

WASSERBAUPLAN ILFIS LANGNAU MITTE – OST

Bauherrengemeinschaft Ilfis Langnau Mitte – Ost



IMPRESSUM

Auftraggeber

Bauherrengemeinschaft Ifis Langnau Mitte-Ost

Projekt

6.502 / Wasserbauplan Ifis Langnau Mitte – Ost

Erstellungsdatum

17.02.2025

Pfad- und Dateiname

[https://kzag.sharepoint.com/sites/PRJ6_502/Freigegebene Dokumente/General/10 Ber/01_Mitwirkung
Juni 2025/2.01_6.502_TB Ifis Langnau Mitte-Ost Mitwirkung_2025-06-.docx](https://kzag.sharepoint.com/sites/PRJ6_502/Freigegebene%20Dokumente/General/10%20Ber/01_Mitwirkung%20Juni%202025/2.01_6.502_TB%20Ifis%20Langnau%20Mitte-Ost%20Mitwirkung_2025-06-.docx)

Fassung vom

27.06.2025

Bearbeitung

Tobias Weiss / Luca Apitzsch, Kissling + Zbinden AG

Luzia Meier / Chiara Gardum / Matthias Mende, IUB Engineering AG

Thomas Wagner, Sigmaplan AG

Ingenieurgesellschaft ILLA



INHALTSVERZEICHNIS

1	Anlass und Auftrag	1
1.1	Auftrag / Projektziele	1
1.2	Projektabgrenzung und Projektperimeter	2
1.3	Projektorganisation	4
1.4	Partizipation und Sitzungen	5
2	Ausgangssituation / IST-Zustand	7
2.1	Historische Ereignisse	7
2.2	Charakteristik Einzugsgebiet	7
2.3	Geologische Verhältnisse	8
2.4	Hydrogeologische Verhältnisse	8
2.5	Charakteristik Gewässerraum	9
2.6	Ökomorphologie	9
2.7	Lebensräume, Flora und Fauna	10
2.8	Raumnutzung	14
2.9	Drittprojekte	19
3	Wasserbauliche Grundlagen	21
3.1	Bestehende Bauten und Anlagen	21
3.2	Hochwasserabflüsse und Szenarien	21
3.3	Geschiebehaushalt und Morphologie	22
3.4	Schwemmholtz	23
3.5	Bestehende Gerinnekapazität und Schwachstellen	23
3.6	Gefahrensituation und Gefahrenkarte	23
3.7	Beurteilung Schadenpotenzial und Risikoanalyse	25
3.8	Defizite Ökologie	25
4	Projektannahmen	27
4.1	Hochwasserschutzziele	27
4.2	Freibord	28
4.3	Ökologische Projektziele	28
4.4	Dimensionierung und Bemessung	29
5	Massnahmenplanung	30
5.1	Raumplanerische Massnahmen	30
5.2	Organisatorische Massnahmen	31
5.3	Bisherige Planungen	31
5.4	Bauliche Massnahmen	36
5.5	Hydraulische und geschiebetechnische Massnahmen	42
5.6	Unterhaltskonzept	43
5.7	Erfolgskontrolle	43
6	Landerwerb	44
6.1	Grundsätze	44
6.2	Landerwerb im vorliegenden Wasserbauplan	45



7	Bauablauf	46
7.1	Etappierung	46
7.2	Logistik und Provisorien	47
7.3	Wasserhaltung	47
7.4	Baurisiken	48
7.5	Bauüberwachung	48
8	Auswirkungen der Massnahmen	49
8.1	Auswirkungen auf Flora und Fauna	49
8.2	Auswirkungen auf die Landwirtschaft	50
8.3	Auswirkungen auf Wald	51
8.4	Auswirkungen auf Ortsbild und Landschaft	51
8.5	Auswirkungen auf Geschiebehaushalt und Morphologie	53
8.6	Auswirkungen auf Grundwasser und belastete Standorte	54
8.7	Auswirkungen auf bestehende Nutzungen	54
8.8	Auswirkungen auf Naherholung	55
8.9	Auswirkungen auf Pegelmessstation	56
9	Verbleibende Gefahren + Risiken	57
9.1	Überlastfall	57
9.2	Gefahren und Risiken nach Massnahmen	57
9.3	Umgang mit verbleibenden Gefahren	58
10	Kosten und Kostenwirksamkeit	59
10.1	Kostenschätzung	59
10.2	Kostenteiler und Kostenträger	59
10.3	Nutzen-Kosten-Verhältnis (EconoMe)	59
11	Termine und Verfahren	60
12	Grundlagenverzeichnis	62
13	Anhang	63



ZUSAMMENFASSUNG

Bedürfnis

Im Juli 2014 wurde die überarbeitete Prozessgefahrenkarte Wasser für die Ilfis im Kanton Bern fertiggestellt. Aufgrund der aktualisierten, deutlich grösseren Abflussmengen, welche im Rahmen einer Hydrologiestudie Ilfis definiert wurden, resultierte dabei eine grössere Gefährdung für das Siedlungsgebiet Langnau als in der bisherigen Gefahrenkarte ausgewiesen. Dieser Umstand war Anlass, ein Konzept für den Hochwasserschutz und die Revitalisierung der Ilfis von der Kantonsgrenze bis zur Mündung in die Emme zu erstellen. Die Objekte Langnau Ost (Fluhacherbrücke bis Inselisperre) und Mitte (Inselisperre bis vor Einmündung Oberer Frittenbach) des Konzepts haben dabei die höchste Priorität aufgrund der deutlichen Hochwasserschutzdefizite und des hohen Schadenpotentials (Ost) resp. aufgrund der Defizite hinsichtlich der Längsvernetzung (Mitte).

Das vorliegende Dossier dokumentiert die Variantenstudien und die geplanten Massnahmen für die Objekte Ost und Mitte auf Stufe Vorprojekt.

Massnahmen Langnau Ost

In der Variantenstudie für den Abschnitt Ost wurden drei Herangehensweisen für die Gewährleistung eines ausreichenden Hochwasserschutzes (Schutzziel Siedlungsgebiet HQ₁₀₀) verglichen: Hochwasserschutz durch Ufererhöhungen, durch Sohlabensenkungen oder durch Gerinneverbreiterung. Die schlussendlich definierte Bestvariante ist eine Kombination der Massnahmentypen. Im oberen Bereich des Abschnitts sind Ufererhöhungen vorgesehen, im Bereich der Badbrücke bis zur Inselisperre eine Kombination aus Sohlabenkung, Gerinneverbreiterung und Ufererhöhungen.

Als ökologische Aufwertungsmassnahmen sind nebst der durchgehenden Gewährleistung der aquatischen Längsvernetzung eine Aufweitung und ökologische Aufwertungsflächen im Gebiet Flühacker sowie Vorlandabsenkungen unterhalb der Gohl-Mündung und zwischen der Badbrücke und der Inselisperre vorgesehen.

Inselisperre

Bei der Inselisperre wird die Wasserfassung flussaufwärts verlegt. Die Sperre wird komplett rückgebaut und mit einer Abfolge von Blockschwellen und einer Blockrampe ersetzt. Um den Hochwasserschutz zu gewährleisten, sind Dämme und Ufermauern vorgesehen, die Badbrücke wird angehoben.

Massnahmen Langnau Mitte

Die Hochwasserschutzdefizite im Abschnitt Langnau Mitte sind vergleichsweise gering, grösstenteils werden die angestrebten Freibordhöhen bei HQ₁₀₀ nicht eingehalten. Die Defizite werden mehrheitlich durch Anhebungen bestehender Strassen und Wege sowie lokal durch Mauern behoben. Die Moosbrücke, welche einen ungenügenden Abflussquerschnitt aufweist und bzgl. Tragfähigkeit sanierungsbedürftig ist, wird im Rahmen des Projekts durch einen Neubau ersetzt und mit einem Staukragen versehen.

