützenfahrbrücke

Zweite Etappe (nach Ablauf Konzession Trinkwasserfassungen, ab 2036):

- Dritte: Rückbau Trinkwasserfassungen inkl. Trinkwasserleitungen durch WVRB
- Rückbau bestehende Uferschutzbauten und Umsetzung Initialisierungsmassnahmen
- Erstellung schlafender Uferverbau (Längsverbau, Blocksteinbuhnen) bei Verengung am Ende der Aufweitung (Seite Belp)
- Rückverlegen / Neubau Wege und Ausbau bestehende Wege rechtsufrig
- Einrichtung Besucherinformation und -führung

Dritte Etappe (bei Erreichen Interventionslinien):

- Gestaffelte Erstellung Uferschutzmassnahmen wo notwendig

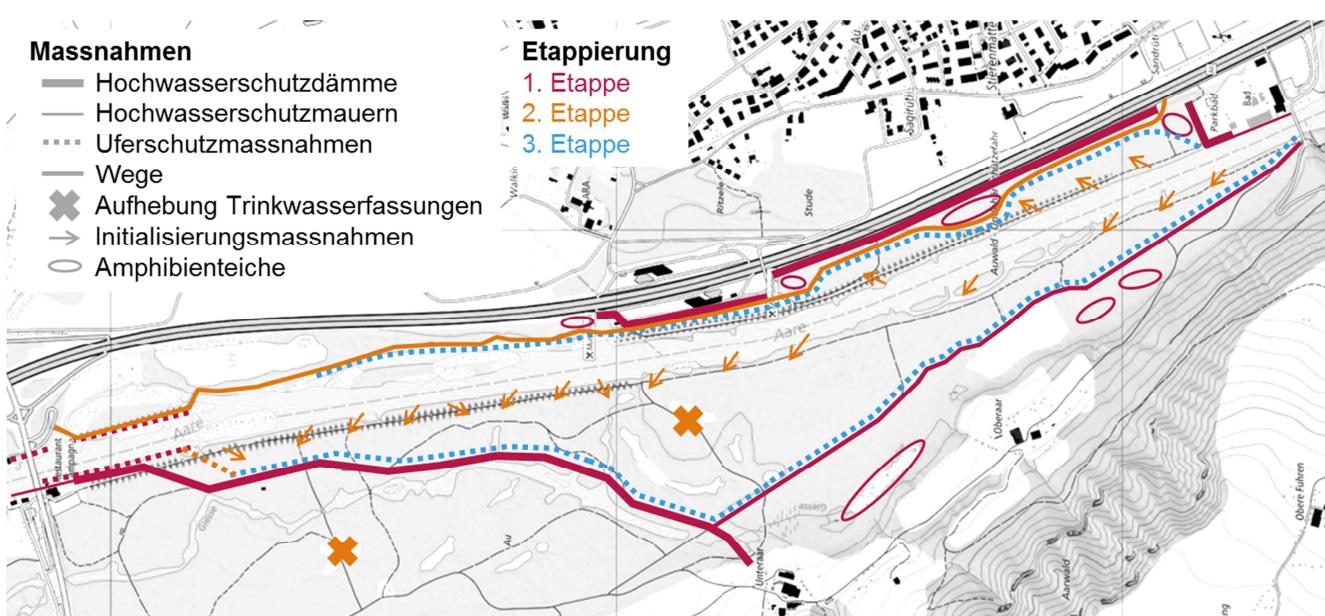


Abb. 53 Schematische Darstellung Etappierung.

7.2 Grober Bauablauf

Schonzeiten

Rodungen nehmen Rücksicht auf die Fortpflanzungszeit der Vögel und Wildtiere (Holzschlag Oktober bis März). Bauarbeiten im Gerinne berücksichtigen die Fischschonzeit (Oktober bis März: Massnahmen zum Schutz vor Gewässertrübung) und Aufwertungen an bestehenden Giessen berücksichtigen die Fortpflanzungszeit der Amphibien (keine Eingriffe zwischen Februar und August). Die Neuerstellung von Teichen ist schonzeitenunabhängig.

Materialbewirtschaftung

Gefällte Bäume werden für die ingenieurbio logischen Verbauungen wiederverwendet. Anfallender Aushub (Teicherstellung) wird wo möglich wiederverwendet für die Dammerstellung (1. Etappe). Blocksteine aus dem Rückbau der Ufersicherungen werden zum Bau von Blocksteinbuhnen (2. und 3. Etappe) wiederverwendet.

1. Etappe

Genehmigung / Finanzbeschluss zum WBP vorausgesetzt, kann im Herbst 2020 mit den Rodungen und im Winter 2020 / 2021 mit den Bauarbeiten gestartet werden. Die Uferschutzmassnahmen der 1. Etappe (Blocksteinlängsverbau und temporäre Sicherung mit Ingenieurbio logie) können idealerweise bei günstigen Abflussbedingungen der Aare (Niederwasser) erstellt werden. Bei trockenen Bedingungen kann zeitgleich ebenfalls mit der Erstellung der Dämme begonnen werden, sodass die Ausführung der 1. Etappe im Sommer / Herbst 2021 abgeschlossen werden kann. Die Ufermauer im Bereich des Restaurants Campagna wird idealerweise im Spätherbst erstellt, nach der Saison des Gartenrestaurants.

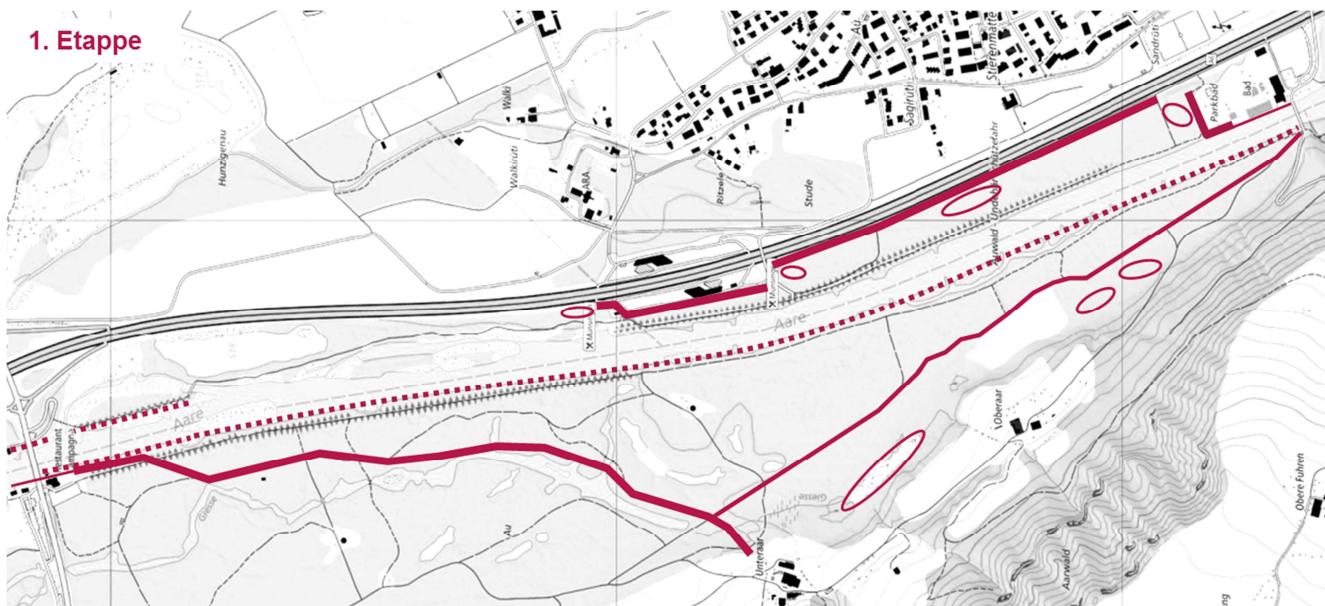


Abb. 54 1. Etappe.

2. Etappe

Nach Ende der Konzession (ab 2036) werden die Trinkwasserfassungen in der Oberen Belpau durch den WVRB zurückgebaut. Dadurch werden die Bauarbeiten der 2. Etappe ausgelöst, welche dem Fluss wieder Raum zurückgeben: Uferrückbau- und Initialisierungsmassnahmen, Rückversetzen bzw. Neubau der Wege rechtsufrig und die Erstellung der schlafenden Uferschutzmassnahmen im Verengungsbereich der künftigen Flussaufweitung. Insgesamt wird für 2. Etappe mit einer Bauzeit von rund

einem halben Jahr gerechnet. Nach Umsetzung der 2. Etappe beginnen die eigendynamischen Prozesse der Aare den zur Verfügung stehenden Raum zu gestalten.



Abb. 552. Etappe.

3. Etappe

Die in 3. Etappe geplanten Uferschutzmassnahmen (Blocksteinbuhnen) werden zeitlich gestaffelt ausgeführt (je nach Erosionsfortschritt bzw. Bedarf): sobald die Erosion auf einem Abschnitt die Beurteilungs- / bzw. Interventionslinien erreicht, wird entlang des betroffenen Abschnitts die 3. Etappe ausgelöst, und die dort geplanten Buhnen werden realisiert. Wo die Erosion die Grenze nicht erreicht, wird zugewartet.

Derzeit wird angenommen, dass in engen Abschnitten Buhnen bereits rund 10 Jahre nach Initialisierung (2. Etappe) notwendig werden, während in breiten Abschnitten die Grenze erst nach 80 Jahren oder nie erreicht wird. Da weder Erosionsgeschwindigkeit noch -ausprägung exakt voraussehbar sind, ist die Dauer der 3. Etappe nicht abschliessend bekannt.

3. Etappe (bei Erreichen der Beurteilungs- / Interventionslinien)

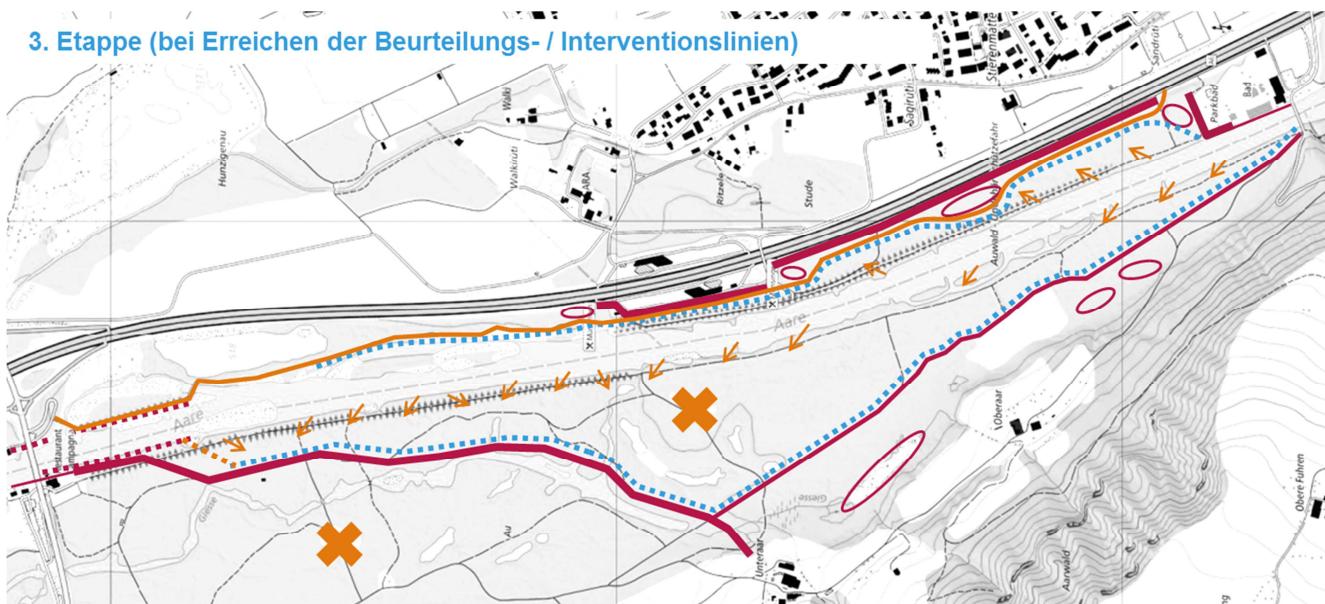


Abb. 563. Etappe.

7.3 Baurisiken / Gefährdungen beim Bau

Baurisiken / Gefährdungen beim Bau

Grundwasser- / Trinkwasserschutz: Um eine Beeinträchtigung der Trinkwasserfassungen aufgrund der Tiefbauarbeiten (Bau Hochwasserschutzdamm, Einbau temporärer Uferschutz) in der 1. Etappe zu verhindern, müssen die Trinkwasserfassungen voraussichtlich zeitweise gestaffelt ausser Betrieb genommen werden. Es sind noch genaue Abklärungen erforderlich.

7.4 Auswirkungen auf Umwelt während des Baus

Wichtige Informationen bezüglich der Umweltauswirkungen während der Bauphase und der Massnahmen zum Schutz der Umwelt liefert der Umweltverträglichkeitsbericht UVB (vgl. Kapitel 8.1).

Vorsorgeprinzip

Die Auswirkungen des Bauprozesses auf die Umwelt sind grundsätzlich auf ein Minimum zu beschränken (Minimieren und Vermeiden von Umweltschäden und -beeinträchtigungen). Die umweltrelevanten Gesetze, Verordnungen und Richtlinien sind zu berücksichtigen. Die zu treffenden Massnahmen sind bereits in der Phase Ausschreibung zu definieren und beim Bauprozess umzusetzen und zu kontrollieren. Die gesetzes- und auflagekonforme Umsetzung ist mit einer Umweltbaubegleitung sicherzustellen.

Gewässerschutz

Das Bauvorhaben liegt gänzlich in der Gewässerschutzzone Au, Teile davon in S1, S2 und S3 im Bereich der Trinkwasserfassungen. Der Schutz des Grundwassers und der Oberflächengewässer ist beim Bauprozess jederzeit zu gewährleisten. In Bezug auf Behandlung und Verwendungszweck bzw. Entsorgungsort der anfallenden Abwässer sind die kantonalen und kommunalen Gesetze und Richtlinien einzuhalten. Vor Baustart ist ein Entwässerungskonzept vorzulegen.

Grundwasser	<p>Der in der Grundwasserschutzzone geplante Hochwasserschutzbauwerk berücksichtigt die Grundwasserführung (Breite Auflagefläche anstatt eines tiefen, undurchlässigen Kerns). Die Grundwasserströme werden durch das Bauwerk also nur marginal beeinflusst.</p> <p>Während der Dammerstellung (1. Etappe) wird empfohlen, die Trinkwasserfassungen aus Sicherheitsgründen vorsorglich und gestaffelt ausser Betrieb zu nehmen.</p> <p>Während der Erstellung der tief fundierten Uferschutzmassnahmen (Längsverbau, Buhnen) ist eventuell lokal eine temporäre Grundwasserabsenkung nötig.</p> <p>Dies ist im weiteren Projektverlauf durch die Kellerhals + Haefeli AG zu beurteilen.</p>
Fauna & Flora, Schonzeiten	<p>Die betreffenden Schonzeiten sind einzuhalten (Amphibien, Fische, wildlebende Säugetiere und Vögel).</p> <p>Vor Beginn der Arbeiten an bestehenden Gerinnen ist der zuständige Fischereiinspektor beizuziehen (Schonzeiten, Ausfischung, fischereiliche Vorgaben). Wassertrübungen sind wenn immer möglich zu vermeiden.</p>
Bauabfälle	In Bezug auf Behandlung und Verwendungszweck bzw. Entsorgungsort der anfallenden Bauabfälle sind die kantonalen und kommunalen Gesetze und Richtlinien einzuhalten.
Bodenschutz	In der Realisierungsphase ist der Bodenschutz jederzeit zu gewährleisten. Für die vorgesehenen Erdbauarbeiten ist der Einbezug einer Bodenschutzfachperson empfohlen.
Rücksicht auf Anwohner	Um die Behinderung des Verkehrs und der Zugänglichkeiten zu minimieren ist eine entsprechende Planung der Bauphasen notwendig. Vor Baustart ist ein Konzept zur Führung des Langsamverkehrs vorzulegen.
Lärm	In Bezug auf Baulärm (Schalldruck der Maschinen und Transportfahrzeuge, Transportrouten) sind die geltenden Gesetze und Richtlinien einzuhalten. Massnahmen zur Begrenzung von Baulärm sind dem Katalog der Baulärm-Richtlinie zu entnehmen.
Luftreinhaltung / Abgase	In Bezug auf die Luftreinhaltung (Ausrüstung Maschinen mit Partikelfilter, Abgasnorm Transportfahrzeuge) sind die geltenden Gesetze und Richtlinien einzuhalten.
Naturschutzgebiete	Die Arbeiten tangieren das kantonale Naturschutzgebiet Aarelandschaft Thun - Bern, das Auengebiet von nationaler Bedeutung, das Amphibiengebiet von nationaler Bedeutung sowie das Gebiet aus dem Inventar der Landschaften von nationaler Bedeutung. Dies ist vorgängig mit den zuständigen Behörden (Amt für Landwirtschaft und Natur LANAT, Abteilung Naturförderung und Bundesamt für Umwelt BAFU) abzusprechen bzw. die erforderlichen Ausnahmebewilligungen einzuholen. Während des Baus sind die Naturschutzgebiete vom Perimeter der Baustelle durch entsprechende Massnahmen optisch klar abzugrenzen.