Im Abschnitt Mitte ist die Wiederherstellung der aquatischen Längsvernetzung zentral, heute besteht hier eine Vielzahl von nicht überwindbaren Schwellen. Das Variantenstudium Langnau Mitte umfasste verschiedene Optionen für eine durchgehende Längsvernetzung. In Absprache mit dem kantonalen Fischereiinspektorat wurden als Bestvariante grösstenteils Blockriegelabfolgen definiert. An drei Stellen lassen verschiedene Randbedingungen diese Lösung nicht zu, dort sind Blockrampen vorgesehen.

Ungefähr gegenüber der Ilfishalle, links der Ilfis, besteht heute ein relativ tief liegendes, bewaldetes Vorland. Als ökologische Aufwertungsmassnahme ist vorgesehen, den bestehenden Uferverbau zu entfernen und den Uferweg zu verschieben, um eigendynamische Prozesse und eine lokale Sohlverbreiterung zu ermöglichen.

Kostenschätzung

Die Gesamtkosten (ohne Neubau Moosbrücke) werden auf rund 29.8 Mio. CHF geschätzt. Die Restkosten für die Gemeinde an den beitragsberechtigten Wasserbaukosten betragen rund 6 - 10%. Der Neubau der Moosbrücke ist als eigenständiges Projekt im Investitionsprogramm der Gemeinde vorgesehen.

Termine

▪ Öffentliche Mitwirkung	01.07.2025 – 22.08.2025
▪ Vorprüfung durch Kanton und Bund	1. Semester 2026
▪ Bauprojekt	bis 1. Quartal 2027
▪ Öffentliche Auflage	2028
▪ Baustart	2030



1 ANLASS UND AUFTRAG

1.1 Auftrag / Projektziele

Im Juli 2014 wurde die überarbeitete Prozessgefahrenkarte Wasser für die Iffis im Kanton Bern fertiggestellt [6]. Die Überarbeitung basiert auf einer Hydrologiestudie [5], welche die Hochwasserabflüsse der Iffis und einiger ihrer Seitenbäche neu definiert. Die neu festgelegten Hochwasserabflüsse der Iffis sind deutlich höher (rund 25 %) als die bisher verwendeten Werte. Die häufigen Hochwasserereignisse der letzten Jahre unterstützen diese Feststellung. Die aktuelle Gefahrenkarte zeigt aus diesem Grund gegenüber der bisherigen Karte eine deutliche Zunahme sowohl der betroffenen Flächen als auch der Überflutungshäufigkeiten und -intensitäten. So liegen gemäss der neuen Gefahrenkarte grosse Teile des Siedlungsgebiets von Langnau in Bereichen mittlerer Gefährdung (in der Gefahrenkarte blau dargestellt, Gebotsbereich). Nebst den Schwachstellen beim Hochwasserschutz weist die Iffis auch ökologische Defizite auf. Das Gerinne der Iffis ist durchgehend kanalisiert und die Fischgängigkeit ist durch zahlreiche Abstürze unterbrochen.

Aufgrund der durchgehenden hydraulischen und ökologischen Defizite wurde 2016 für die Iffis von der Kantonsgrenze LU / BE bis zur Mündung in die Emme ein übergeordnetes Hochwasserschutz- und Revitalisierungskonzept [3] erstellt. Das Konzept definiert entlang der Iffis insgesamt sechs Objekte mit Massnahmen primär zur Verbesserung des Hochwasserschutzes, jedoch auch für eine ökologische Aufwertung. Für die sechs Objekte wurde eine grobe Priorisierung vorgeschlagen, wobei dem Objekt Langnau Ost aus Sicht Hochwasserschutz eine hohe Priorität zugewiesen wurde, da dort die Defizitstellen mit den grössten Überflutungsflächen und voraussichtlich dem grössten Schadenpotential bestehen. Dem Objekt Langnau Mitte wurde aus Sicht Längsvernetzung hohe Priorität zugewiesen, da sich eine grosse Zahl der Wanderhindernisse für den Fischeaufstieg in diesem Abschnitt befinden. 2019 wurde nach einem übergeordneten Variantenstudium entschieden, über die Abschnitte Langnau Mitte und Ost ein gesamthaftes Projekt auszuarbeiten.

Parallel dazu wurde der Gesellschaft der Wasserwerksbesitzer am Iffiskanal Langnau (GWBIL) im Rahmen der Konzessionserneuerung die Sanierung der Fischgängigkeit im Bereich der Inselisperre auferlegt. Die dafür notwendigen, baulichen Massnahmen müssen bis spätestens Ende 2030 begonnen werden.

Basierend auf dem Hochwasserschutzkonzept Iffis und den Massnahmen zur Sanierung der Fischgängigkeit an der Inselisperre wurde durch Hunziker, Zarn & Partner AG (HZIP) ein Entwurf eines Vorprojekts für die Massnahmen im Perimeter Langnau Mitte-Ost erarbeitet.

Ende 2024 wurde die Ingenieurgemeinschaft (INGE) ILLA, bestehend aus Kissling + Zbinden AG, IUB Engineering AG und Sigmaplan AG (Subplaner) durch eine

Bauherrengemeinschaft von Einwohnergemeinde und GWBIL mit der Erarbeitung eines Bau- und Auflageprojekts und der nachfolgenden Ausführung des Projekts beauftragt.

1.2 Projektabgrenzung und Projektperimeter

Die Ausführungen in diesem Kapitel orientieren sich am Hochwasserschutzkonzept Ilfis 2016 [3]. Im Konzept sind detaillierte Angaben zum IST-Zustand dokumentiert.

Projektperimeter Objekt Ost

Der Perimeter des Objekts Ost beginnt bei der Brücke Fluhacher (GEWISS-km 5.637) und endet oberhalb der Inselisperre (GEWISS-km 3.953) (Abb. 1). Von der oberen Perimetergrenze bis zum Hallen- und Freibad Moos grenzen linksseitig Fruchtfolgeflächen an die Ilfis. Auf der rechten Ilfisseite verläuft in geringem Abstand die Bahntrasse der SBB (Betreiber: BLS). Vom Perimeteranfang bis zur BAFU-Messstation (GEWISS-km 4.191) verläuft die Bahnlinie auf einem Damm. Ab der Messstation liegt die Bahnlinie auf Niveau des umliegenden Terrains bzw. ist teilweise leicht eingeschnitten. Im obersten Abschnitt sind zwischen Bahntrasse und Ilfis ebenfalls Fruchtfolgeflächen vorhanden. Ab der Badbrücke bis zur Inselisperre grenzen beidseitig bebaute Gebiete an die Ilfis. Im gesamten Abschnitt verlaufen beidseitig Wanderwege oder Trampelpfade entlang des Gerinnes. An das Trapezprofil der Ilfis schliessen auf der orographisch linken Seite oft tief liegende Vorländer an, welche bewaldet sind und von einem Damm abgeschlossen werden. Der linksseitige Uferweg verläuft weitgehend innerhalb dieser Vorländer. Im Bereich des Freibades Moos überquert eine denkmalgeschützte gedeckte Holzbrücke (Badbrücke) die Ilfis.

Projektperimeter Objekt Mitte

Der Objekt-Perimeter beginnt unterhalb der Inselisperre bei GEWISS km 3.953 und reicht bis ungefähr ans Ende des Siedlungsgebiets von Langnau bei km 1.985 (oberhalb Mündung Oberer Frittenbach) (Abb. 2). Bis zur Moosbrücke (km 3.792) grenzen beidseitig Wohnquartiere an die Ilfis. Unterhalb folgen am orographisch rechten Ufer Industrie- und Gewerbebezonen sowie die Ilfishalle (Eishalle). Das linke Ufer steigt ab der Moosbrücke bis knapp oberhalb der Bernstrassenbrücke bei km 2.519 steil an und ist bewaldet. Unterhalb der Bernstrassenbrücke grenzen am rechten Ufer das Ilfis-Center (Gewerbe), die Berufsschule Langnau und das Wohnquartier Zürchermatte an die Ilfis. Links befindet sich unterhalb der Bernstrassenbrücke ein Wohnquartier und im Anschluss daran Fruchtfolgeflächen. Ab der Moosbrücke wird die Ilfis beidseitig von einem Wanderweg gesäumt, welcher grösstenteils direkt an der Uferoberkante verläuft. Innerhalb des Perimeters bestehen mit der Moosbrücke (Eigentum: Gemeinde) und der Brücke Bernstrasse (Eigentum: Kanton) zwei Brücken über die Ilfis.

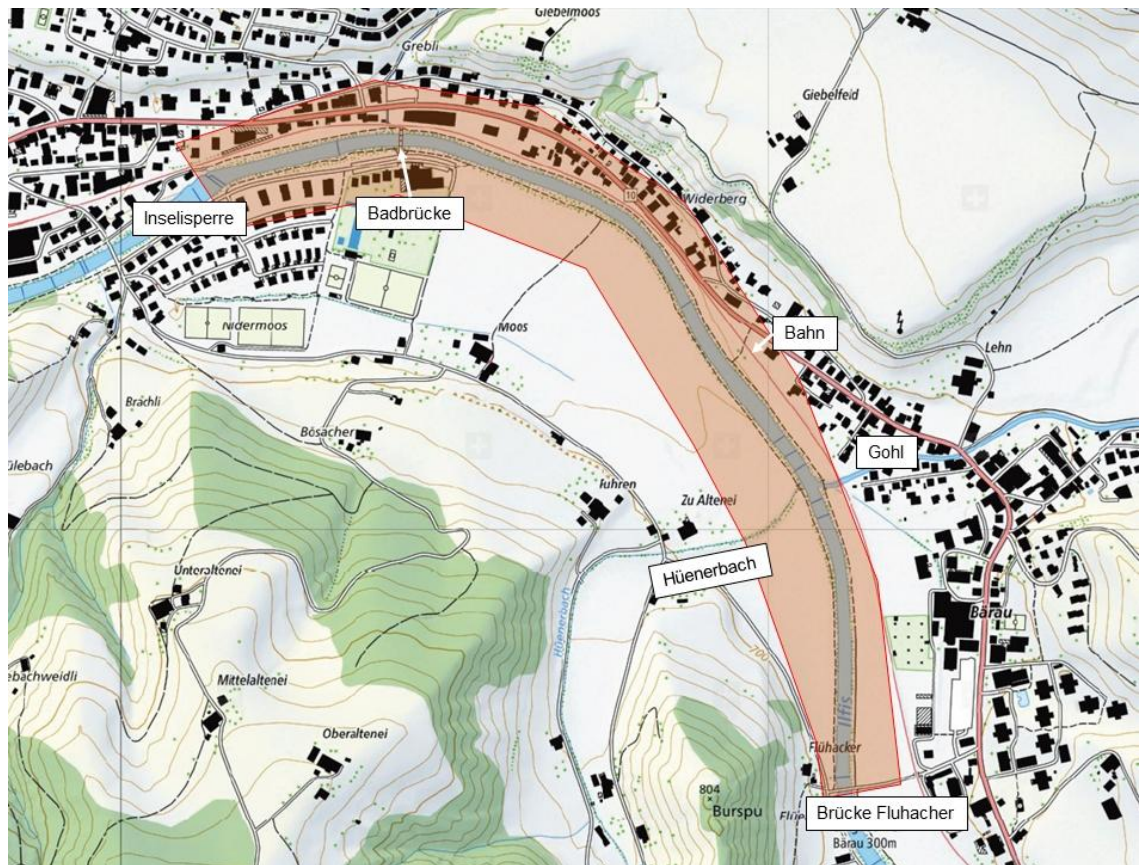


Abb. 1: Projektperimeter Langnau Ost

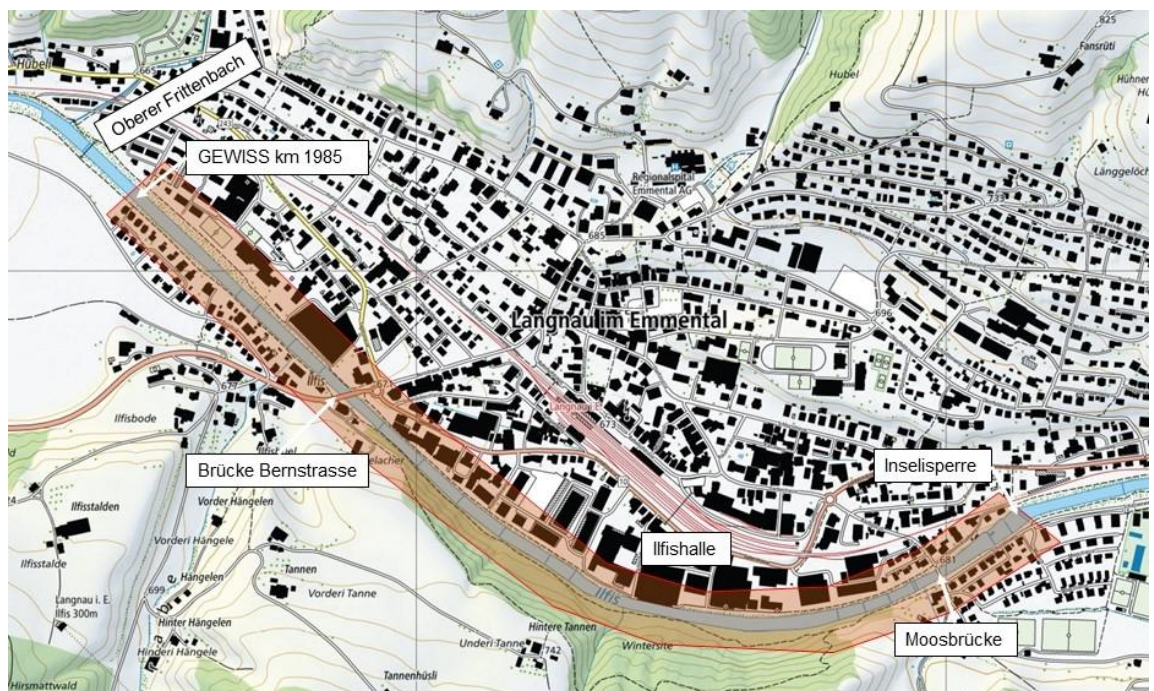


Abb. 2: Projektperimeter Langnau Mitte

1.3 Projektorganisation

Bauherrschaft / Auftraggeber	Bauherrengemeinschaft Ilfis Langnau Mitte-Ost Einwohnergemeinde Langnau i.E. und Gesellschaft der Wasserwerkbesitzer am Ifiskanal Langnau (GWBIL) p. A. Bauverwaltung Gemeinde Langnau i.E. Alleestrasse 8 3550 Langnau i.E.
Leitbehörde:	Tiefbauamt des Kantons Bern Oberingenieurkreis IV Dunantstrasse 13 3400 Burgdorf
Bauherrenunterstützung:	Flussbau AG Schwarztorstrasse 7 3007 Bern
Planer «Wasserbau/ Umwelt»:	INGE ILLA Kissling + Zbinden AG / IUB Engineering AG Sigmaplan AG (Subplaner) p. A. Kissling + Zbinden AG Brunnhofweg 37 3000 Bern 14
Planer «Wasserkraft»:	Hydro-Solar Water Engineering AG Langenhagstrasse 20 4127 Birsfeld
Planer «Hydraulik, Geschiebe»	Hunziker, Zarn & Partner AG Schachenallee 29 5000 Aarau
Planer «Hydrogeologie, Altlasten, Geotechnik»:	Kellerhals + Haefeli AG Kapellenstrasse 22 3011 Bern