8. Auswirkung Projekt / Massnahmen

8.1 Umweltverträglichkeitsprüfung

Wieso eine Umweltverträglichkeitsprüfung?

Der Wasserbauplan *Obere Belpau* hat Auswirkungen auf viele verschiedene Umweltbereiche. Damit die Bewilligungsbehörde bei solch grösseren Vorhaben die nötigen Entscheidungsgrundlagen erhält, muss zusammen mit dem Wasserbauplan ein Umweltverträglichkeitsbericht UVB erarbeitet werden. Die als relevant erkannten Umweltbereiche werden im UVB dargestellt und beurteilt. Dabei wird auf die zur Beurteilung verwendeten gesetzlichen Grundlagen, den Ausgangszustand, die Auswirkungen des Vorhabens, die vorgesehenen Massnahmen zum Schutz der Umwelt sowie die voraussichtlich verbleibenden Belastungen der Umwelt eingegangen.

Durch eine frühzeitige Prüfung der Umweltverträglichkeit UVP können auch Grossprojekte so gestaltet bzw. beeinflusst werden, dass sie keine übermässigen negativen Auswirkungen auf die Umwelt verursachen. Damit wird dem Vorsorgeprinzip Rechnung getragen.

8.1.1 UVP-Pflicht und Verfahren

UVP-Pflicht

Gemäss der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung UVPV des Bundes unterliegen wasserbauliche Massnahmen wie Verbauungen, Eindämmungen, Korrektionen, Geschiebe- und Hochwasserrückhalteanlagen, mit einem Kostenvoranschlag von mehr als 10 Millionen Franken (Art. 1 und Anhang 30.2 UVPV), der UVP. Der Kostenvoranschlag vom 20.04.2018 für den Wasserbauplan *Obere Belpau* weist Kosten von ca. CHF 15 Mio. aus, das Vorhaben ist somit UVP-pflichtig.

Massgebliches Verfahren

Bei Wasserbauprojekten bestimmt das kantonale Recht das massgebliche Verfahren. Im Kanton Bern ist das gemäss Anhang 1, 30.2 der Kantonalen Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung KUVPV (BSG 820.11) der Kantonale Wasserbauplan. Leitbehörde ist somit der Oberingenieurkreis OIK II des Tiefbauamtes TBA des Kantons Bern. Die Gesamtbeurteilung der Umweltverträglichkeit nach Artikel 13 Absatz 3 und 4 UVPV erfolgt durch das Amt für Umweltkoordination und Energie AUE.

Erarbeitung UVB

Bereits im Rahmen des Projekts *aarewasser* wurden die Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt bis auf Stufe Bauprojekt untersucht, in einem UVB beschrieben und - als Gesamtprojekt *aarewasser* – positiv beurteilt. Im UVB zum Wasserbauplan *Obere Belpau* gilt es diese Erkenntnisse an die neuen Rahmenbedingungen anzupassen und allenfalls zu ergänzen. Im Rahmen der bisherigen Arbeiten zum Wasserbauplan *Obere Belpau* wurde mit der Abteilung Naturförderung ANF des Amtes für Landwirtschaft und Natur LANAT des Kantons Bern vereinbart, dass für die Mitwirkungsunterlagen anhand einer Relevanzmatrix eine erste Abschätzung der umweltrelevanten Auswirkungen erstellt wird. Im Rahmen der weiteren Projektierungsschritte wird der eigentliche Umweltverträglichkeitsbericht stufengerecht erstellt (Vorprüfung: Voruntersuchung mit Pflichtenheft, Bauprojekt: UVB). Die Hauptuntersuchung zur Umweltverträglichkeitsprüfung basiert auf dem Bauprojekt und wird mit den übrigen Gesuchsunterlagen öffentlich aufgelegt.

8.1.2 Relevanzmatrix

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

		Umweltbereiche							
		Luftreinhalitung, Klimaschutz	Lärmschutz	Erschütterung / Körperschall	Nichtionisierende Strahlen	Grundwasser	Oberflächengewässer (inkl. Gewässerökologie / Fische)	GEP, Siedlungsentwässerung	Bodenschutz
Ausgangszustand	Vorbelastungen vorhanden?	◆	◆			◆	◆		
Bauphase	Baustelle (Installationsplätze, Baupisten etc.)	●				●	●	●	●
	Bautätigkeit	●	●			●	●	●	●
	Bauverkehr	●	●			●			
	Materialbewirtschaftung (Rohstoffe, Abfälle, Zwischenlager, Deponien, Altlastensanierung)	●	●			●	●	●	●
Betriebsphase	Bauwerke (HWS mit Buhnen, Dämme)		☆			●	☆		
	Betrieb (Wasserabfluss, Dynamik)					● / ☆ ?	☆		
	Überlastfall								
Präzisierung	Beschrieb Auswirkung, Betroffene, Lokalisierung, etc.								

- ◆ mit Vorbelastung
unerheblich
- mässige Umweltbelastung
- erhebliche Umweltbelastung
- ☆ Entlastung / Verbesserung

		Umweltbereiche								
		Altlasten	Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	Umweltgefährdende Organismen (Neophyten)	Störfallvorsorge / Katastrophenschutz	Wald	Flora, Fauna, Lebensräume (inkl. Auen)	Landschaft und Ortsbildschutz	Kulturgüterschutz: Kulturdenkämäler, Archäologie, IVS	
Ausgangszustand	Vorbelastungen vorhanden?	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	
Bauphase	Baustelle (Installationsplätze, Baupisten etc.)		●		●	●	●	●	●	
	Bautätigkeit	●	●	●	●	●	●	●	●	
	Bauverkehr				●	●	●			
	Materialbewirtschaftung (Rohstoffe, Abfälle, Zwischenlager, Deponien, Altlastensanierung)	●	●	●	●	●	●			
Betriebsphase	Bauwerke (HWS mit Buhnen, Dämme)				●	●	●	●	●	
	Betrieb (Wasserabfluss, Dynamik)		●	●	☆	☆	☆	☆	☆	
	Überlastfall									
Präzisierung	Beschrieb Auswirkung, Betroffene, Lokalisierung, etc.	<ul style="list-style-type: none"> - Bau: Ablagerungsstandorte im Lee und unter der Hunzigenbrücke - Bau: Bewirtschaftung Baustellen-Abfälle - Betrieb: Littering durch Erholungssuchende - Bau: sorgfältiger Umgang mit Neophyten (Entsorgung) - Betrieb: Unterhaltskonzept inkl. Umgang mit Neophyten wichtig - Bau: Einsatz umweltgefährdenden Stoffe - Bau: temporäre Rodungen - Betrieb: Holzschnäge für Teiche etc., standortgerechte Waldgesellschaften im Bereich der Aufweitung - Bau: Zerstörung bestehender Habitate, allg. Störung durch Bauemissionen - Betrieb: Auentyptische Lebensräume, neue Teiche und - Betrieb: Annäherung an ursprüngliche Auenlandschaft 							<ul style="list-style-type: none"> - Die Schützenfahrbrücke ist im Bauinventar des Kantons Bern als erhaltenswertes Objekt und auch als IVS-Objekt inventarisiert. Ebenfalls gibt es im Bereich Hunzigenauabrücke und Lee historische Verkehrswege mit regionaler bzw. lokaler Bedeutung. Dies ist in der weiteren Planung zu berücksichtigen. 	
		◆	mit Vorbelastung unerheblich	●	mässige Umweltbelastung	●	erhebiche Umweltbelastung	☆	Entlastung / Verbesserung	

Abb. 57 Relevanzmatrix

Richt- und Nutzungsplanung

8.2 Auswirkungen auf Nutzung**8.2.1 Richt- und Nutzungsplanung**

Die geplanten Hochwasserschutzmassnahmen schützen den Weiler Vehweid, das Restaurant Campagna mit zugehörigem Gäste- und Zollhaus, die Badi Münsingen und die Autobahn zukünftig bis zu 100-jährlichen Hochwasserereignissen. Bei grösseren Hochwasserereignissen wird kontrolliert linksseitig in die Belpau entlastet. Beim Weiler Vehweid kann es bei solchen sehr seltenen Hochwasserereignissen aufgrund des entlasteten Wassers zu Überflutungen schwächer bis mittlerer Intensität kommen. Die Gefährdung des Weilers kann in der Gefahrenkartierung zukünftig voraussichtlich von mittel auf gering zurückgestuft werden. Dadurch ergeben sich auch Chancen für die Siedlungsentwicklung im Gebiet Vehweid.

Siedlungsflächen

8.2.2 Siedlungsflächen

Siedlungsflächen werden durch das Projekt keine tangiert.

Verkehr und Schifffahrt

8.2.3 Verkehr und Schifffahrt

Verkehr und Schifffahrt werden durch das Projekt nicht beeinträchtigt.

Fuss- und Wanderwege

8.2.4 Fuss- und Wanderwege

Das bestehende Wegnetz kann teilweise weitergenutzt werden und wird mit neuen Wegen ergänzt. Fußgänger und Velofahrer werden meist auf separaten Wegen geführt, was Nutzungskonflikte entschärfen soll. Einige bestehende Wege werden durch den laufenden Unterhalt redimensioniert, andere im Rahmen einer Sanierung etwas verbreitert. Grundsätzlich wird der Wanderweg, welcher heute unmittelbar der Aare entlangläuft im Jahr 2036 von der dynamischen Aufweitung weggenommen und leicht nach hinten versetzt. Bis zur 2. Etappe wird das Wegnetz nur ergänzt.

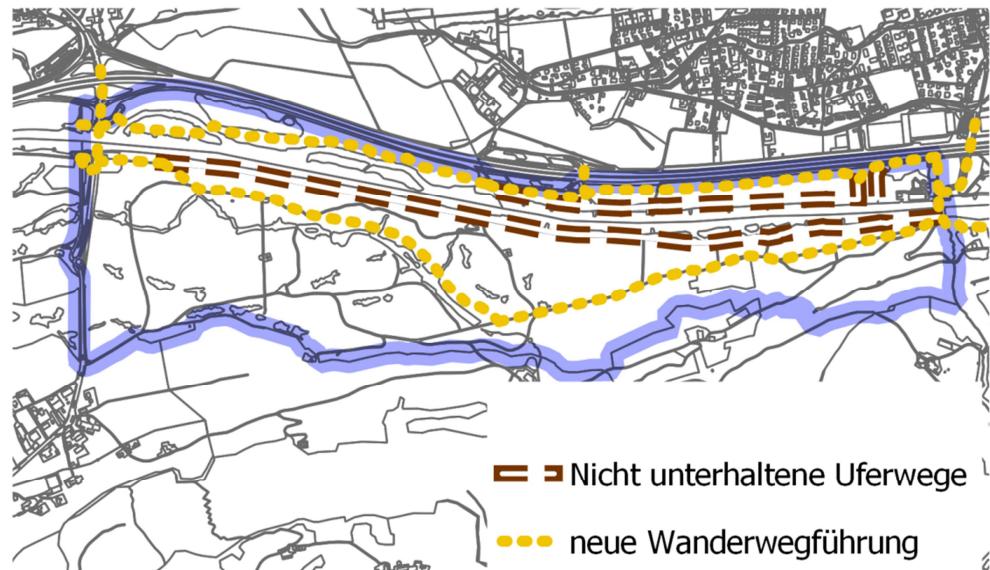


Abb. 58 Wanderwegführung

Trinkwasserleitungen

8.2.5 Werkleitungen

Die Trinkwasserleitungen der Trinkwasserfassung in der *Oberen Belpau* werden in zweiter Etappe nach deren Aufhebung 2036 durch den Werkeigentümer rückgebaut.

Bachleitungen	Im Projektperimeter werden keine Bachleitungen in die Aare eingeleitet.
Abwasserleitungen	Das Vorgehen für die Verlegung des Einlaufs der Auslaufleitung (ARA Münsingen) wird in Abschnitt 5.3.6 beschrieben. Im Wasserbauplan <i>Obere Belpau</i> wird für die neue Einleitstelle der Leitung ein Freihaltebereich (siehe Abb. 49) ausgeschieden. Die Anpassung der Auslaufleitung ist Sache des Werkeigentümers.
Gasleitungen	Gasleitungen werden durch das Projekt voraussichtlich keine tangiert.
Elektroleitungen	Die bestehende Elektroleitung rechtsufrig nahe der Autobahnrasstation wird angepasst.
Telekommunikationsleitungen	Telekommunikationsleitungen werden durch das Projekt voraussichtlich keine tangiert.
Kabelkommunikationsleitungen	Kabelkommunikationsleitungen werden durch das Projekt voraussichtlich keine tangiert.

8.2.6 Wasserrechte

Wasserrechte	Bestehende Wasserrechte sind im Projektperimeter keine bekannt.
--------------	---

8.2.7 Konzessionen Wasserkraftwerke

Konzessionen Kraftwerke	Im Projektperimeter befinden sich keine Wasserkraftwerke.
-------------------------	---

8.3 Auswirkungen auf Heimat- und Ortsbildschutz

8.3.1 Archäologisches Inventar

Archäologisches Inventar	Im Projektperimeter sind keine archäologischen Fundstellen bekannt.
--------------------------	---

8.3.2 Bauinventar

Bauinventar	Die Schützenfahrbrücke ist im Bauinventar des Denkmalschutzes des Kantons Bern als erhaltenswert eingestuft. Der Hochwasserschutz ist hoch einzustufen, so dass ein Neubau einer Instandsetzung vorgezogen wird. Durch die Ausführungsvariante Fachwerktrögebrücke wird sich die neue Brücke optisch an der bestehenden orientieren.
-------------	--

8.3.3 Historische Verkehrswege

Historische Verkehrswege	Die Schützenfahrbrücke weist eine regionale Bedeutung, mit historischem Verlauf inkl. Substanz auf. Da durch die Werkeigentümer ein Neubau bevorzugt wird, wird diese Substanz komplett ersetzt. Durch die Ausführungsvariante Fachwerktrögebrücke wird sich die neue Brücke optisch an der bestehenden orientieren.
--------------------------	--

Die historischen Verkehrswege Viehweidstrasse / Hunzikenbrücke und Rainhusi / Leen werden nicht durch bauliche Massnahmen tangiert.

8.3.4 Geschützte Bäume und Hecken

Geschützte Bäume und Hecken	Hecken und Ufergehölze sind gemäss Natur- und Heimatschutzgesetz NHG Art. 27.1 geschützt. Geschützte Bäume sind im Perimeter in den jeweiligen Zonenplänen von Belp, Münsingen und Rubigen nicht eingetragen. Der ganze Projektperimeter befindet sich aber in einem kantonalen Naturschutzgebiet, Teile davon innerhalb vom SFG und innerhalb des gesetzlichen Gewässerraums.
-----------------------------	--

Auswirkungen auf Natur und Landschaft

8.4 Auswirkungen auf Natur und Landschaft

Der geplante Hochwasserschutzbau in der *Oberen Belpau* führt entlang der Hauptgiesse mitten durch den ehemaligen Auenwald. Dies stellt eine massive Beeinträchtigung der Landschaft dar, insbesondere dort wo der Damm nicht oder nur bedingt wieder bestockt werden kann.

Der Dammbau führt auch zu einem temporären und definitiven Verlust an unterschiedlich wertvollen Naturflächen. Gegenüber dem Istzustand ist im Endzustand insgesamt jedoch eine bedeutende Aufwertung des Aareraumes hin zu einer naturnahen Flusslandschaft zu erwarten. Ab der 2. Etappe (ab 2036) ermöglicht die Entfernung der bestehenden Uferverbauungen der Aare durch Seitenerosion ihr Gerinne eigendynamisch zu verbreitern. Durch die Gewährleistung einer möglichst grossen Dynamik bis hin zu einer definierten Interventionslinie werden vielfältige Lebensräume zu Wasser und zu Land geschaffen, mit einer diversen, autotypischen Flora und Fauna. Insgesamt rund 30 ha Waldfläche werden beidseitig der Aare einer natürlichen Auendynamik überlassen.

Die von den Gerinneverbreiterungen betroffenen Flächen sind heute mehrheitlich Waldareal. Die bestockte Fläche des heutigen Nutzwaldes wird mittel- bis langfristig deutlich abnehmen. Die neue initialisierte Dynamik des Flusses schafft dafür wieder Raum für Pionierstandorte und standortgerechte Waldvegetation, z.B. die heute seltenen aber ursprünglich weit verbreiteten Weichholzauen.

Ufervegetation

8.4.1 Ufervegetation

Durch das Zulassen und Anstoßen der dynamischen Prozesse wird sich die Ufervegetation ab der 2. Etappe wieder Richtung standortgerechter Auengesellschaft entwickeln. Die andauernden Erosions- und Ablagerungsprozesse formen ein Mosaik aus steileren und flacheren Uferpartien mit Kiesbänken und Ruderalstandorten. Die natürliche Sukzession führt zu einer abgestuften Vegetationsdecke von Weidengebüsch und anderen Weichholzarten bis hin zur bestehenden Hartholzaue.