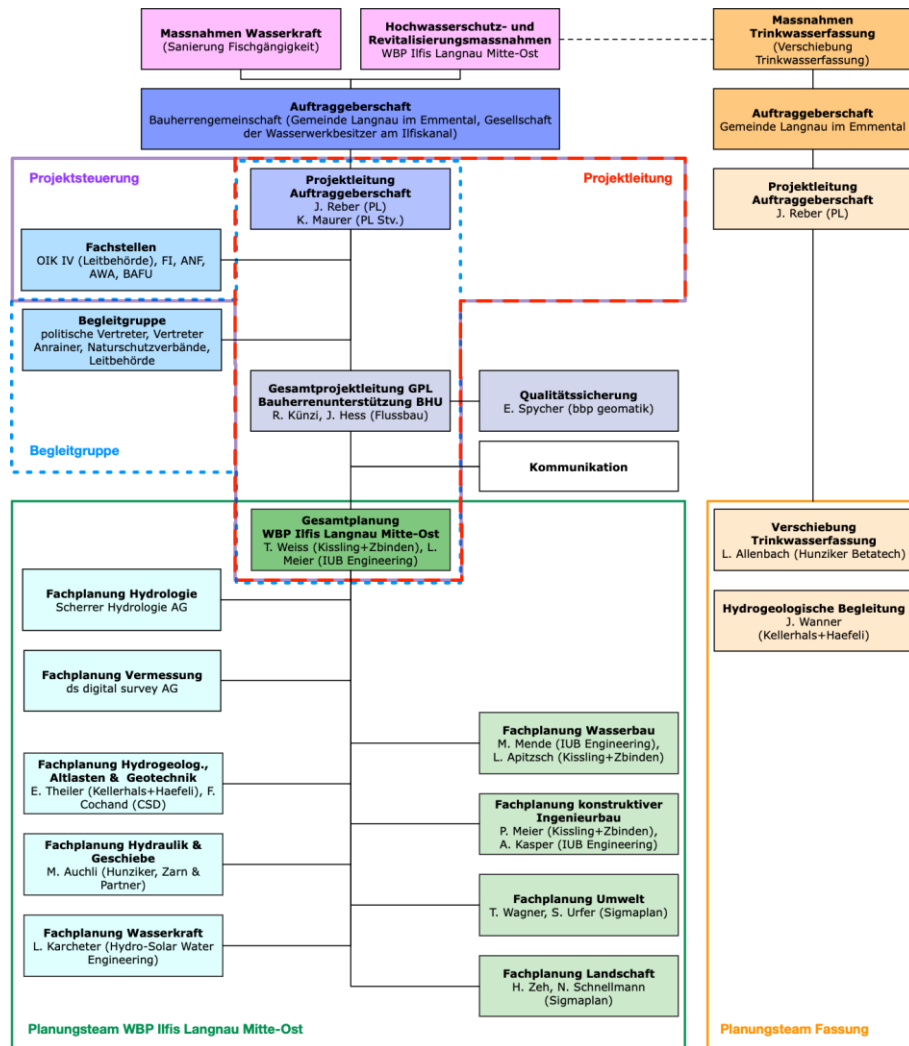


Abb. 3: Organigramm Wasserbauplan Ilfis Langnau Mitte – Ost

Die Verschiebung der Trinkwasserfassung wird durch ein separates Projektteam, im Auftrag der Gemeinde, bearbeitet.

1.4 Partizipation und Sitzungen

1.4.1 Akteuranalyse

Damit alle Beteiligten in einer frühen Projektphase miteinbezogen werden können, wurde bereits vor der Projektierungsphase eine Akteuranalyse gemacht. Dadurch können allfällige Interessens- und Zielkonflikte frühzeitig erkannt und diskutiert werden und das Projekt kann in einem frühen Stadium auf die entsprechenden Interessen der einzelnen Akteure angepasst werden. Die möglichen Akteure im Planungsraum wurden nach ihrem Einflusspotenzial, ihrer Betroffenheit sowie ihrem Anspruch auf Einbezug klassiert und in die Begleitgruppe (Kap. 1.4.3) aufgenommen.

1.4.2 Sitzungen Projektsteuerung (PS)

Ab 2025 wurden die Fachstellen an den Sitzungen der Projektsteuerung zum Projekt informiert. Neben diversen bilateralen Besprechungen fanden folgende Sitzungen statt:

- Sitzung PS Nr. 01 vom 20.05.2025

1.4.3 Sitzungen Begleitgruppe (BG)

Die Begleitgruppe (siehe Abb. Abb. 3) traf sich im Verlauf der Planungsarbeiten ab 2025 zu folgenden Sitzungen:

- Sitzung BG Nr. 01 vom 03.06.2025

1.4.4 Planersitzungen (PL)

Die Planer trafen sich ab 2025 mit der Bauherrschaft und der Bauherrenunterstützung zu folgenden Sitzungen:

- Sitzung PL Nr. 01 vom 22.01.2025
- Sitzung PL Nr. 02 vom 18.02.2025
- Sitzung PL Nr. 03 vom 26.03.2025
- Sitzung PL Nr. 04 vom 29.04.2025
- Sitzung PL Nr. 05 vom 27.05.2025

1.4.5 Grundeigentümerbesprechungen

Bereits in früheren Projektphasen fanden verschiedene Grundeigentümerbesprechungen statt. Ab 2025 wurden folgende Gespräche geführt:

- Besprechung 08.04.2025 mit Stiftung Lebensart
- Besprechung 08.04.2025 mit Jürg Berger
- Besprechung 08.04.2025 mit Johann Eichenberger
- Besprechung 10.04.2025 mit Klaus Wüthrich
- Besprechung 20.05.2025 mit Urs Blaser

1.4.6 Mitwirkung

Der Wasserbauplan Ilfis Mitte – Ost wird vom 1. Juli bis 22. August 2025 in der Gemeinde Langnau zur Einsichtnahme und zur öffentlichen Mitwirkung aufgelegt. Eine öffentliche Mitwirkungsveranstaltung findet am 1. Juli 2025 statt.

Im Rahmen des Mitwirkungsverfahrens können sich betroffene oder interessierte Personen und Organisationen zu den vorgesehenen Wasserbaumassnahmen äussern sowie ihre Anliegen und Hinweise für die weitere Bearbeitung einbringen. Die Mitwirkungseingaben werden hinsichtlich ihrer technischen Machbarkeit und Verhältnismässigkeit geprüft. Anpassungen am Projekt werden bis zur Vorprüfung des Vorprojekts durch Kanton und Bund eingearbeitet. Alle Angaben zur Mitwirkung sowie die Auswertung der Mitwirkungseingaben werden in einem Mitwirkungsbericht zusammengestellt.