Fauna

8.4.2 Fauna und Flora

Auch die Fauna profitiert von diesen dynamischen Lebensraumveränderungen. Für die Fische entstehen heterogene Ufer- und Sohlstrukturen mit variablen Wassertiefen und Strömungsverhältnissen. Die Flachwasserzonen bieten idealen Lebensraum für die Jungfische und die engere Verzahnung von aquatischem und terrestrischem Lebensraum führt zu mehr Versteckmöglichkeiten unter Totholz oder überhängender Vegetation. Die Amphibien erhalten wertvolle neue Trittssteinbiotope, welche die Ausbreitung und die Vernetzung zwischen den bestehenden Biotopen von nationaler Bedeutung erleichtert. Reptilien profitieren durch die angestrebte Lichtung des Waldes von mehr Sonne und Wärme und die zusätzlichen Kleinstrukturen bieten ihnen neue Lebensräume.

Flora

Durch die Dynamik wird sich entlang des Ufers eine natürliche, lichtere Auenvegetation bilden mit einem kleinräumigen Mosaik an Lebensräumen. Die gezielten Uferanrisse werden bei Hochwasser Aarewasser in die bestehenden Auenrelikte führen und dadurch diesen Lebensraum zu Gunsten von feuchtliebenden Arten aufwerten. Aus Senken werden Tümpel und aus kleinen Runsen Feuchtgebiete, welche die Vernetzung von Wasser und Land unterstützen.

Landschaftsschutzgebiete und Naturschutzgebiete

8.4.3 Landschaftsschutzgebiete und Naturschutzgebiete

Die gewählte Projektvariante sieht in der *Oberen Belpau* einen Hochwasserschutzbau entlang der Hauptgiesse mitten durch den ehemaligen Auenwald vor. Damit stellt der Damm einen gravierenden Eingriff in mehrere nationale und kantonale Schutzgebiete dar. Aus Sicht des Landschafts- und Naturschutzes wären Projektvarianten mit einem Damm ausserhalb oder am Rand der Schutzgebiete unbedingt zu bevorzugen, diese wurden jedoch aus verschiedenen Überlegungen im Rahmen der Variantendiskussion verworfen. Die vorliegende Variante stellt ein Kompromiss dar, bei der auch die Schutzgebiete profitieren können.

Auf der anderen Seite werden das Auengebiet von nationaler Bedeutung, das BLN-Gebiet und das kantonale Naturschutzgebiet in ihren Schutzbeschlüssen durch die Revitalisierung der ursprünglichen Auenlandschaft gestärkt. Ab 2036 werden insgesamt rund 30 ha Waldfläche beidseitig der Aare einer natürlichen Auendynamik überlassen.

Die baulichen HWS-Massnahmen und der neue Erosionsbereich der Aare führt hingegen zu einem Verlust bzw. Verlagerung von unterschiedlich geeigneten Lebensräumen im Amphibiengebiet von nationaler Bedeutung Belpau. Vorgängig umgesetzte Aufwertungs- und Ersatzmassnahmen sowie neue Lebensräume im dynamischen Auenbereich werden diese Verluste kompensieren.

Weiter liegt die kleine Landwirtschaftsfläche im Bereich der Oberen Belpau in einem kantonalen Landschaftsschutzgebiet. In diesem Bereich sind jedoch keine baulichen Massnahmen geplant.

Wald

Die geplanten Massnahmen wirken sich verschiedentlich auf den Wald aus:

- Temporäre Rodungen: Für die Baupisten, den Rückbau der bestehenden Uferschutzmassnahmen, das Erstellen der Uferanrisse und Initialgräben, die temporären Uferschutzmassnahmen, das Erstellen von Teichen sowie für die Hochwasserschutzdämme sind temporäre Rodungen nötig. Die Wiederaufforstung erfolgt an Ort und Stelle durch natürliche Vegetationssukzession (Naturverjüngung) und Initialpflanzungen, insbesondere seltener Baum- und Strauchpflanzen.
- Nachteilige Nutzung: Im Bereich der Hochwasserschutzdämme ist zusätzlich eine Bewilligung für nachteilige Nutzung nötig, wenn die zukünftige Bestockung gewissen Einschränkungen unterliegt (z.B. Niederhalteservitut wegen der Dammstabilität).
- Forstliche Bauten: Die Verlegung der Wege erfordert eine Bewilligung für forstliche Bauten.
- Der Wald im Projektperimeter soll langfristig eine möglichst standortgerechte, vielfältig strukturierte Auenwaldvegetation mit dauernder Bestockung aufweisen.

Auswirkungen auf Gewässerökologie und Fischerei

8.5 Auswirkungen auf Gewässerökologie und Fischerei

Die dynamische Strukturierung des Ufers fördert eine heterogene Sohlenstruktur und bietet verschiedenen Fischarten Unterschlupf und Laichhabitatem. Längerfristig bilden sich durch die Initialisierungsmassnahmen neue Gewässerläufe innerhalb des Waldes oder unterspülte Ufer.

8.5.1 Geschiebehaushalt

Geschiebedefizit

Die Aare zwischen Thun und Bern ist aufgrund des kanalisierten Gewässerlaufs einer stetigen Sohlenerosion ausgesetzt. Durch die Verbauungen der Seitenbäche und der Ufer reduziert sich die Geschiebemenge, die natürlicherweise in die Aare gelangen würde [1]. Durch den Rückbau der Uferschutzmassnahmen und die Initialisierungsmassnahmen wird der Aare die Möglichkeit geboten sich selbstständig, eigendynamisch zu entwickeln.

Seitenerosion

Massgebender Prozess für die eigendynamische Entwicklung der Aare im Bereich *Obere Belpau* ist die Seitenerosion (vgl. Abb. 59). Durch die allmähliche Gerinneverbreiterung durch Seitenerosion wird das Geschiebetransportvermögen der Aare reduziert und die Erosionstendenz verringert bzw. werden Sohlenauflandungen bewirkt. Zudem wird zusätzliches Geschiebe in die Aare eingetragen, was sich günstig auf die Sohlenlage in den flussabwärtsliegenden Abschnitten auswirkt. Durch den zusätzlichen Geschiebeeintrag infolge Seitenerosion kann das Geschiebedefizit der Aare reduziert werden.



Abb. 59 Durch Seitenerosion beanspruchtes Ufer an der Aare.

Koordination mit Gesamtmodell

Der Einfluss des veränderten Gerinnes im Abschnitt *Obere Belpau* auf die übrigen Abschnitte der Aare kann Anhand des 1D-Geschiebemodells, das von der Firma Hunziker, Zarn und Partner betrieben wird, quantifiziert werden [11].

Gerinnemorphologie

8.5.2 Gerinnemorphologie

Im Bereich des eigendynamischen Bereiches werden durch die geplanten Initialisierungsmassnahmen Altläufe der Aare reaktiviert und der Aare wird es ermöglicht sich eigendynamisch zu entwickeln.

Es wird damit gerechnet, dass sich in diesem Abschnitt die Bildung von alternierenden Bänken weiter verstärkt. Aufgrund der Reaktivierung der Altläufe wird damit gerechnet, dass sich ein verzweigter Flusslauf einstellt. Das Diagramm basiert auf einem geschiebetechnischen Gleichgewichtszustand (d.h. der Geschiebetransport entspricht dem Transportvermögen, es gibt kein Geschiebedefizit), was heute in der Aare nicht der Fall ist. Im Sinne von Hinweisen auf die mögliche zukünftige Morphologie wird das Diagramm trotzdem erwähnt (Abb. 60).

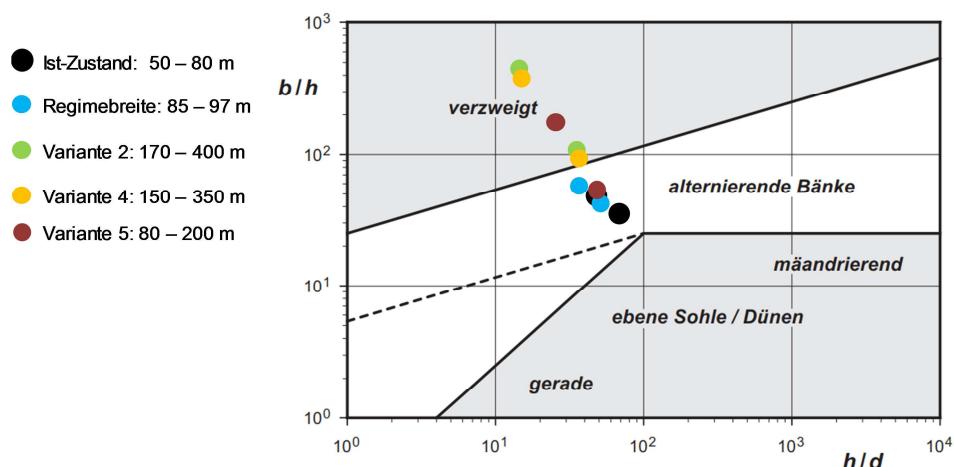


Abb. 60 Diagramm der Aare nach Yalin, da Silva für die betrachteten Varianten.

Reaktivierung von Altarmen

Durch die geplanten Initialisierungsmassnahmen sollen bestehende Altarme der Aare wieder mit dem Hauptgerinne verbunden werden (Abb. 61). Damit wird der Aare die Möglichkeit gegeben ein verzweigtes Gerinne zu bilden (Abb. 60).

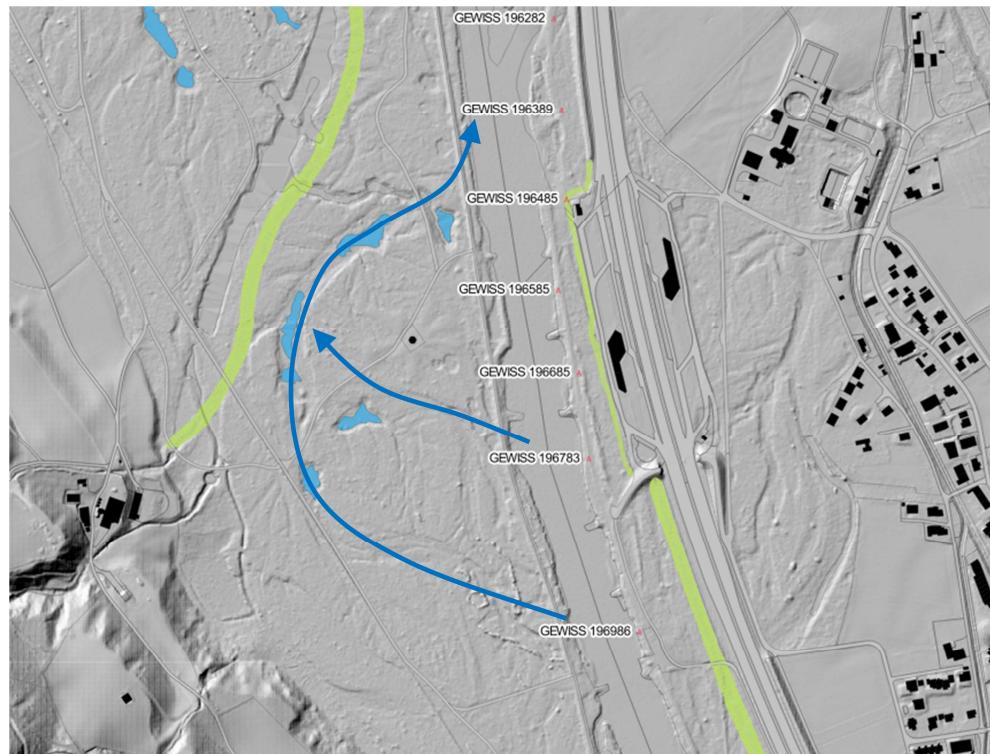


Abb. 61 Anbindung von Altarmen durch Initialisierungsmassnahmen ab 2036.

Querströmungen

Im Bereich der Hunzigenau bewirken bereits heute Kiesbänke Querströmungen bei kleineren Hochwassern, welche das Ufer teilweise stark beanspruchen und erodieren. Aufgrund des vergrösserten Fliessquerschnittes wird das Transportvermögen der Aare auch oberhalb der Hunzigenau reduziert und die Bildung von Kiesbänken wird gefördert, wodurch die Ufer durch Querströmungen stärker beansprucht werden können. Der bestehende Wald entlang des linken Aareufers stabilisiert die Seitenarme und das Hauptgerinne und schützt diese zu einem gewissen Grad vor Seitenerosionsprozessen.

Hochwasserschutz

Die sich bildenden Kiesbänke und allfällige Sohlenanhebungen haben keinen negativen Einfluss auf den Hochwasserschutz. In der Bestimmung des Freibords wurde die Unsicherheit in der zukünftigen Sohlenlage basierend auf den Langzeitsimulationen von HZP [1] mit 0.5 m angenommen (vgl. Kapitel 4.2.3).

Kolk

Zusammen mit Kiesbänken bilden sich auch Kolke. Dadurch besteht auch bei kleineren Abflüssen ein Gerinne mit genügender Fließtiefe.

Morphologische Simulationen

Die morphologische Simulation zeigt qualitativ, wie sich die Aare im Bereich Belpau entwickeln könnte. Im Anhang 3 ist eine Übersicht der Sohlenveränderung nach 5 Jahren dargestellt.

Abschnitt Badi Münsingen bis Autobahnrasstation

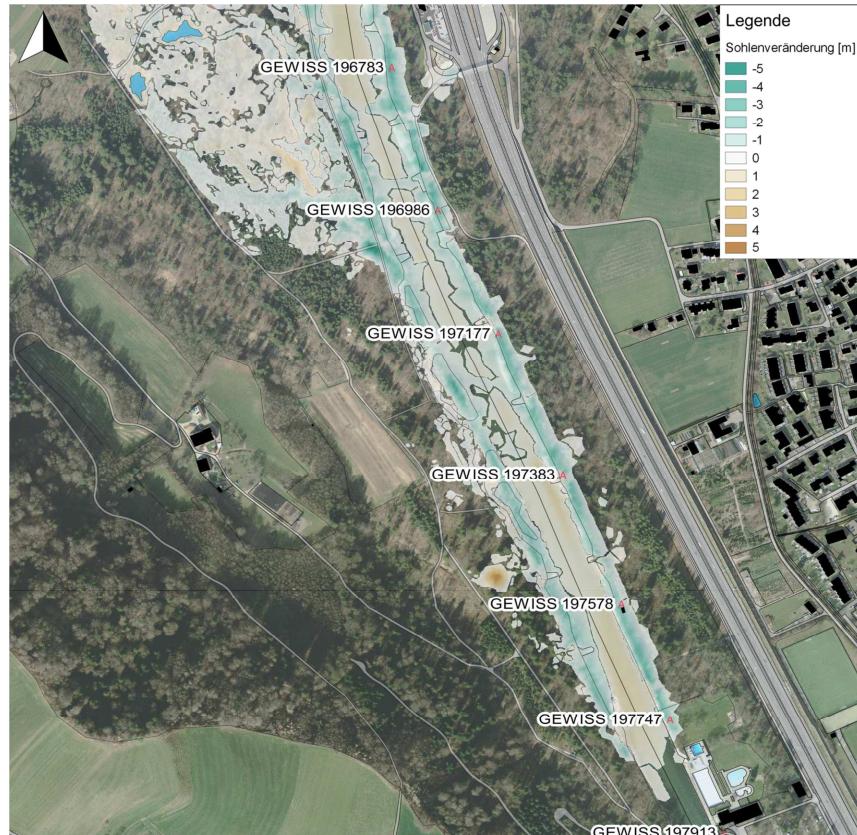


Abb. 62 Sohlenveränderung nach 5 Jahren im Abschnitt Badi Münsingen bis Autobahnrasstation.

In diesem Bereich wird sich das Gerinne aufgrund von Seitenerosionsprozessen verbreitern und es werden sich Kiesbänke bilden. Basierend auf der Abb. 60 kann mit alternierenden Bänken gerechnet werden. Die Ufervegetation wird in der Realität den Seitenerosionsprozess verzögern und in diesem Sinne einen biologischen Uferschutz bilden.

Nördlich der Autobahnrasstation (GEWISS 196'986) kann die Aare aufgrund der Initialisierungsmassnahmen und der Topographie linksseitig ausufern und im Auenwald Altarme reaktivieren.