2 AUSGANGSSITUATION / IST-ZUSTAND

2.1 Historische Ereignisse

Die grössten Hochwasserereignisse, welche seit der Inbetriebnahme der Messstation Langnau aufgezeichnet wurden, fanden in den Jahren 1997 (12. Juni, 243 m³/s), 2002 (16. Juli, 331 m³/s), 2005 (21. August, 335 m³/s) und 2007 (8. August, 254 m³/s) statt.



Abb. 4: Badbrücke, Unwetter vom 16. Juli 2002 [14]

2.2 Charakteristik Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der Ilfis umfasst bei der Einmündung in die Emme eine Fläche von 205 km². Die Ilfis entspringt im Gebiet der Schrattenfluh und erreicht nach dem Zusammenfluss mit der Hilferen nach rund 6 km die alluvialen Schwemmebenen im Talboden. Es folgt ein rund 5 km langer Abschnitt auf Gebiet des Kantons Luzern, bevor die Ilfis oberhalb Kröschenbrunnen den Kanton Bern erreicht. Anschliessend durchfliesst sie in nordwestlicher Richtung die Gemeinden Trub, Trubschachen, Langnau im Emmental und Lauperswil, wo sie schlussendlich in die Emme mündet. Der höchste Punkt des Gebiets, der Hengst in der Kette Schrattenfluh, liegt auf 2092 m ü. M.; der tiefste Punkt, die Emmemündung, liegt auf 643 m ü. M. Der untersuchte Abschnitt der Ilfis liegt in hügeligem Gelände. Die Talflanken des Einzugsgebiets sind zu grossen Teilen bewaldet, der

Talboden und die flacheren Böschungen sind grösstenteils durch die landwirtschaftliche Nutzung und grössere zusammenhängende Siedlungsgebiete geprägt.

Seitenbäche

Auf dem Gebiet des Kantons Bern münden nebst kleineren Gräben auch mehrere grössere Seitenbäche in die Ilfis. Insbesondere die Trueb (Einzugsgebietsgrösse: 54.4 km²) und die Gohl (Einzugsgebietsgrösse: 25.2 km²) machen rund 38 % der gesamten Einzugsgebietsgrösse aus und tragen wesentliche Abflussmengen und Geschiebe in die Ilfis ein.

Längenprofil

Heute ist der Sohlverlauf der Ilfis durch die während und nach den Korrekturen im 19. und 20. Jahrhundert erstellten Querwerke (Schwellen, Rampen) abgetrept. Oberhalb der BAFU-Messstation (GEWISS-km 4.191) ist ein längerer Abschnitt (ca. 640 m) ohne Abstürze vorhanden. In den Abschnitten zwischen den Querwerken ist eine Rotationserosion aufgetreten. Das Bruttogefälle über die Sperrenkronen entspricht ca. dem Talgefälle und beträgt zwischen 0.85 und 1.0 %. Das Nettogefälle in den Sperrenfeldern ist mit 0.4 bis 0.8 % deutlich geringer.

Gerinneprofil

Die Ilfis verläuft im Abschnitt des Objekts Langnau Ost in einem Trapezprofil mit Sohlbreiten zwischen 15 und 20 m. Die Ufer sind häufig hart verbaut, insbesondere innerhalb der Siedlungsgebiete. Aufweitungen oder grössere Uferstrukturen existieren nicht.

Im Objekt Langnau Mitte verläuft die Ilfis ebenfalls grösstenteils in einem Trapezgerinne, welches auf langen Abschnitten hart verbaut ist. Auf mehreren Abschnitten werden die Ufer aus annähernd senkrechten Mauern gebildet. Zwischen der Moosbrücke und der Ilfishalle besteht auf der linken Seite ein tief liegendes, bewaldetes Vorland. Die Sohlbreite der Ilfis beträgt in dem Abschnitt 20 – 25 m.

2.3 Geologische Verhältnisse

Am südlichen Rand des Einzugsgebiets befinden sich die Helvetische Decke (Schrattenfluhmassiv: Kalk, Unterkreide) und subalpiner Flysch. Weiter folgt in Richtung Nordwest eine Abfolge von Molasseschichten (Untere Meeresmolasse, Untere Süsswassermolasse). Ab Wiggen bestehen beide Talflanken aus der Oberen Meeresmolasse (OMM). In den höheren Lagen, in Richtung Emmental bzw. in Richtung Napf liegt Obere Süsswassermolasse (OSM). Die Talebene der Ilfis ist durchgehend mit Alluvionen (Schwemmböden, Ablagerungen von Fliessgewässern) verfüllt.

2.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Schotterablagerungen der quartären Talfüllung dienen als Grundwasserleiter. Die Lockergesteinsmächtigkeit beträgt stellenweise über 30 m. In den Schottern zirkuliert ein Grundwasserstrom, der im Wesentlichen parallel zur Ilfis fliesst. Im Projektgebiet liegt das Grundwasserspiegelgefälle bei rund 1%. Der mittlere Flurabstand beträgt je nach

Standort ca. 2 bis 5 m. Die Speisung des Grundwasservorkommens erfolgt durch Infiltration von Oberflächengewässern sowie durch einsickerndes Niederschlagswasser.

2.5 Charakteristik Gewässerraum

Die Gewässerräume der Gemeinde Langnau wurden 2024 verbindlich festgelegt [12].

Der Gewässerraum entlang der Ilfis ist eingeschränkt und steht dem Gewässer nicht in vollem Umfang zur Verfügung. Grund sind Infrastrukturen wie Strassen und die Bahnlinie sowie Wohn- und Gewerbegebäude, welche verhindern, dass sich der Lebensraum naturnah entwickeln kann.

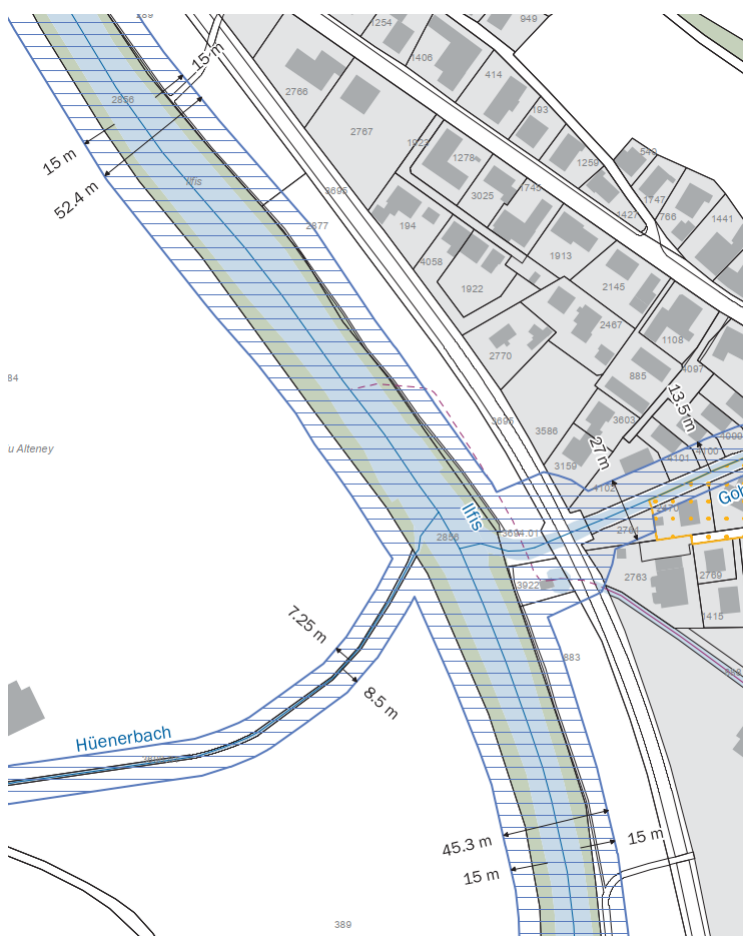


Abb. 5: Gewässerraum Ilfis im Bereich der Gohlmündung [12]

2.6 Ökomorphologie

Nebst den Schwachstellen bzgl. Hochwasserschutz weist die Ilfis auch wesentliche ökologische Defizite auf. Das Gerinne ist durchgehend kanalisiert und grösstenteils starr verbaut. Der Flusslauf ist gestreckt und die Sohle weist kaum Strukturen auf. Auch die Ufer sind mehrheitlich hart verbaut und nicht strukturiert. Gemäss der Karte «Ökomorphologie der Fliessgewässer» des Kantons Bern [4] befindet sich die Ilfis fast durchgehend in einem «stark beeinträchtigten» Zustand. Die Fischgängigkeit ist durch zahlreiche Abstürze unterbrochen. Nur die Blockrampe und die Riegel zwischen der

Fluhacherbrücke und der Gohlsmündung werden als passierbar eingestuft, die übrigen Bauwerke als bedingt oder nicht passierbar.