Abschnitt Autobahnrasstation bis Hunzikenbrücke

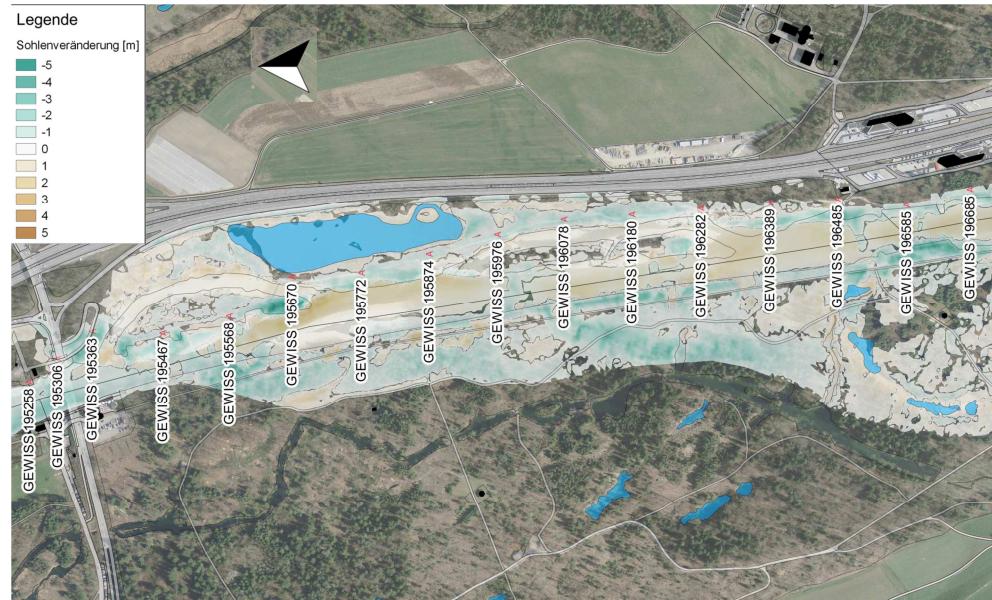


Abb. 63 Sohlenveränderung nach 5 Jahren im Abschnitt Autobahnrasstation bis Hunzikenbrücke.

Qualitativ können mit dem Modell im Bereich Hunzigenau ähnliche Seitenerosionsprozesse abgebildet werden, wie sie in der Realität beobachtet werden (starke Seitenerosionsprozesse zwischen den beiden Inseln, Bildung von Kiesbänken, Verlandung des südlichen Seitenarms). Linksufrig bildet die Aare im Modell entlang des projektierten Hochwasserschuttdamms einen Seitenarm aus. Die Sohle im Hauptgerinne zeigt Auflandungstendenzen.

Situation bei einem mittleren Abfluss $Q_m = 110 \text{ m}^3/\text{s}$

Die folgende Abbildung zeigt die Fließtiefen im Ausgangszustand mit Initialisierungsmassnahmen nach 2036 und nach 5 Jahren für einen mittleren Abfluss von $110 \text{ m}^3/\text{s}$.

Der Vergleich der beiden Abbildungen zeigt wie sich Seitenarme entlang des projektierten Hochwasserschuttdamms ausbilden und sich in Übereinstimmung mit Abb. 60 eine verzweigte Gerinnemorphologie entwickelt.

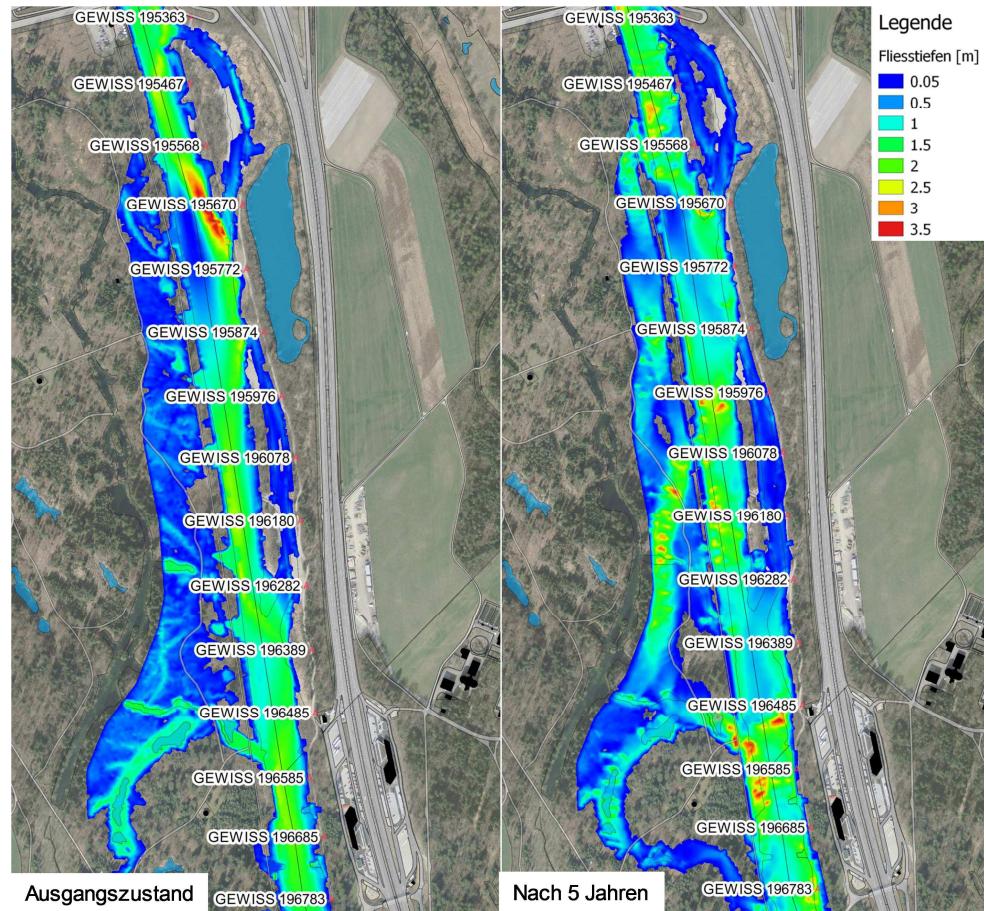


Abb. 64 Fliessstiefen für einen mittleren Abfluss im Ausgangszustand (2036) mit Initialisierungsmassnahmen.

Vegetation

Wie bereits erwähnt kann im Modell der Einfluss der Vegetation auf den Erosionsprozess nicht abgebildet werden. Ein entsprechendes Modell ist gegenwärtig in der Entwicklung an der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH Zürich. Aufgrund von Naturbeobachtungen kann davon ausgegangen werden, dass die Bäume aufgrund ihrer Wurzeln den Erosionsprozess verzögern werden und einen natürlichen Uferschutz bilden werden.

Hunzigenau

Im Modell kommt es in den beiden Seitenarmen der Aare zu Auflandungen. Bei einem mittleren Abfluss werden diese aber immer noch durchflossen (Abb. 64). Längerfristig kann ein Verlanden der Seitenarme nicht ausgeschlossen werden.

Hunzikenbrücke

Das Modell zeigt unmittelbar unterhalb der Hunzikenbrücke Erosionstendenzen. Die BAFU-Aufnahmen zeigen von 2007 bis 2016 im Bereich der Hunzikenbrücke Erosionen von 27 cm (GEWISS 195'363) bzw. 16 cm (GEWISS 195'306). Diese Erosionen sind vermutlich auf die Aufweitung Hunzigenau zurückzuführen. Aufgrund der zusätzlichen Gerinnebreite durch die eigendynamische Entwicklung der Belpau können die Erosionen verstärkt werden (Verengungskolk). Beim Vergleich mit den Resultaten aus den eindimensionalen Langzeitsimulationen der Firma Hunziker, Zarn und Partner [11], [28] können für diesen Bereich noch klarere Aussagen gemacht werden.

Ökomorphologie**8.5.3 Ökomorphologie**

Im Bereich der geplanten Aufweitungen wird sich die Ökomorphologie auf der ganzen Uferlänge stark verbessern. Die bestehenden Uferverbauungen werden entfernt und die Ufer durch die Seitenerosion der Aare neu strukturiert. Es stellt sich ein natürliches Ufer einer Auenlandschaft ein.

Quer- und Längsvernetzung**8.5.4 Quer- und Längsvernetzung**

Die Längsvernetzung in der Aare ist bereits heute gegeben. Die Quervernetzung wird durch die Verzahnung von aquatischen und terrestrischen Lebensräumen im Uferbereich deutlich erhöht. Zusätzlich ermöglichen die neu geschaffenen Amphibiengewässer ausserhalb der dynamischen Aue eine bessere Vernetzung entlang dem Belpberg auf der linken Aaresseite und der Autobahn auf der rechten Aaresseite.

Wasserqualität**8.6 Auswirkungen auf Wasserqualität**

Die Wasserqualität wird durch das Projekt nicht bedeutend beeinflusst. Die vielfältigen Strukturen erhöhen die Selbstreinigungskraft, weshalb die Wasserqualität tendenziell eher verbessert wird. Die Wasserqualität der Wasserfassungen wird nicht beeinträchtigt.

Grundwasser**8.7 Auswirkungen auf Grundwasser**

Die eigendynamischen Aufweitungen der Aare sollen die Sohlenerosion und die damit einhergehende Absenkung des Grundwasserspiegels langfristig vermindern.

Grundwasserschutzzonen**8.7.1 Schutzzonen**

Die Grundwasserschutzzonen S1 - S3 der Trinkwasserfassung werden bis zum Ende der Konzession 2036 durch provisorische Uferschutzmassnahmen geschützt. Um Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität durch den Damm- und Uferschutzbau zu verhindern, müssen die Trinkwasserfassungen voraussichtlich während den Bauarbeiten im Bereich der Grundwasserschutzzonen temporär ausser Betrieb genommen werden.

Trinkwasserfassungen**8.7.2 Trinkwasserfassungen**

Die Trinkwasserfassungen können bis 2036 weiterbetrieben werden, da Aufweitungen der Aare erst in zweiter Etappe nach Ablauf der Konzessionen zugelassen werden.

Altlasten**8.7.3 Altlasten**

Die Ablagerungsstandorte mit Bauschutt und Siedlungsabfällen beim Parkplatz Restaurant Campagna und im Leen werden durch die baulichen Massnahmen voraussichtlich nicht tangiert. Sollten während den Bauarbeiten weitere, bisher unbekannte Altlasten auftauchen, sind diese zu sanieren.

Auswirkungen auf Landwirtschaft**8.8 Auswirkungen auf Landwirtschaft**

Durch das Projekt werden keine Landwirtschaftsflächen tangiert.

9. Verbleibende Gefahren und Risiken

9.1 Überlastfall

Überlastfall

Gemäss Regierungsratsbeschluss vom 21. Juni 2017 [2] soll es bei Abflüssen $> 550 \text{ m}^3/\text{s}$ (HQ_{100}) zu einer linksseitigen Entlastung im Bereich Belpau kommen um die nachfolgenden Dammabschnitte unterhalb der Hunzikenbrücke auf etwa 8 km Länge zu schützen.

Überlastfall im Ist-Zustand

Gemäss Studie zu Extremhochwasser im Einzugsgebiet der Aare [9] können Extremhochwasser mit Abflüssen zwischen 700 und $780 \text{ m}^3/\text{s}$ auftreten. Im Ist-Zustand überströmt ein Extremhochwasser unterhalb der Schützenfahrbrücke in Münsingen bis zum Flugplatz Bern - Belp die linken Dämme und es muss mit Dammbrüchen gerechnet werden. Von einer Überflutung betroffen sind der Weiler Vehweid und der Flugplatz Bern - Belp, zahlreiche Einzelgebäude im Bereich Belpmoos und grosse landwirtschaftliche Flächen (Abb. 65).

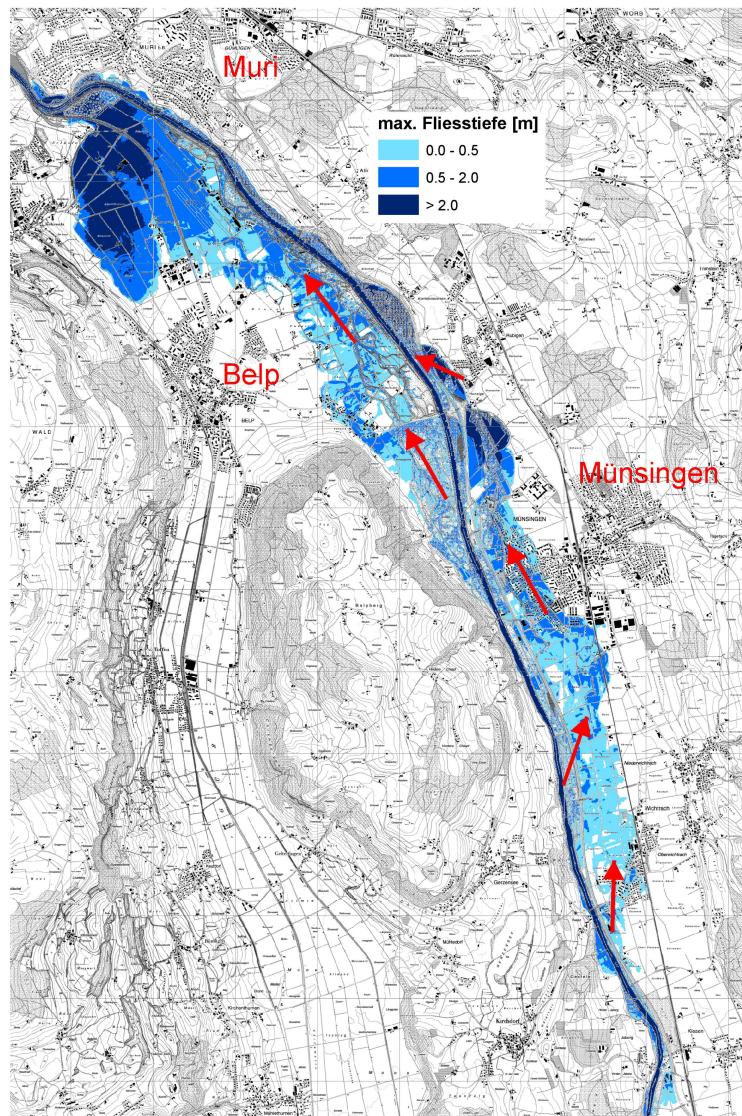


Abb. 65 Maximale Überflutungsflächen bei einem $\text{EHQ} = 780 \text{ m}^3/\text{s}$ [9] im Ist-Zustand

Überlastfall im Projekt

Bei Abflüssen grösser als 550 m³/s ist eine gezielte Entlastung im Bereich Obere Belpau geplant. Das entlastete Wasser fliesst in Richtung Vehweid. Ein Teil des Wassers wird über den bestehenden Durchlass unter der Viehweidstrasse abgeleitet. Der Rest fliesst teilweise durch den Weiler Vehweid und über die Viehweidstrasse weiter in Richtung Belpmoos und Flugplatz Bern - Belp. Im Bereich Selhofen kann das Wasser wieder zurück in die Aare fliessen. Durch diese Entlastung können die Dämme im Abschnitt unterhalb der Hunzikenbrücke bis Selhofen vor einem unerwünschten Überströmen und vor allfälligen unkontrollierbaren Dammbrüchen geschützt werden.

Lenkung Überlastfall

Zur Lenkung des Überlastfalles und zum Schutz des Weilers Vehweid wurde die Erhöhung des bestehenden Weges um ca. 1.0 m geprüft (Abb. 66). Die Gesamtlänge der notwendigen Geländeanpassung beträgt ca. 760 m. Davon sind ca. 180 m Anpassungen im freien Gelände entlang des Waldes ohne Weg. Im Bereich der Viehweidstrasse wären mobile Massnahmen notwendig (z.B. Betonelemente, Beaver Schlauchsystem), um ein Abfliessen des Wassers über die Viehweidstrasse in Richtung Vehweid zu verhindern.

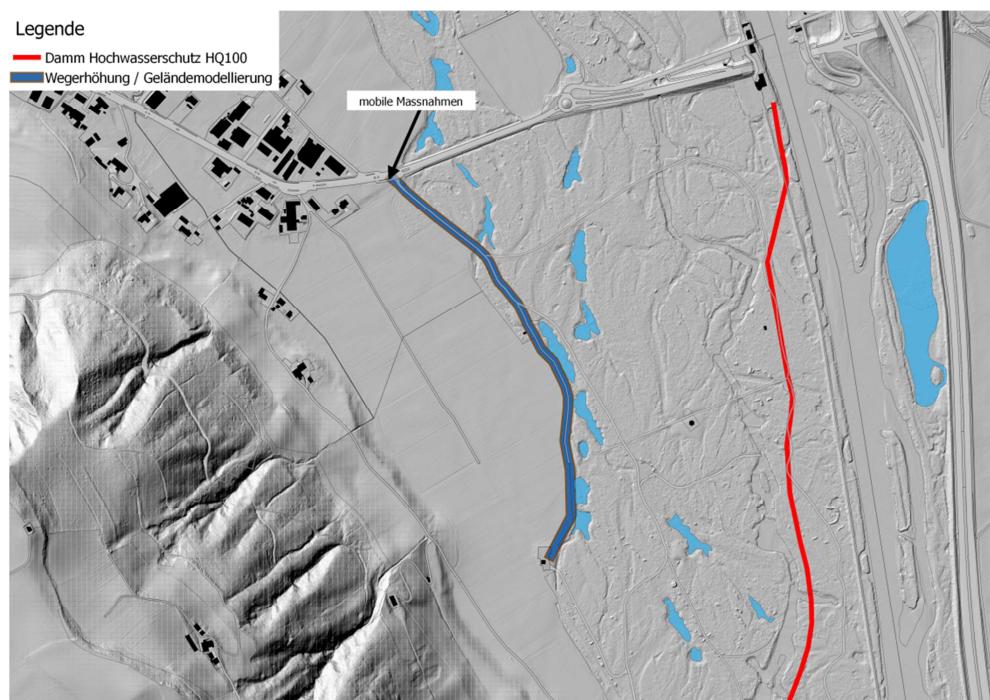


Abb. 66 Erhöhung des Weges, Geländemodellierung zur Lenkung des Überlastfalles.