Der Kanton Bern weist Aufwertungsmassnahmen an der Ilfis auch in der Strategischen Revitalisierungsplanung [4] die höchste Priorität zu.

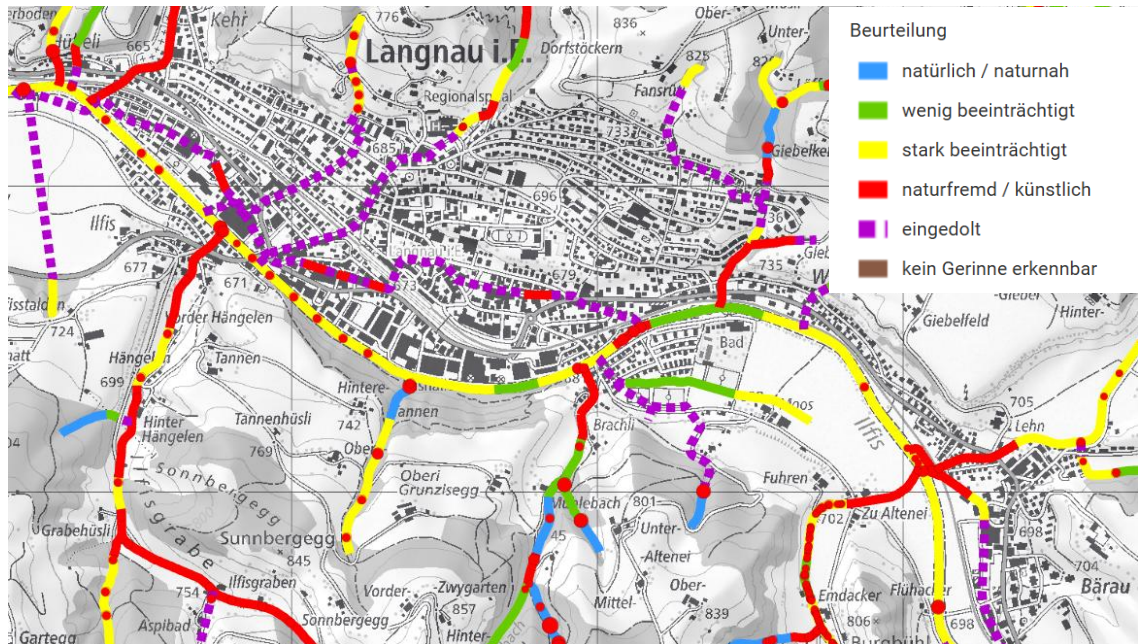


Abb. 6: Ökomorphologie der Fliessgewässer im Gebiet Langnau Ost [4]

2.7 Lebensräume, Flora und Fauna

2.7.1 Lebensräume

Im Gewässerabschnitt innerhalb des Projektperimeters sind keine nationalen oder kantonalen Natur- und Landschaftsinventare vorhanden.

Die folgende Abbildung zeigt die naturrelevanten Objekte der Gemeinde Langnau wie bspw. markante Einzelbäume, Baumreihen/Baumgruppen, Hecken-/Feld- und Ufergehölzen, etc. im und angrenzend an den Projektperimeter.