Nutzen / Kosten-Verhältnis

Die Prüfung der Wirtschaftlichkeit der Massnahme wird mit EconoMe durchgeführt. EconoMe ist ein Werkzeug, das vom BAFU zur Verfügung gestellt wird, um das Nutzen / Kosten-Verhältnis verschiedener Schutzmassnahmen zu analysieren und erlaubt so, deren Wirksamkeit (Risikoverminderung) und Wirtschaftlichkeit einzuschätzen. Die Analyse ergibt für die Massnahme zur Lenkung des Überlastfalles ein Nutzen / Kosten-Verhältnis von 1.0 und liegt somit im Grenzbereich der Wirtschaftlichkeit. Da kein besseres Nutzen / Kosten-Verhältnis erzielt wird, werden auf zusätzliche bauliche Massnahmen zur Lenkung des Überlastfalls verzichtet. Organisatorische Massnahmen können in der Notfallplanung vorgesehen werden. Die Kosten für die

Lenkungsmassnahmen sind in der Kostenschätzung nicht berücksichtigt. Die Resultate sind im Anhang 2 dargestellt.

9.2 Restgefährdung (Intensitäts- und Gefahrenkarten nach Massnahmen)

Restgefährdung

Die geplanten Hochwasserschutzmassnahmen schützen den Weiler Vehweid, das Restaurant Campagna mit zugehörigem Gäste- und Zollhaus, den Flugplatz Bern - Belp, die Badi Münsingen und die Autobahn zukünftig bis zu 100-jährlichen Hochwasserereignissen. Bei grösseren Hochwasserereignissen wird kontrolliert linksseitig in die Belpau entlastet damit das Wasser auf der nachfolgenden, 8 km langen Dammstrecke nicht irgendwo unkontrolliert über die Dämme strömt und es zu unkontrollierten Dammbrüchen kommt, welche weit grössere Schäden nach sich ziehen würden. Beim Weiler Vehweid kann es bei solchen sehr seltenen Hochwasserereignissen aufgrund des entlasteten Wassers zu Überflutungen schwacher bis mittlerer Intensität kommen. Die Intensitäts- und Gefahrenkarten sind nach Realisierung der Massnahmen entsprechend anzupassen (gelbe Gefahrenzonen in Gefahrenkarte).

10. Nachweis der Kostenwirksamkeit

Kostenwirksamkeit

Der Nachweis der Kostenwirksamkeit wurde über den gesamten Aareabschnitt Thun - Bern erbracht [2]. Eine separate Betrachtung der Kostenwirksamkeit für den Wasserbauplan *Obere Belpau* ist nicht mehr vorgesehen.

11. Umsetzung der verbleibenden Gefahren in die Richt- und Nutzungsplanung

Umsetzung der verbleibenden Gefahren in die Richt- und Nutzungsplanung

Die Intensitäts- und Gefahrenkarten sind zu aktualisieren und die Nutzungsplanung anzupassen.

12. Notfallplanung

Notfallplanung

Zur Bewältigung des Überlastfalls kann im weiteren Projektverlauf bei Bedarf ein Notfallkonzept ausgearbeitet werden. Bestehende Notfallplanungen sind wo nötig anzupassen.

13. Termine

Terminprogramm

Das Projekt kann in folgende Phasen unterteilt werden:

Projektpphase	Termine
Projektstart	August 2017
Öffentliche Mitwirkung	27. April bis 28. Mai 2018
Vorprüfung	Sommer bis Herbst 2018
Planauflageverfahren	Frühjahr bis Sommer 2019
Publikation und öffentliche Auflage	Herbst 2019
Plangenehmigung und Finanzbeschlüsse	Winter 2019 / 2020

Tab. 22 Terminprogramm

14. Literaturverzeichnis

Der vorliegende Auftrag basiert auf folgenden Grundlagen:

- [1] aarewasser, *Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun - Bern*, 2012.
- [2] Regierungsrat des Kantons Bern, *Regierungsratsbeschluss: Grundsatzbeschluss zu den Zielsetzungen für die Nachfolgeprojekte zum abgeschriebenen Verfahren betr. Kantonaler Wasserbauplan nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun - Bern (aarewasser)*, 2017.
- [3] Schweizerische Eidgenossenschaft, *Karten der Schweiz*, <https://map.geo.admin.ch>, 2017.
- [4] Bundesamt für Umwelt BAFU, *Hochwasserstatistiken Aare Thun und Bern*, Schönau, 2017.
- [5] Bundesamt für Umwelt BAFU (ehemals Bundesamt für Wasser und Geologie BWG), *Hochwasser 1999, Analyse der Ereignisse*, 2000.
- [6] Amt für Wasser und Abfall AWA (ehemals Wasser- und Energiewirtschaftsamt WEA), *Sommerhochwasser 2005*, 2005.
- [7] Kanton Bern, *Geoportal des Kantons Bern*, <https://www.geo.apps.be.ch/de>, 2017.
- [8] Regierungsrat des Kantons Bern, *Wasserstrategie 2010 des Kantons Bern*, 2010.
- [9] geo7, HZP, IUB, Emch + Berger AG, *Extremhochwasser im Einzugsgebiet der Aare, Kurzfassung zum Schlussbericht*, 2007.
- [10] Bundesamt für Umwelt BAFU, *Niedrigwasserstatistiken Aare Thun und Bern*, Schönau, 2017.
- [11] Hunziker, Zarn & Partner, *Aare Thun bis Bern, Aktualisierung Geschiebetransportmodell anhand Vermessung 2015 (Entwurf)*, 2018.
- [12] Herzog Ingenieure AG, *Schwemmholtuntersuchung Zulg*, 2017.
- [13] Herzog Ingenieure AG, *Hochwasserschutz und Vernetzung Zulg*, 2017.
- [14] naturaqua PBK, *Raumbedarf der Aare zwischen Thun und Bern*, 2012.
- [15] Sigmaplan, *Ökomorphologie der Aare in den Kantonen Bern und Solothurn*, 2006.
- [16] Bundesamt für Umwelt BAFU (ehemals Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL), *Aeschenpopulationen von nationaler Bedeutung*, 2002.
- [17] Fischereiinspektorat des Kantons Bern, *GewässerZustandAaretal (GZA)*, 2013.
- [18] Bundesamt für Umwelt BAFU (ehemals Bundesamt für Wasser und Geologie BWG), *Hochwasserschutz an Fließgewässern*, 2001.
- [19] Bundesamt für Umwelt BAFU, *Hochwasserabflüsse Aare*, 2017.
- [20] Kommission Hochwasserschutz KOHS, *Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen*, Wasser Energie Luft, 2013.
- [21] Flussbau AG, Geobau Ingenieure AG, *Aare: Instandstellungsprojekt Abschnitt Schützenfahr*, 2017.
- [22] M. Oplatka, *Stabilisierung und Strukturierung grosser Talflüsse mit Blockstein- und Baumbuhnen, Seminar Bauen mit dem Fluss*, 2016.
- [23] Flussbau AG, *Aare Hunzigenau Massnahmenkonzept*, 2017.

- [24] Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW der ETH Zürich,
Software BASEMENT Version 2.7, 2017.
- [25] Bundesamt für Umwelt BAFU, *Querprofilaufnahmen der Aare*, 2016.
- [26] Amt für Geoinformation AGI des Kantons Bern, *Digitales Terrainmodell LiDAR LDTM50CM*, 2017.
- [27] Hunziker, Zarn und Partner, *Hochwasserspuren und Wasserspiegellagen*, 2017.
- [28] Jäggi und Hunziker, Zarn und Partner, *Geschiebehaushalt der Aare zwischen Thun und Bern*, 2001.
- [29] Maurer, V., Indermühle, M., Balzari, C.A., Frey, M., Guthruf, J. + K., Käsermann, C., Lüscher, B., Meyer, A., Righetti, A., *Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun - Bern: Erfolgskontrolle – Istzustand*, 2012.

Anhang 1

Variantenbewertung

Nutzwertanalyse

Anleitung zum Ausfüllen der Nutzwertanalyse			
Für die Nutzwertanalyse wurden 4 Hauptziele definiert:			
A Technische Kriterien B Natur und Landschaft C Sozio-Ökonomie D Kosten			
Die 4 Hauptziele wurden wiederum in diverse Unterziele unterteilt wie z.B.			
A1 Hochwasserschutz B3 semi-aquatische und terrestrische Vernetzung (Längs und Quer) C6 Grundeigentum D1 Investitionskosten			
Der Projektverfasser beurteilt die 5 Varianten wie sich diese in Bezug der Unterkriterien verhalten und benotet diese entsprechend auf Grund der Resultate der Planung.			
Sollte aus Sicht des Auszufüllenden die Bewertung nicht korrekt sein, bitten wir das der GPL zu melden. Der Einwand wird geprüft und die Bewertung begründet, oder allenfalls angepasst.			
Der Auszufüllende beurteilt die Gewichtung der übergeordneten Hauptziele, sowie die Gewichtung der Unterziele. Die auszufüllenden Felder sind entsprechend grau eingefärbt.			
Die Summe der Gewichtung der Hauptziele muss 100 % betragen. Die Summe der Gewichtung der Unterziele pro Hauptziel muss 100 % betragen.			
Auszufüllende Felder			
25% Hauptziel			
20% Unterziel			

Resultat			
Varianten	2	4	5
Rang	1	2	3
Summe	4.2	3.8	3.2
A Technische Kriterien	1.05	0.95	0.90
B Natur + Landschaft	1.25	0.94	0.50
C Sozio-Ökonomie	0.92	1.04	1.08
D Kosten	0.96	0.83	0.71
Total	4.2	3.8	3.2

Bewertung Konzept			Bewertungskala		
Die Variante verhält sich bezüglich des Bewertungskriteriums					
5 sehr günstig	4 günstig	3 mittel	2 ungünstig	1 sehr ungünstig	

Gewichtung			Varianten		
Unterziel	Hauptziel		2	4	5
	25%		4.2	3.8	3.6
	20%	5.00%	5	5	5
	20%	5.00%	5	4	3
	20%	5.00%	4	4	4
	20%	5.00%	3	3	4
	20%	5.00%	4	3	2
Kontrolle: Summe Gewichtung Unterziele			100%		

Bemerkungen

- HQ-Schutz bei allen Varianten gleich / Dammhöhen variieren.
- Analog Dimension Aufweitung V2 > V4 > V5. Wenn Aufweitung nur kurz oder Breite Aufweitung < Regimebreite = keine Sohlensabilisierung
- Voraussetzung: Bei V3 und V5 wird jeweils EHQ-Damm realisiert, ansonsten Bewertung V2=4, V4=3, V5=2
- Alle vergleichbare Komplexität, jedoch bei V5 Vorteil kürzere Realisierungsdauer / Kompakte Realisierung, da keine Etappierung nötig
- Je enger Dämme an der Aare liegen desto höhere Risiken. Vorland als Überschwemmungsgebiet ist ein Riesenvorteil. Das Verhalten vom

Unterziel			Hauptziel		
Unterziel	Hauptziel		2	4	5
	25%		5.0	3.8	2.0
	25%	6.25%	6	4	2
	25%	6.25%	5	4	3
	25%	6.25%	5	3	1
	25%	6.25%	5	4	2
Kontrolle: Summe Gewichtung Unterziele			100%		

Bemerkungen

- Betrachtung Habitatqualität und -angebot entlang Hauptlauf Aare (auch bei V5 gesteigert) und entlang Seitenarmen (V5 keine Seitenarme)
- Bei V2 und V4 Gebiet durchwanderbar, wenn Seitenarme zeitweise nicht durstromt, bei V5 jederzeit. Bei Varianten mit Seitenarmen auch
- Analog Flächengröße Aufweitung und Anbindung ehem. Seitenarme für Durch
- Bei V5 keine regelmäßige Überflutung Auwald

Unterziel			Hauptziel		
Unterziel	Hauptziel		3.7	4.2	4.3
	25%		3.7	4.2	4.3
	17%	4.17%	4	5	3
	17%	4.17%	3	4	5
	17%	4.17%	5	4	5
	17%	4.17%	5	5	5
	17%	4.17%	1	3	4
	17%	4.17%	4	4	4
Kontrolle: Summe Gewichtung Unterziele			100%		

Bemerkungen

- V2: Eine grosse Aufweitung erhöht den Erlebniswert stark, reduziert aber die bequeme Zugänglichkeit eines Teigebiets. Bei V4 guter Mix.
- Mittelwaldnutzung ist in V2 langfristig direkt tangiert. In V4 nur indirekt (Überschwemmung), eine zukunftsorientierte Waldnutzung im Sinne
- V2 und V4: keine Beeinträchtigung für die Dauer der best. Konzession. V4 Bau des Damms (Etappe 1) heikel, weil quer durch noch existente GW-
- Betrifft nur Belp und muss bei allen Varianten eine Voraussetzung sein
- Je grösser die Aufweitungfläche um so mehr Fläche bzw. Grundeigentümer werden tangiert
- Kann bei allen Varianten erfüllt werden

Summe der Gewichtung muss 100% betragen

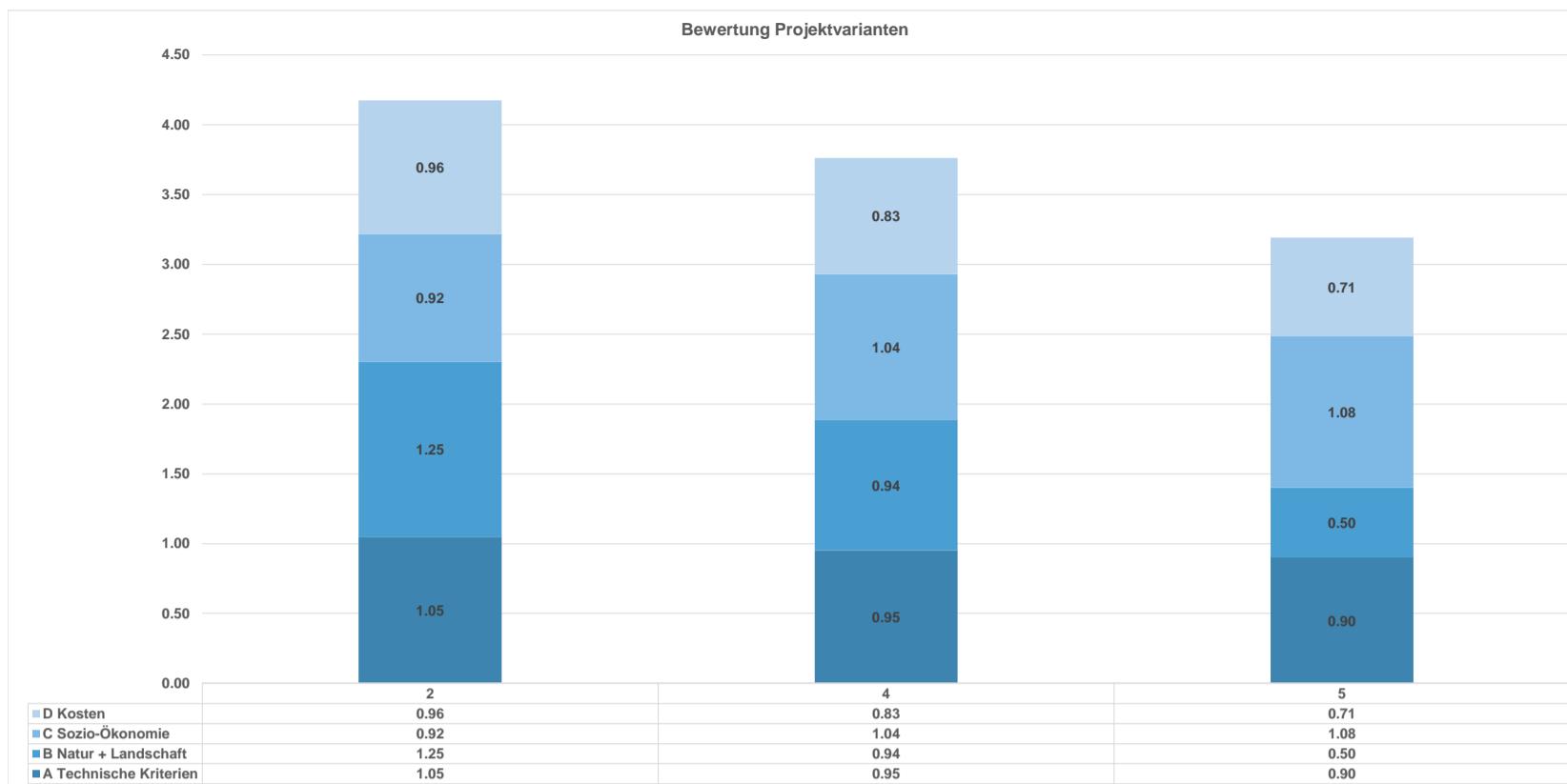
Unterziel			Hauptziel		
Unterziel	Hauptziel		3.8	3.3	2.8
	25%		3.8	3.3	2.8
	17%	4.17%	4	3	2
	17%	4.17%	5	4	3
	17%	4.17%	4	3	2
	17%	4.17%	2	3	4
	17%	4.17%	3	3	4
	17%	4.17%	5	4	2
Kontrolle: Summe aller Gewichtung Hauptziel			100%		