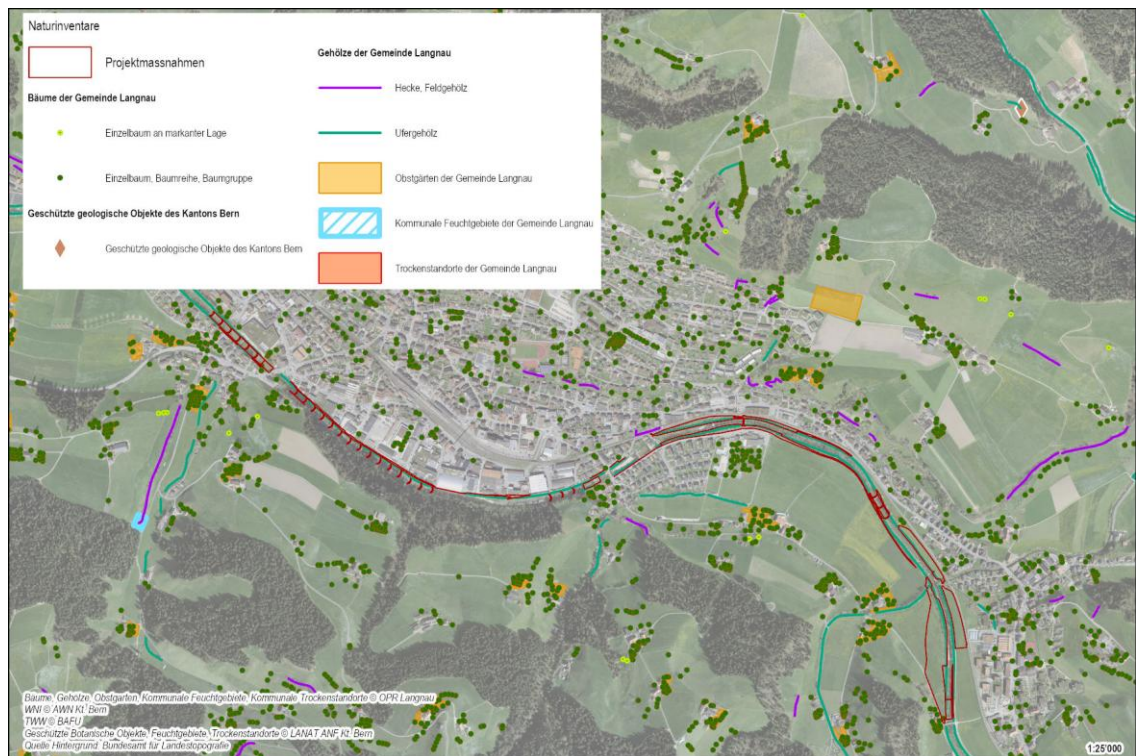


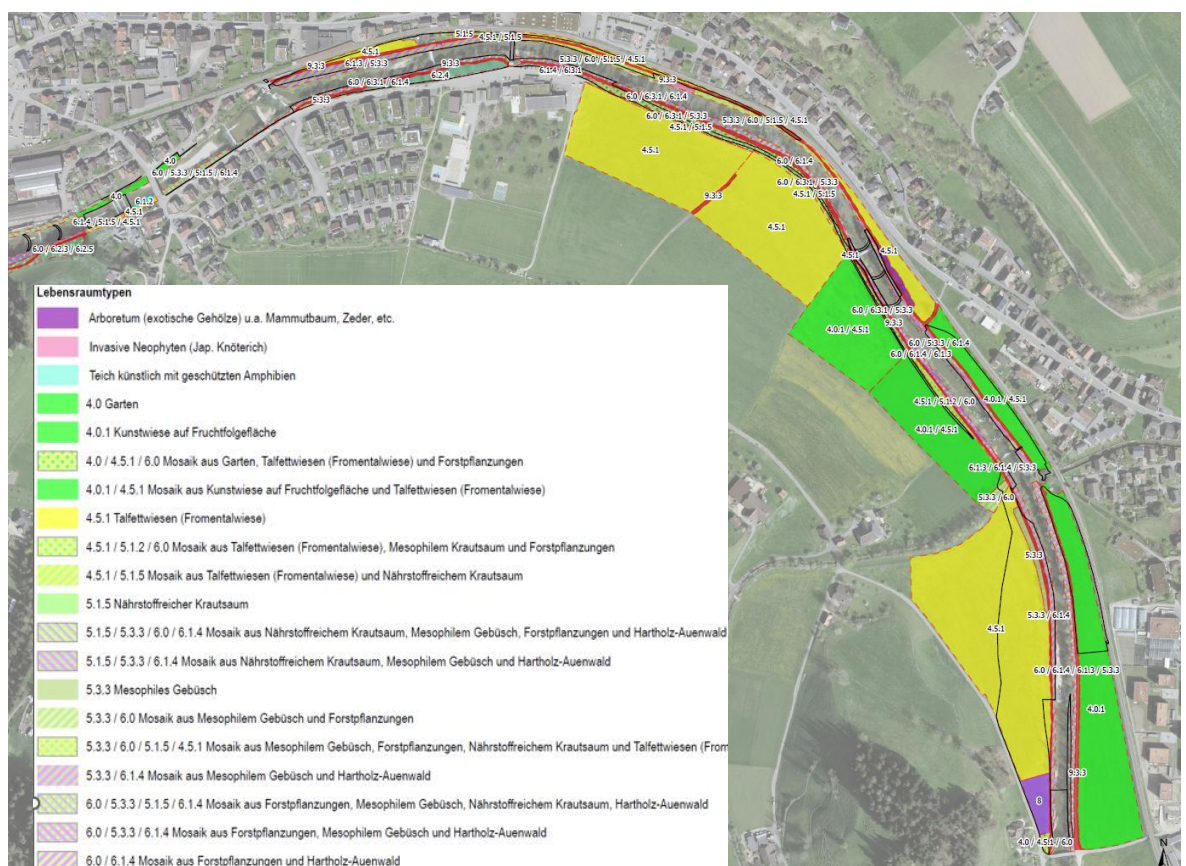
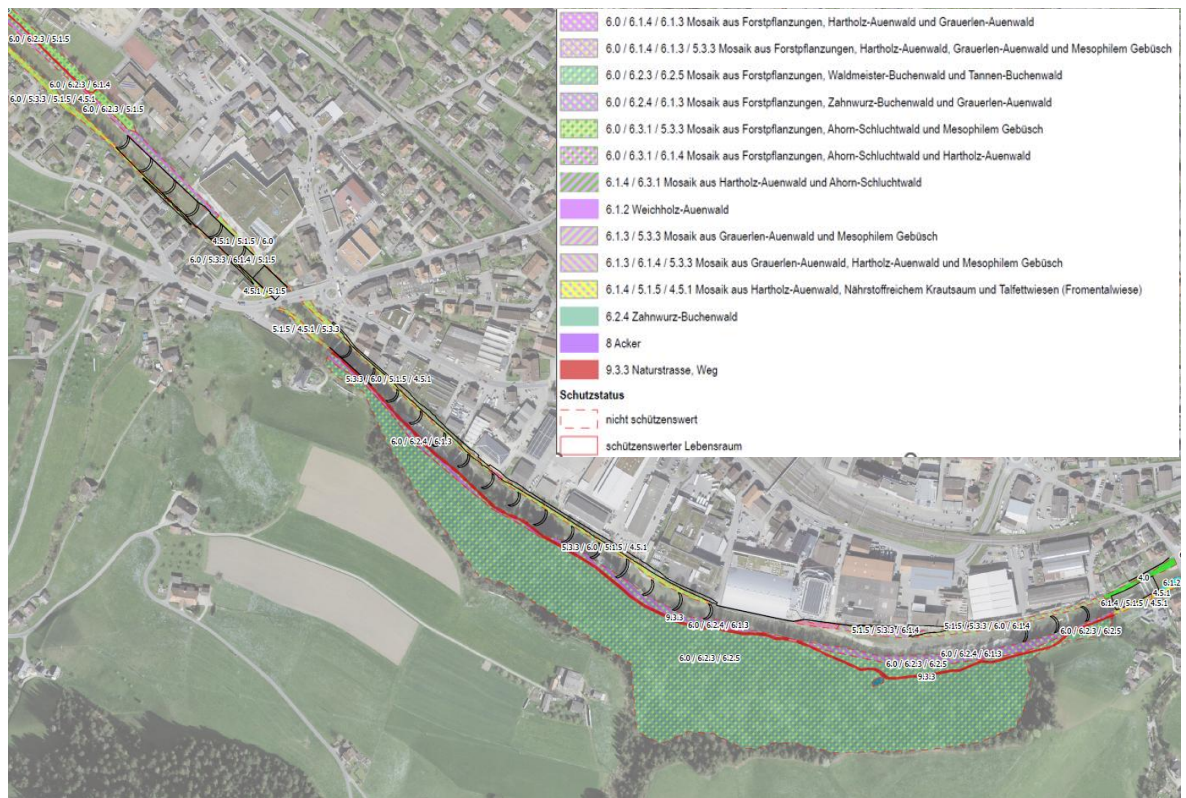
Abb. 7: Kommunale Naturobjekte der Gemeinde Langnau.

Die Lebensräume entlang der Ilfis wurden am 09.05.2025 gemäss der Methode nach Delarze et. al. kartiert. Eine flächendeckende Pflanzenkartierung fand nicht statt. Die erfassten (Charakter-)Arten lassen sich in vielen Fällen nicht eindeutig einem einzelnen Lebensraumtyp zuordnen.

Zudem erschweren anthropogene Einflüsse wie Pflanzungen sowie Pflegemassnahmen (Artförderungen und Rückschnitte) eine klare Abgrenzung der Lebensräume.

Insgesamt wurden 15 Lebensraumtypen nach Delarze et. al. festgestellt, die vorwiegend in Form von Mosaiken vorkommen. Zusätzlich wurden ein Arboretum mit exotischen Gehölzen, invasive Neophyten und angelegte Amphibiengewässer erfasst. Auf den folgenden Seiten sind die kartierten Lebensräume inkl. Bildlegende dargestellt.

Geschützte bzw. schützenswerte Lebensräume umfassen fast ausschliesslich die bestockten Ufer der Ilfis. Weitere aus Naturschutzsicht wertvollen Lebensräume kommen entlang der Ilfis nicht vor.