Bemerkungen

- siehe Kostenschätzung
- Bauten (z.B. Uferschutz) werden in schmalen Flussraum stärker beansprucht. Höhere Beanspruchung der Bauten = tiefere Lebensdauer
- Unterhalt Wasserbauwerke intensiver bei mehr Beanspruchung (Anm: Das Unterhaltskonzept wurde noch nicht erstellt)
- Grössere Projektfläche = mehr Grünpflege (Anm: Das Unterhaltskonzept wurde noch nicht erstellt)
- Unterhaltskosten Infrastruktur im statischen System (V5) tiefer als in den dynamischen (V2, V4)
- Grundsätzlich wird gröserer Aufweitung stärker subventioniert

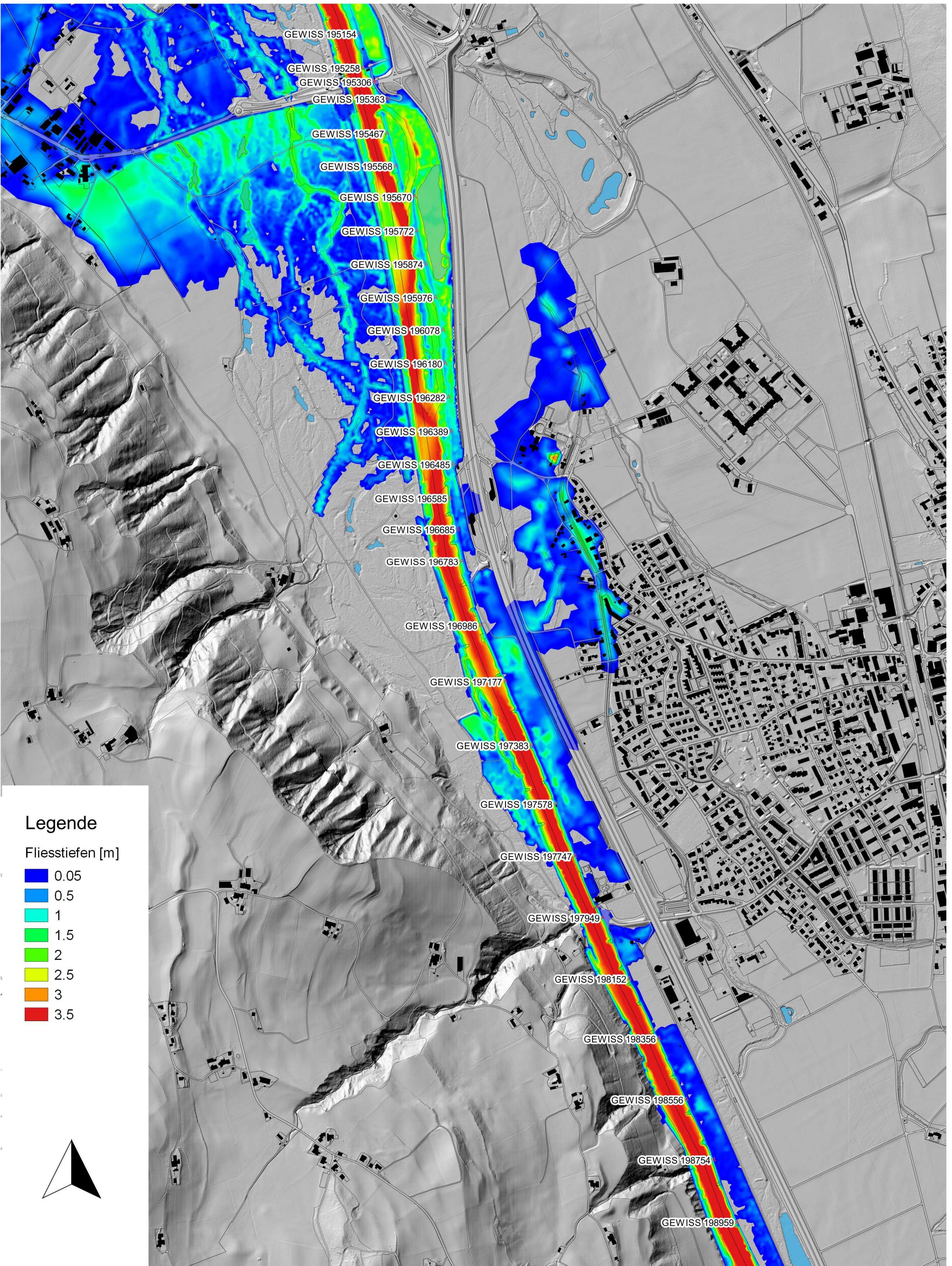
Summe der Gewichtung muss 100% betragen

Beurteilung der Kosten der Massnahmen			Gewichtung Hauptziel					
D Kosten			Gewichtung Hauptziel					
Beurteilung der Kosten der Massnahmen								
D 1 Investitionskosten								
Projektierungs- und Baukosten								
D 2 Lebensdauer								
Das Konzept ermöglicht eine lange Lebensdauer (Life Cycle Betrachtung).								
D 3 Unterhalt Wasserbau (baulich)								
Die Kosten für Betrieb und Unterhalt sind tief.								
D 4 Unterhalt Wasserbau (Grünpflege)								
Die Kosten für Betrieb und Unterhalt sind tief.								
D 5 Unterhalt Infrastruktur								
Die Kosten für Betrieb und Unterhalt der Infrastruktur (Wege, Brücken, etc.) sind tief.								
D 6 Kostenbeteiligung Gemeinden								
Das Konzept erfüllt die Anforderungen von Bund, Kanton und Dritten (z.B. RenF, Ökofonds) in einem Masse, dass die Restkosten der Gemeinden möglichst gering sind.								
Kontrolle: Summe Gewichtung Unterziele			Kontrolle: Summe aller Gewichtung Hauptziel					



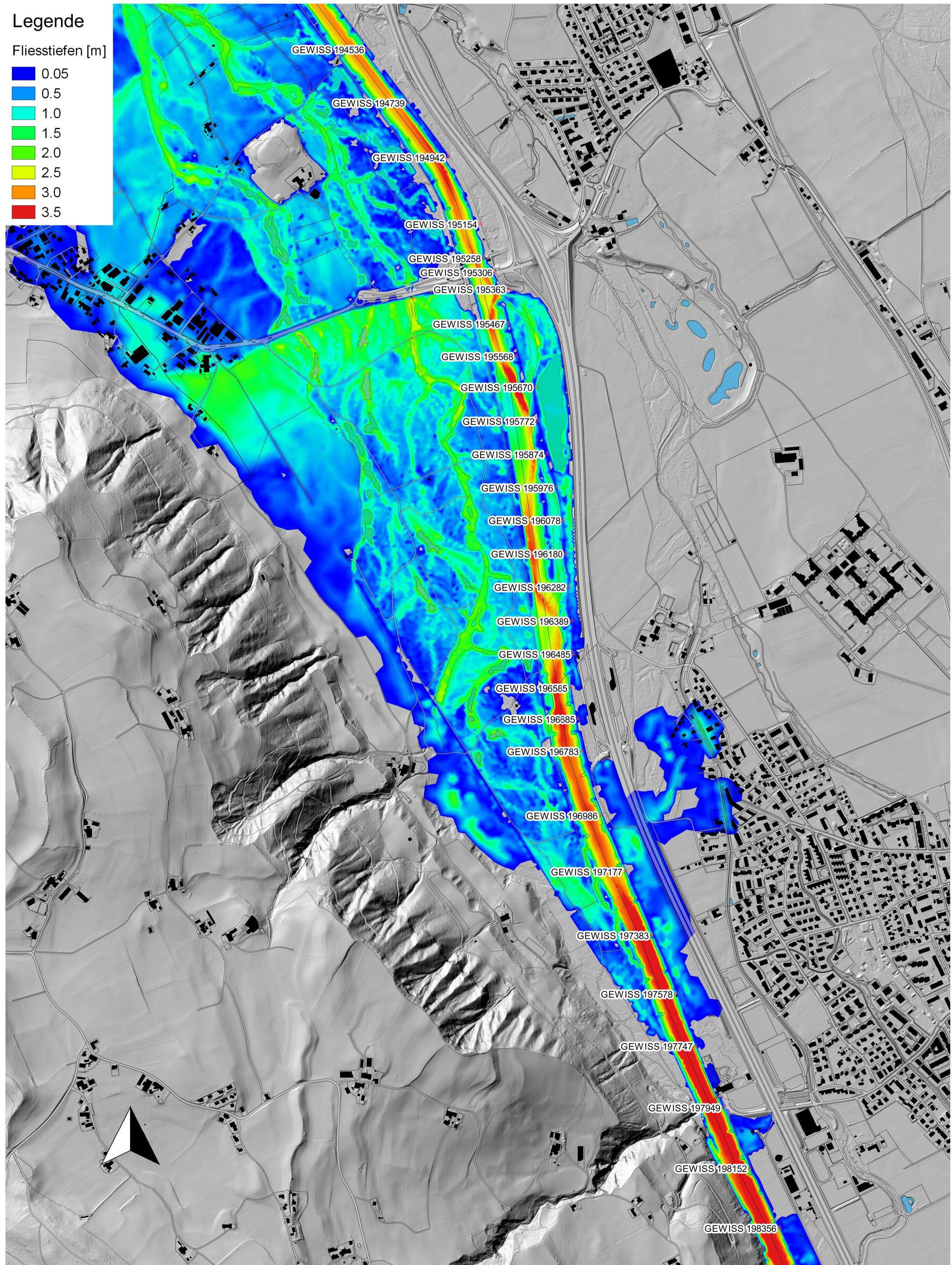
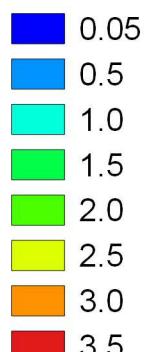
Anhang 2

Hydraulische Nachweise



Legende

Fließtiefen [m]



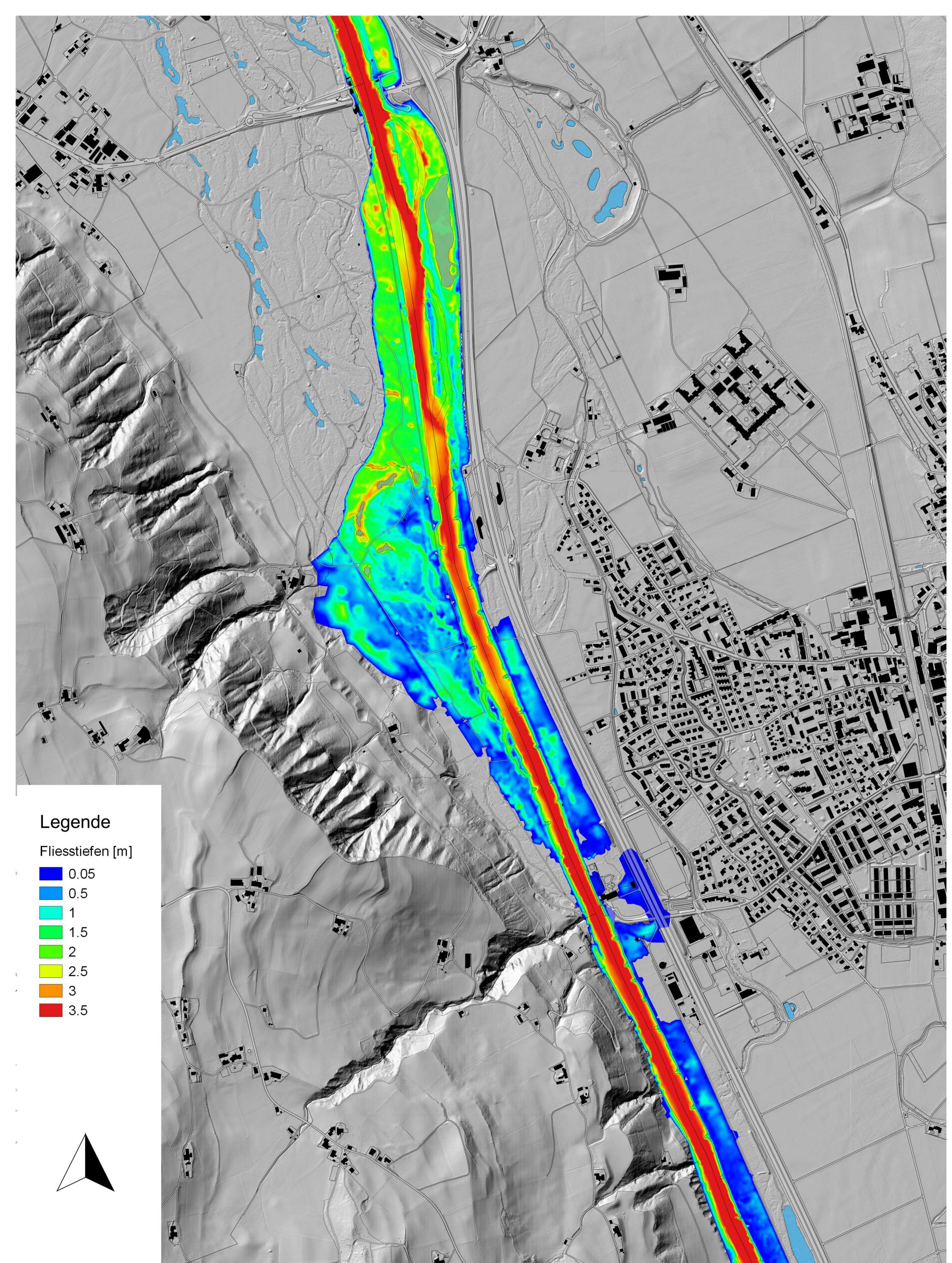
Basler & Hofmann

Ingenieure, Planer und Berater
Industriestrasse 1, CH-3052 Zollikofen
T +41 31 544 24 24
www.baslerhofmann.ch

Szenario 2: Ist-Zustand (Dammbruch) bei
HQ100 = 550 m³/s

Massstab 1:10'000

Datum	Gez.	Visiert
29.01.2018	maa	daz



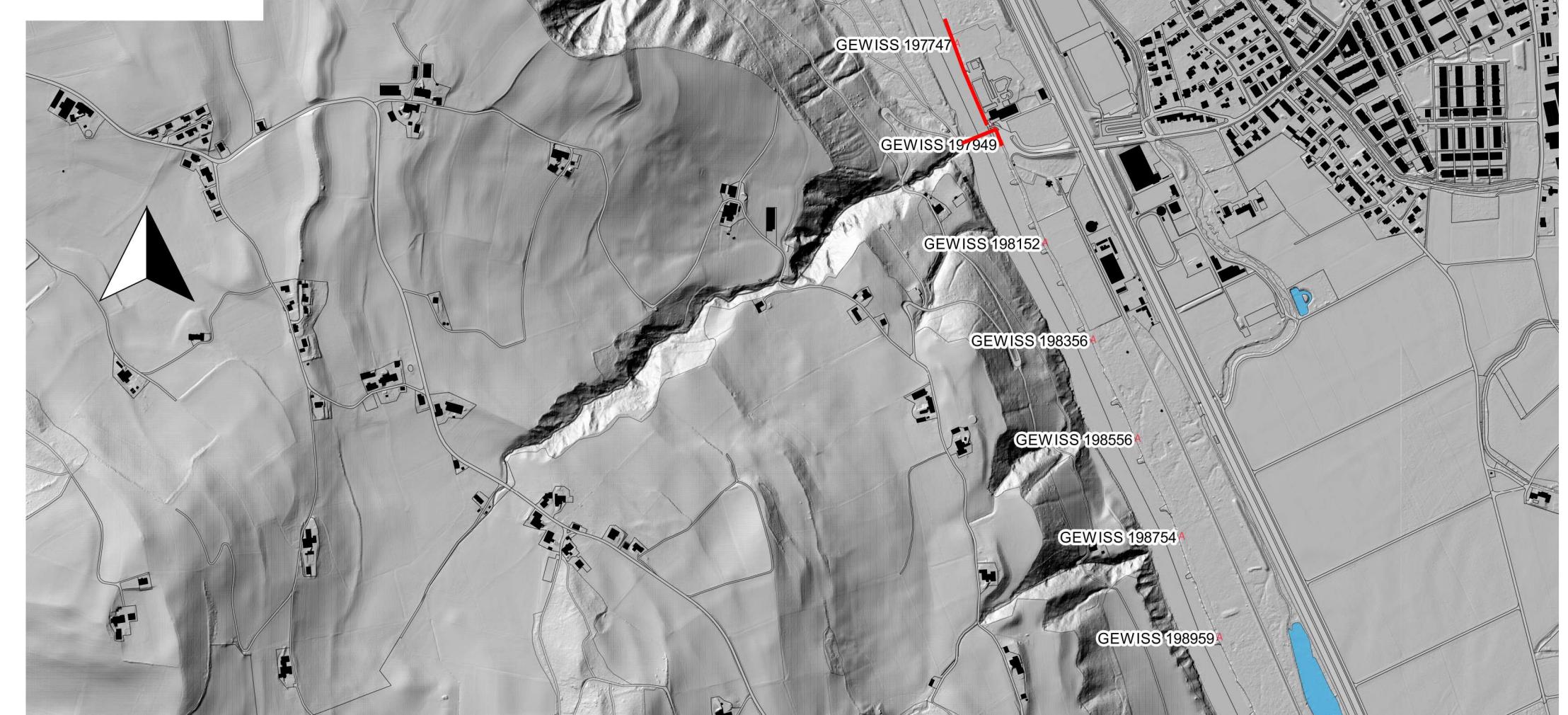
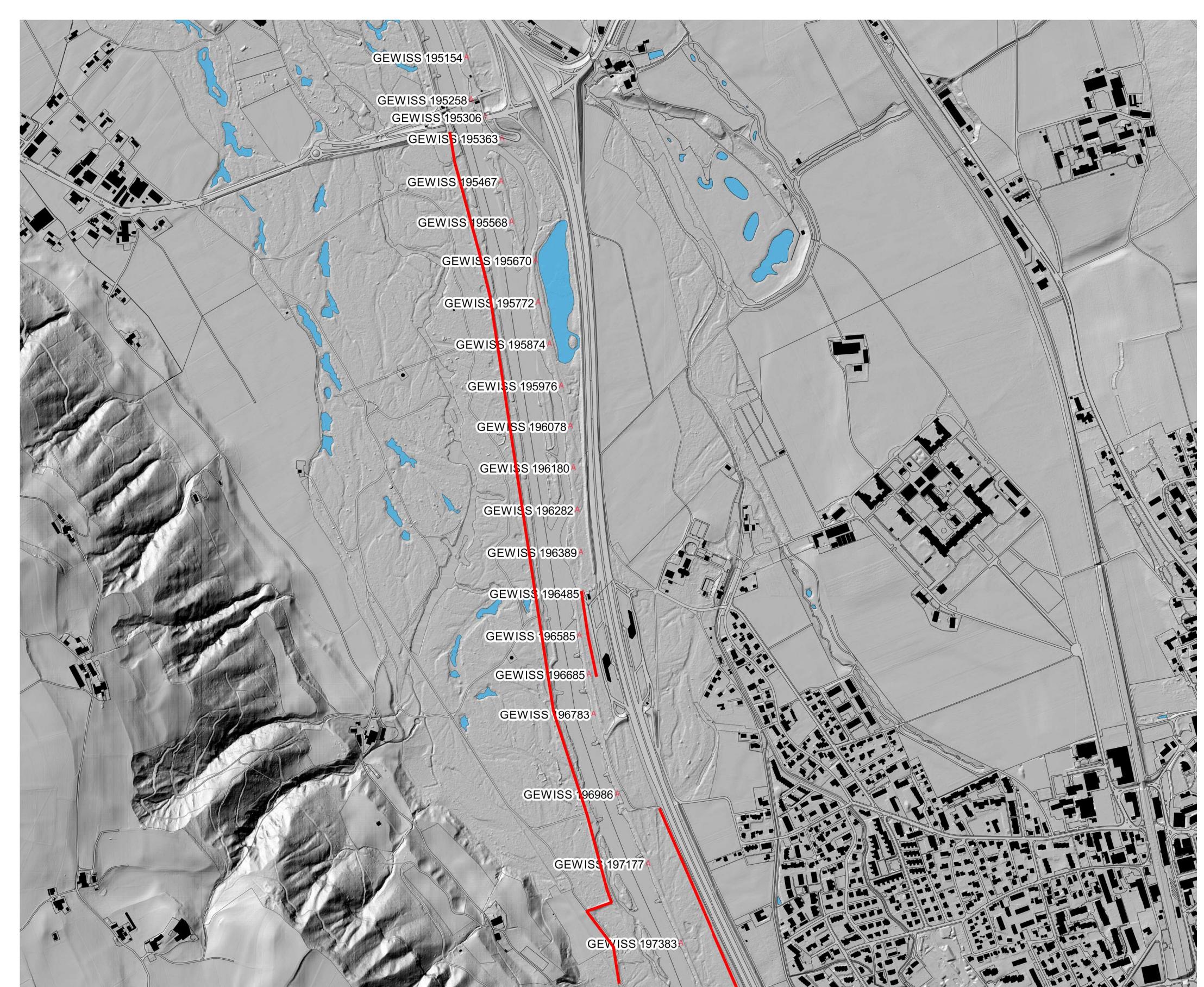
Basler & Hofmann

Ingenieure, Planer und Berater
Industriestrasse 1, CH-3052 Zollikofen
T +41 31 544 24 24
www.baslerhofmann.ch

Projekt HQ100 = 550 m³/s

Massstab 1:10'000

Datum	Gez.	Visiert
29.01.2018	maa	daz



Freibordberechnung für den Projekt-Zustand bei $HQ_{100} = 550 \text{ m}^3/\text{s}$

Abschnitt Belpau

GEWISS- Adresse	mittl. Sohle	WSp. HQ ₁₀₀	h	δ_{wh}	δ_{wz}	f _w	v	f _v	f _t	f _e	Kote Freibord erforderlich
	[m ü. M.]	[m ü. M.]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m ü. M.]
195'306	515.62	519.5	2.6	0.2	0.5	0.5	1.6	0.1	1.0	1.2	520.7
195'369	515.53	519.7	2.8	0.2	0.5	0.5	1.0	0.1		0.6	520.3
195'467	516.27	520.0	3.2	0.3	0.5	0.6	0.9	0.0		0.6	520.6
195'568	517.31	520.1	2.4	0.2	0.5	0.5	0.9	0.0		0.6	520.7
195'670	516.35	520.1	2.7	0.2	0.5	0.5	0.8	0.0		0.6	520.7
195'772	517.12	520.2	2.7	0.2	0.5	0.5	1.0	0.1		0.6	520.8
195'874	517.25	520.3	2.6	0.2	0.5	0.5	1.0	0.1		0.6	520.9
195'976	517.19	520.4	2.9	0.2	0.5	0.6	1.0	0.1		0.6	521.0
196'078	517.21	520.5	3.1	0.2	0.5	0.6	1.1	0.1		0.6	521.1
196'180	517.53	520.7	3.0	0.2	0.5	0.6	1.2	0.1		0.6	521.3
196'282	518.09	520.8	2.6	0.2	0.5	0.5	1.3	0.1		0.6	521.4
196'389	518.13	521.0	2.7	0.2	0.5	0.5	1.4	0.1		0.6	521.6
196'485	518.14	521.0	2.9	0.2	0.5	0.6	1.8	0.2		0.6	521.6
196'585	517.94	521.0	3.1	0.2	0.5	0.6	1.7	0.1		0.6	521.6
196'685	518.28	521.3	3.0	0.2	0.5	0.6	1.6	0.1		0.6	521.9
196'783	518.54	521.5	3.0	0.2	0.5	0.6	1.8	0.2		0.6	522.1
196'986	518.89	521.8	2.9	0.2	0.5	0.6	1.5	0.1		0.6	522.4
197'177	519.42	522.3	2.9	0.2	0.5	0.6	1.3	0.1		0.6	522.9
197'383	519.86	522.5	2.64	0.2	0.5	0.5	1.2	0.1		0.6	523.1
197'578	519.58	522.9	3.32	0.3	0.5	0.6	1.3	0.1		0.6	523.5
197'747	519.63	523.3	3.67	0.3	0.5	0.6	1.2	0.1		0.6	523.9
197'913	519.47	523.4	3.93	0.3	0.5	0.6	1.2	0.1	1.0	1.2	524.6
197'949	520.07	523.6	3.53	0.3	0.5	0.6	1.3	0.1		0.6	524.2
198'152	520.76	524.4	3.64	0.3	0.5	0.6	1.3	0.1		0.6	525.0
198'356	521.15	524.9	3.75	0.3	0.5	0.6	1.1	0.1		0.6	525.5
198'556	521.82	525.2	3.38	0.3	0.5	0.6	1.1	0.1		0.6	525.8

Datum	22. März 2018
Dokument Nr.	-
Erstellt von	Mathias Arnold, Basler & Hofmann West AG
Verteiler	-

Basler & Hofmann West AG
Ingenieure, Planer und
Berater
—
Industiestrasse 1
CH-3052 Zollikofen
T +41 31 544 24 24
—
www.baslerhofmann.ch

Überlastfall –Viehweid

1. Grundlage

Gemäss Regierungsratsbeschluss vom 21. Juni 2017 soll es bei Abflüssen > 550 m³/s zu einer linksseitigen Entlastung im Bereich Belpau kommen um die nachfolgenden Dammabschnitte unterhalb der Hunzigenbrücke zu schützen. Gemäss Studie zu Extremhochwasser im Einzugsgebiet der Aare (geo7, IUB, HZP, Emch + Berger, 2007) können Extremhochwasser mit Abflüssen zwischen 700 und 780 m³/s auftreten. Unterhalb der Schützenfahrbrücke in Münsingen bis zum Flughafen Bern-Belp überströmt ein Extremhochwasser die linken Dämme und es muss mit Dammbrüchen gerechnet werden.

Von einer Überflutung betroffen wären die Ortschaften Viehweid und der Flughafen Bern-Belp, zahlreiche Einzelgebäude im Bereich Belpmoos und grosse landwirtschaftliche Flächen.

Die vorliegende Nutzen/Kostenanalyse beschränkt sich auf die Ortschaft Viehweid.

2. Entlastung Überlastfall

Beim linksufrigen Hochwasserschutzdamm wird eine abgesenkte, überströmbarer Entlastungssektion mit einem erodierbaren Dammkörper auf einer Länge von 250 m vorgesehen (Abb. 1).

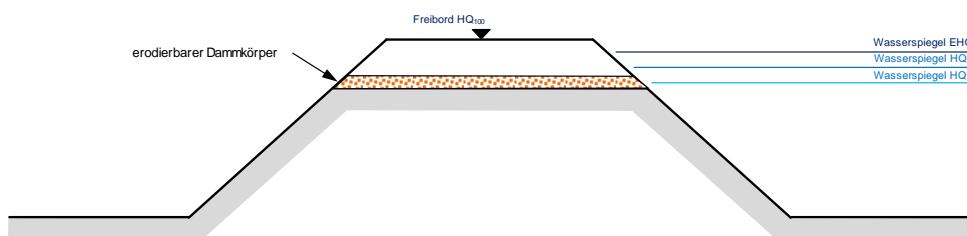


Abb. 1 Schematische Darstellung der überströmbareren Überlastfallsektion des Hochwasserschutzdamms linksufrig.

Der erodierbare Dammkörper liegt auf einer festen Überlaufsektion. Die feste Überlaufsektion gewährleistet, dass der Damm nicht weiter erodiert werden kann und ein vollständiger Dammbruch verhindert wird.

Der erodierbare Dammkörper liegt 0.5 m höher als die feste Überlaufsektion und verhindert, dass bereits Abflüsse im Bereich eines $HQ_{100} = 550 \text{ m}^3/\text{s}$ entlastet werden. Treten höhere Abflüsse auf ($> 550 \text{ m}^3/\text{s}$) wird der Dammkörper überströmt und kann bis auf die feste Überlaufsektion erodieren.

Durch diese Anordnung kann ein häufiges Anspringen der Entlastung vermieden werden und die Entlastung reagiert im Überlastfall immer noch genügend effektiv. Nach einer Ereignis mit Abflüssen $> 550 \text{ m}^3/\text{s}$ muss der erodierbare Dammkörper wiederhergestellt werden. Damit die Entlastung zuverlässig funktioniert, muss der Bereich der Entlastung regelmäßig überwacht und der erodierbare Dammkörper entsprechend unterhalten werden.

3. Intensitätskarten

Basierend auf der Fliesstiefe und Fliessgeschwindigkeit wird eine Intensitätskarte anhand der folgenden Kriterien erstellt.

	Schwache Intensität	Mittlere Intensität	Starke Intensität
Kriterium	$h < 0.5 \text{ m}$	$0.5 \text{ m} < h < 2 \text{ m}$	$h > 2 \text{ m}$
	oder	oder	oder
	$v \cdot h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$0.5 < v \cdot h < 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$v \cdot h > 2 \text{ m}^2/\text{s}$

Tab. 1 Einteilung der Intensitätsklassen.

Die Einteilung der Überschwemmungsart basiert auf dem folgenden Diagramm. Für das betrachtete Gebiet gilt der orange markierte Bereich. Die Fliestiefen und Fliessgeschwindigkeiten sind klein, die Intensität $v \cdot h$ ist kleiner als $0.5 \text{ m}^2/\text{s}$. Das Gebiet im Bereich Viehweid ist relativ flach, das Gefälle liegt unter 1 %.

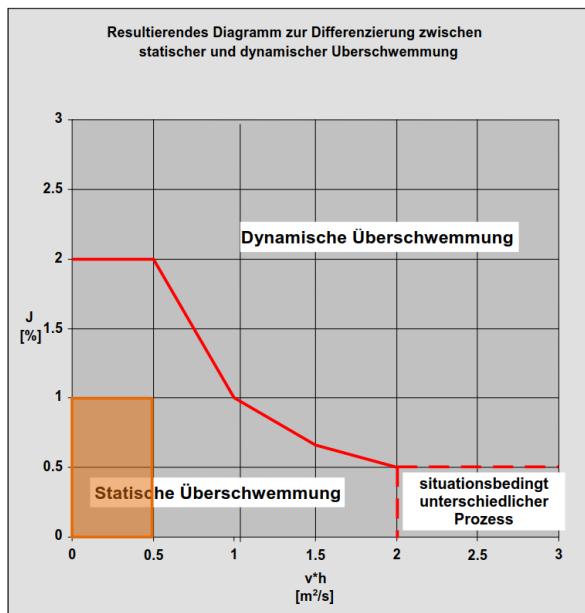


Abb. 2 Klassifizierung der Überschwemmungsart (EconoMe Grundlagen BAFU, 15.01.2010).

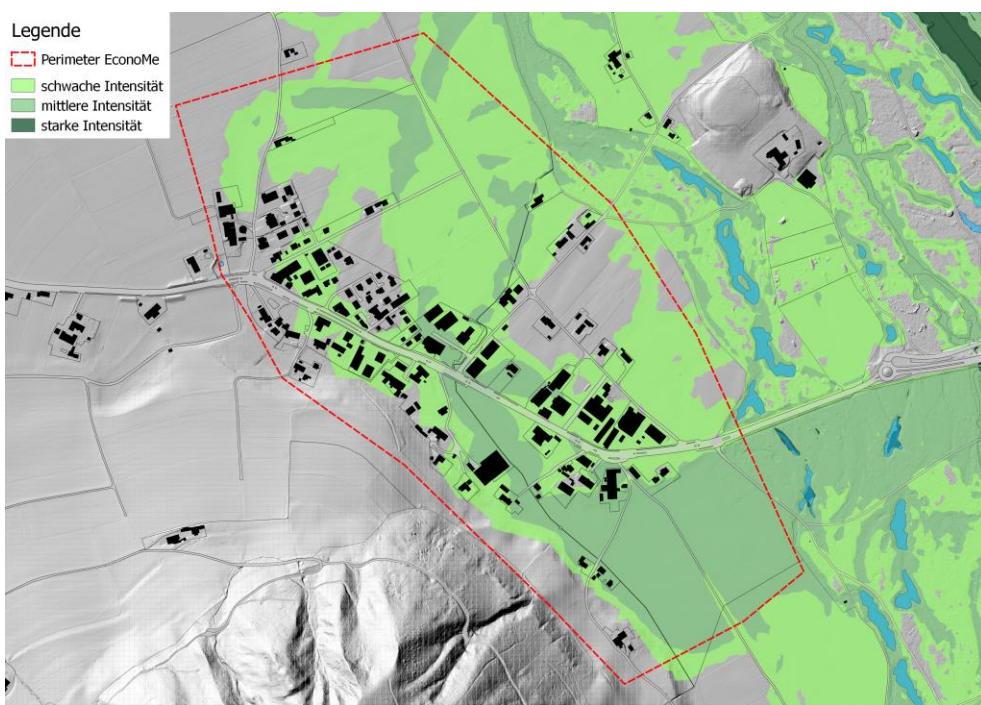


Abb. 3 Perimeter EconoMe Viehweid und Intensitätskarte EHQ ohne Massnahme.

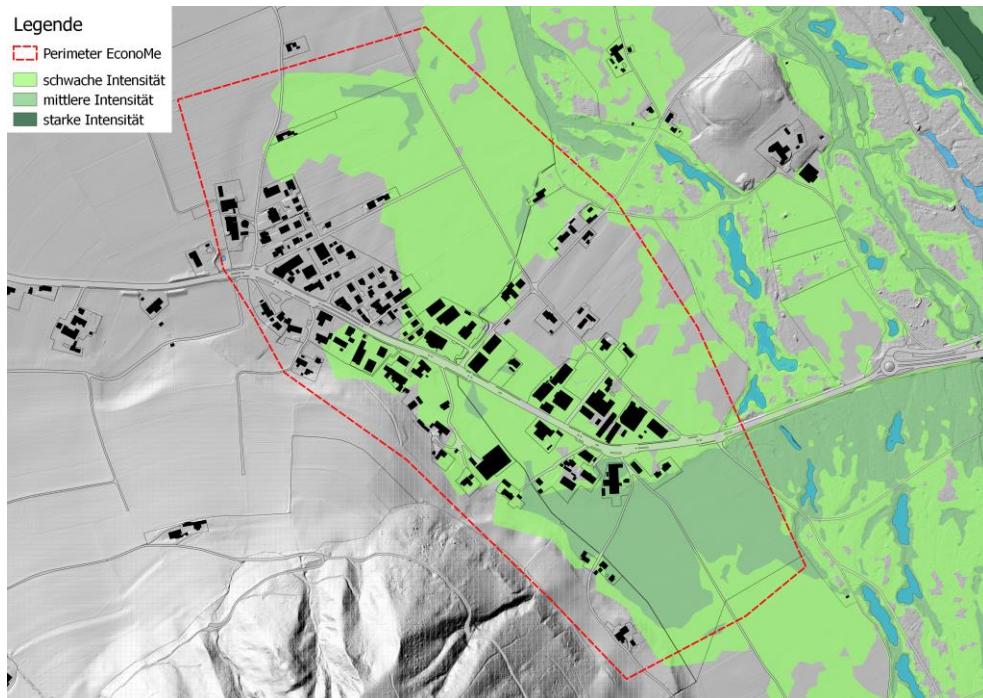


Abb. 4 Intensitätskarte HQ₃₀₀ ohne Massnahme.

4. Massnahme

Zur Lenkung des Überlastfalles und zum Schutz der Ortschaft Viehweid wird die Erhöhung des bestehenden Weges um etwa ca. 1.0 m vorgesehen. Die Gesamtlänge der notwendigen Geländeanpassung beträgt ca. 760 m. Davon sind ca. 180 m Anpassungen im freien Gelände entlang des Waldes ohne Weg. Im Bereich der Viehweidstrasse sind mobile Massnahmen (z.B. Beaver Schlauchsystem) um ein Abfliessen des Wassers über die Viehweidstrasse in Richtung Viehweid zu verhindern.

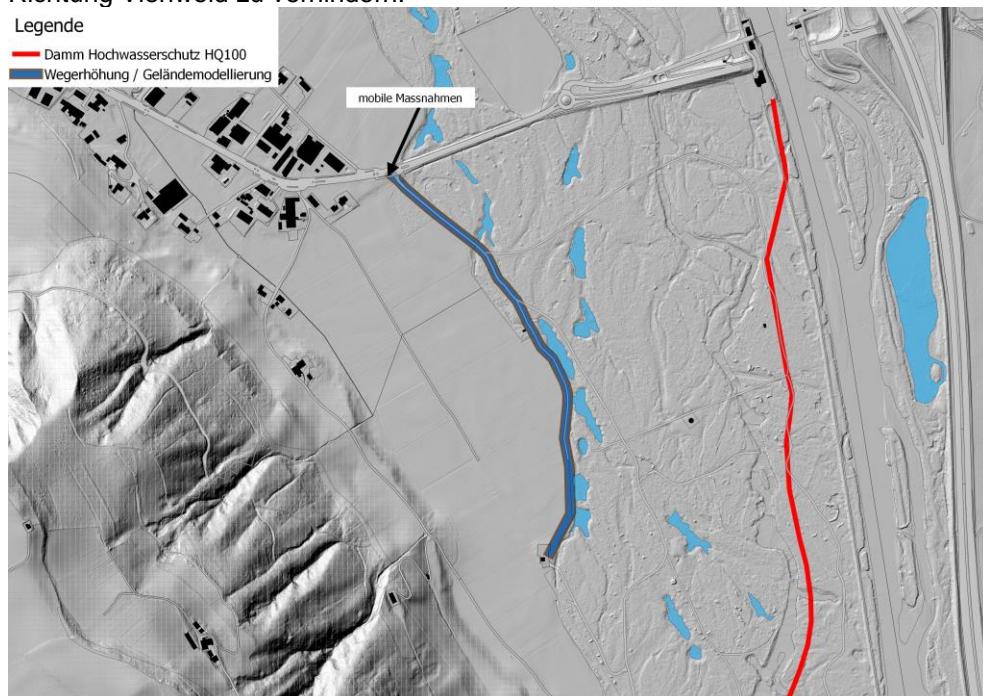


Abb. 5 Erhöhung des Weges, Geländemodellierung zur Lenkung des Überlastfalles.

5. Annahmen

- _ Aufgrund des flachen Gebietes im Bereich Viehweid und den schwachen bis mittleren Intensitäten wird von einer statischen Überflutung ausgegangen (Abb. 2). (Die Klassifizierung „mittlere Intensität“ erfolgt aufgrund des Fliesstiefenkriteriums Tab. 1).
- _ In der Analyse werden nur Gebäude berücksichtigt und die Viehweidstrasse berücksichtigt. Landwirtschaftlich genutzte Flächen werden vorerst ausgeschlossen.
- _ Die Baukosten für Wegerhöhung und Geländemodellierung um ca. 1.0 m auf einer Länge von etwa 760 m liegen bei ca. 400'000 CHF. (Kostenschätzung)
- _ Jährliche Betriebs- und Unterhaltskosten 0.5% von den Baukosten
- _ Lebensdauer Damm 80 Jahre
- _ Es wird mit EconoMe Basiswerten gerechnet

6. Resultate

In der folgenden Tabelle sind die Kosten der Wegerhöhung bzw. Geländemodellierung zur Lenkung des Überlastfalles (Abflüsse > 550 m³/s) zusammengefasst.

Investitionskosten	400'000 CHF
Jährliche Unterhaltskosten	2'000 CHF/a
Lebensdauer Massnahme	80 Jahre
Jährliche Kosten	11'000 CHF/a

Tab. 2 Kostenzusammenstellung der Wegerhöhung / Geländemodellierung.

Tabelle 3 zeigt das Risiko vor und nach Massnahmen. Es wird davon ausgegangen, dass mit der Wegerhöhung die Risiken beseitigt werden können (Risiko nach Massnahmen 0 CHF/a). Damit ergibt sich ein Nutzen/Kostenverhältnis von 1.0.

Risiko vor Massnahmen	11'143 CHF/a
Risiko nach Massnahmen	0 CHF/a
Risikoreduktion	11'143 CHF/a
Nutzen / Kosten-Verhältnis	1.0

Tab. 3 Kostenzusammenstellung der Wegerhöhung / Geländemodellierung.

Durch die Erhöhung des erodierbaren Dammkörpers um 20 cm kommt es erst bei einem EHQ (780 m³/s) zur Entlastung. In diesem Fall liegt das Nutzen/Kosten-Verhältnis bei 0.3 (Tab. 4). Die Kosten für die zusätzliche Dammerhöhung sind vernachlässigbar.

Risiko vor Massnahmen	3'247 CHF/a
Risiko nach Massnahmen	0 CHF/a
Risikoreduktion	3'247 CHF/a
Nutzen / Kosten-Verhältnis	0.3

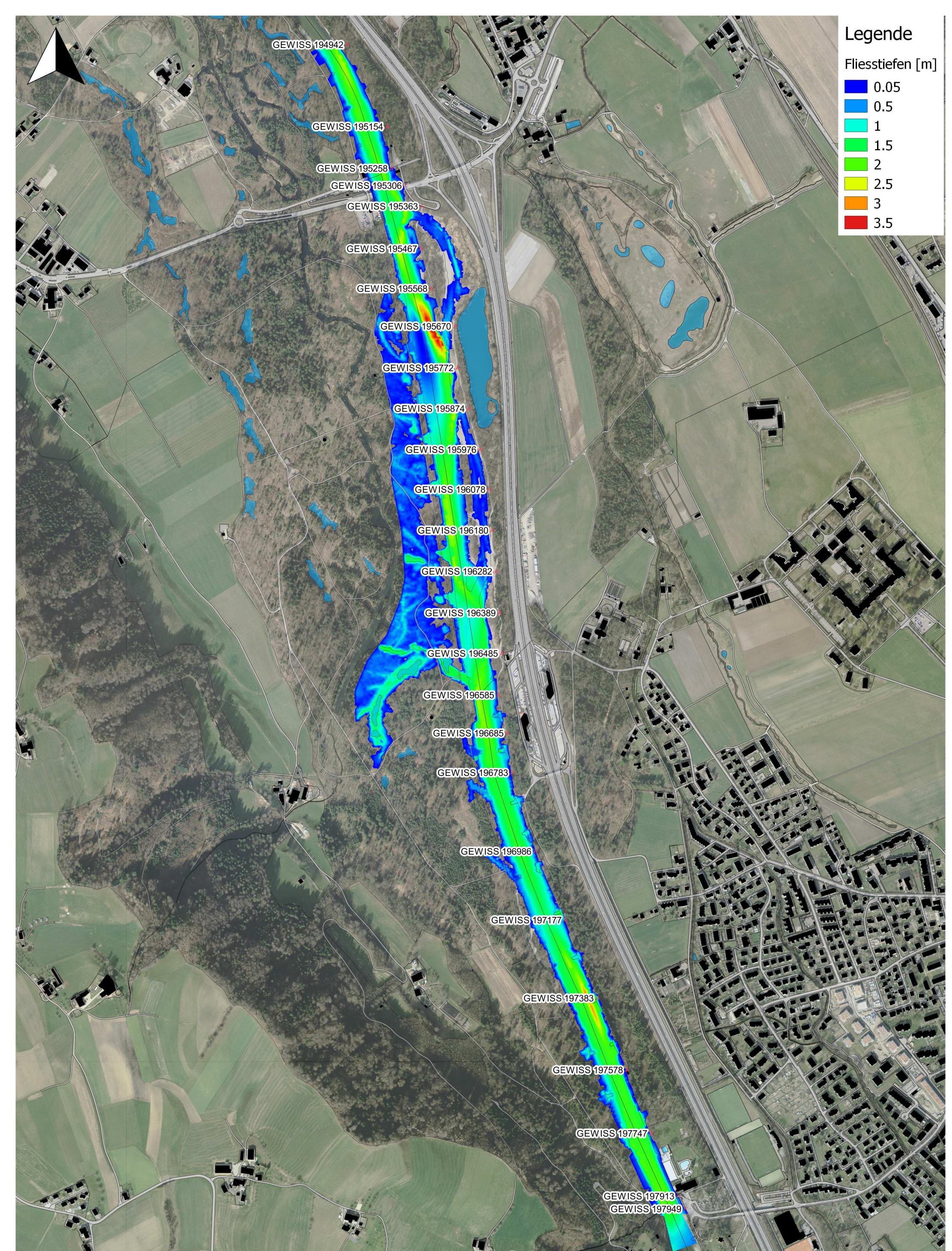
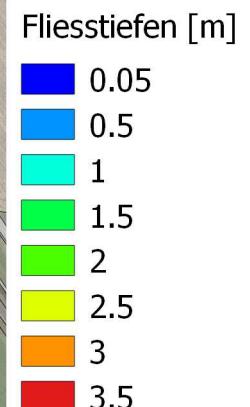
Tab. 4 Kostenzusammenstellung der Wegerhöhung / Geländemodellierung für den Fall einer Entlastung bei einem EHQ.

Die Simulationen zeigen, dass es trotz einer Entlastung ab 550 m³/s im Abschnitt unterhalb der Hunzigenbrücke das Überströmen der linksseitigen bestehenden Hochwasserschutzdämme nicht ausgeschlossen werden können. Die bestehenden Hochwasserschutzdämme wurden aus dem Geländemodell in das hydraulische Modell übernommen, weshalb die Höhen der bestehenden Dämme mit Unsicherheiten behaftet sind. Durch die Aufnahme der Dammkrone könnten die Resultate verifiziert werden.

Anhang 3

Morphologische Nachweise

Legende



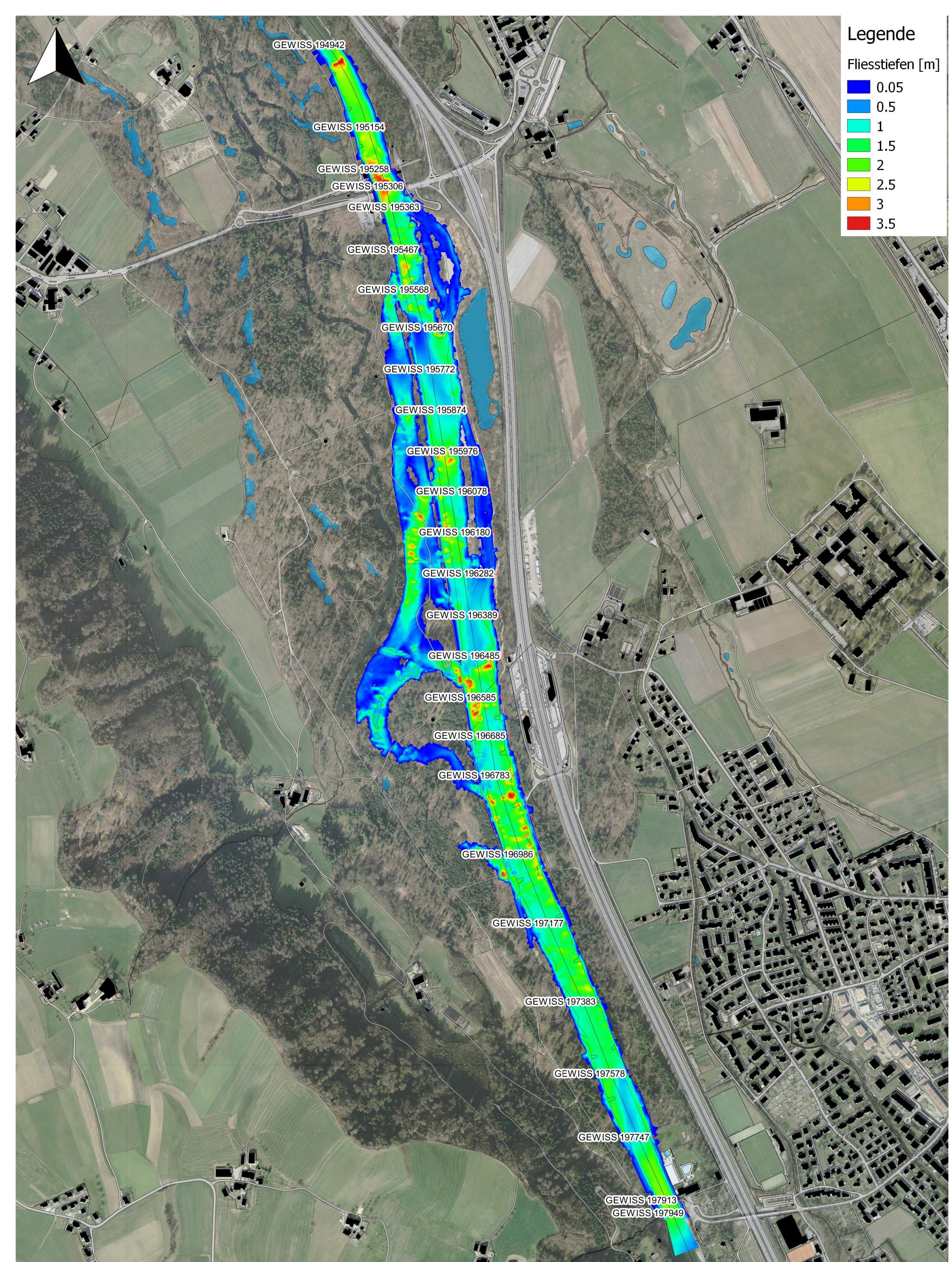
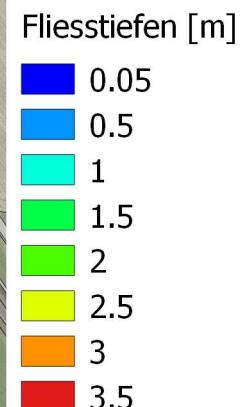
Basler & Hofmann

Ingenieure, Planer und Berater
Industriestrasse 1, CH-3052 Zollikofen
T +41 31 544 24 24
www.baslerhofmann.ch

Morphologie Qm = 110 m³/s Ausgangszustand

Datum	Gez.	Visiert
22.03.2018	maa	tbu

Legende



Basler & Hofmann

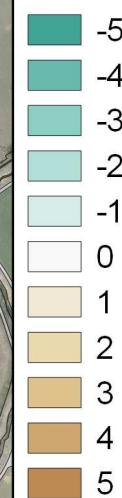
Ingenieure, Planer und Berater
Industriestrasse 1, CH-3052 Zollikofen
T +41 31 544 24 24
www.baslerhofmann.ch

Morphologie Qm = 110 m³/s nach 5 Jahren

Datum	Gez.	Visiert
20.03.2018	maa	tbu

Legende

Sohlenveränderung [m]



Basler & Hofmann

Ingenieure, Planer und Berater
Industriestrasse 1, CH-3052 Zollikofen
T +41 31 544 24 24
www.baslerhofmann.ch

Sohlenveränderung nach 5 Jahren

Datum	Gez.	Visiert
22.03.2018	maa	tbu