CODE	Wissenschaftlich lat.	Wissenschaftlich de	RL-Status	Schützenswert	Farbe in Abb.
4.0	-	Kunstrasen (Garten)	-	-	
4.0.1	-	Kunstwiese auf FFF	-	-	hellgrün
4.5.1	Arrhenatherion	Talfettwiesen (Fromentalwiese)	LC bis VU	-	gelb
5.1.2	Trifolion medii	Mesophilem Krautsaum	NT	-	
5.1.5	Aegopodion + Alliarion	Nährstoffreichem Krautsaum	LC	NHV	
5.3.3	Pruno-Rubion	Mesophilem Gebüsch	NT	-	
6.0	-	Wälder (Forstpflanzungen, ...)		-	
6.1.2	Salicion albae	Weichholz-Auenwald	EN	NHV	
6.1.3	Alnion incanae	Grauerlen-Auenwald	VU	NHV	
6.1.4	Fraxinion	Hartholz-Auenwald	LC	NHV	
6.2.3	Galion-Fagenion	Waldmeister-Buchenwald	LC	-	
6.2.4	Lonicero-Fagenion	Tannen-Buchenwald	LC	-	
6.3.1	Lunario-Acerion	Ahorn-Schluchtwald	LC	NHV	
8		Acker	-	-	violett
9.3.3		Naturstrasse, Weg	-	-	

Abb. 8: Lebensraumkartierung im und angrenzend an den Projektperimeter entlang der Ilfis als Grundlage für die Umsetzung von Hochwasserschutz- und Renaturierungsmassnahmen.

2.7.2 Invasive Neophyten

Im Projektperimeter wurden invasive Neophyten festgestellt. Dabei handelt es sich überwiegend um den Japanischen Staudenknöterich. Der Japanische Staudenknöterich verfügt über ein hohes Verbreitungspotenzial.

Es wurden noch weitere invasive Neophyten erfasst: Goldruten *Solidago canadensis* / ssp., Sommerflieder *Buddleja davidii*, Berufskraut *Erigeron annuus*.

2.7.3 Amphibien

Bei der Begehung am 09.05.2025 konnten in den angelegten Tümpeln am Waldrand sowie im Wald Amphibien beobachtet werden. Nachgewiesen wurden Grasfrosch (*Rana temporaria*), Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*) sowie ein weiterer Molch, der nicht eindeutig bestimmt werden konnte. Zudem wurden einige Kaulquappen beobachtet.

2.7.4 Schützenswerte Arten und Lebensräume

Der Anteil an Auengehölzen und potenziellen Auenlebensräumen ist im Projektperimeter unterschiedlich stark ausgeprägt. Insgesamt handelt es sich jedoch nicht um natürliche Auenstandorte, da charakteristische hydrologische Bedingungen (regelmässige Überschwemmungen etc.) fehlen. Diese sind aufgrund des bestehenden Uferverbaus im gesamten Gewässerabschnitt nicht gegeben. Vereinzelt treten dennoch typische Auengehölze (wie *Fraxinus excelsior*, *Salix*-Arten, *Ulmus glabra* und *Acer pseudoplatanus*) auf.

Alle einheimischen Amphibienarten sind in der Schweiz gesetzlich geschützt. Auch die Ufervegetation ist bundesgesetzlich geschützt.

2.8 Raumnutzung

2.8.1 Baurechtliche Grundordnung Gemeinde Langnau

Die Ilfis grenzt am rechten Ufer ab dem Schwimmbad direkt an das Siedlungsgebiet von Langnau mit Wohn-, Arbeits- und Mischzonen, etwas oberhalb davon bis Flüeacher wird die Ilfis von einem schmalen Streifen Landwirtschaftsland gesäumt. Dieses rechtsufrige Kulturland ist oberhalb der Gohlmündung als Fruchtfolgefläche (FFF) ausgeschieden.

Ans linke Ufer grenzen von Ost nach West Landwirtschaftsland (alles FFF), Wohnzonen (Nidermoos), Waldareal bei Wintersite und im unteren Abschnitt ab der Bernstrassenbrücke wiederum Wohnzonen.

Der zum grossen Teil bestockte und meist schmale, rechtsseitige Uferbereich unterhalb der Badbrücke ist als «Grünzone Ilfis» ausgeschieden (in Abb. 9 schlecht ersichtlich). Linksufrig liegen einige Uferabschnitte bei Nidermoos und Ilfis ebenfalls in der «Grünzone Ilfis».

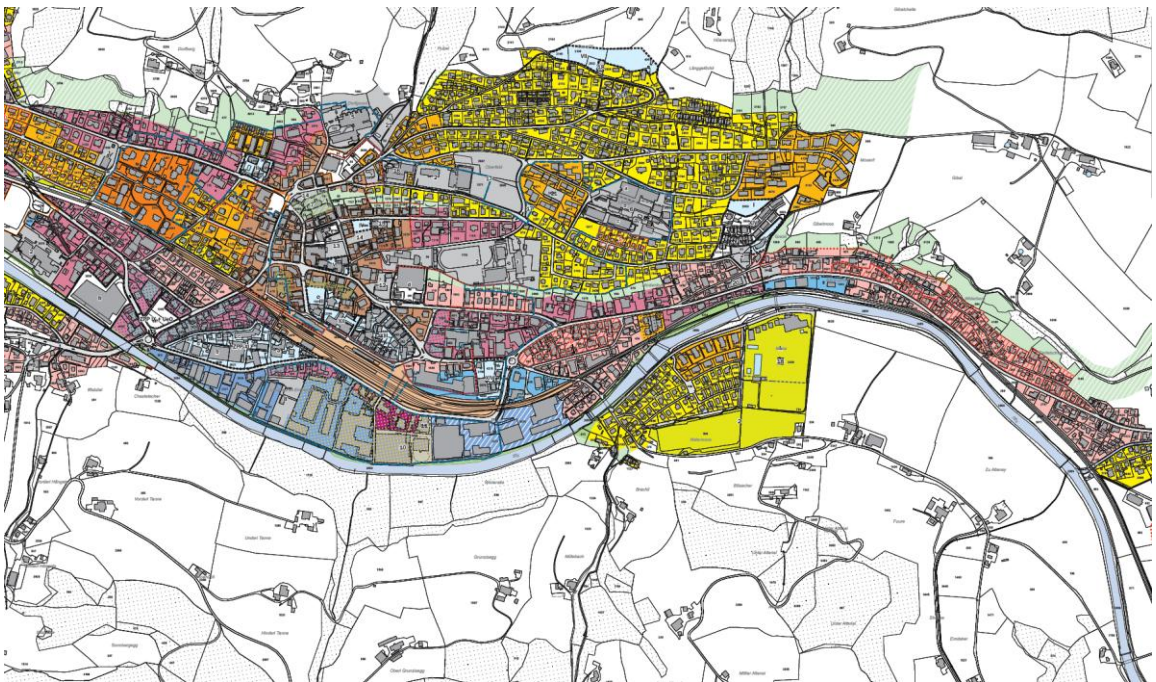


Abb. 9: Baurechtliche Grundordnung Gemeinde Langnau, Ausschnitt aus Zonenplan 1 Siedlung (die «Grünzone Ilfis» ist mit einem hellgrünen Farbton gekennzeichnet), hellgrün = Hangschutzzonen, übrige Farben = Wohn-, Arbeits- und weitere Nutzungszonen; weiss = Landwirtschaftszone).

Entlang der betroffenen Ilfisstrecke wurden keine planungsrechtlichen Zonen ausgeschieden, welche einen expliziten Bezug zur Ilfis aufweisen. In der kommunalen «Grünzone Ilfis» wird die Ufervegetation geschützt).

Das ganze unbebaute linke Ufer unterhalb der Flüeacherbrücke bis zum Schwimmbad wird gemäss Zonenplan 3 von einer kommunalen Landschaftsschutzzone überlagert. Diese bezwecken die ungeschmälernte Erhaltung von naturnahen Lebensräumen für einheimische Tier- und Pflanzenarten und dienen dem ökologischen Ausgleich. Massnahmen für den Hochwasserschutz und Revitalisierungen, welche den Schutzzweck nicht gefährden, sind erlaubt.

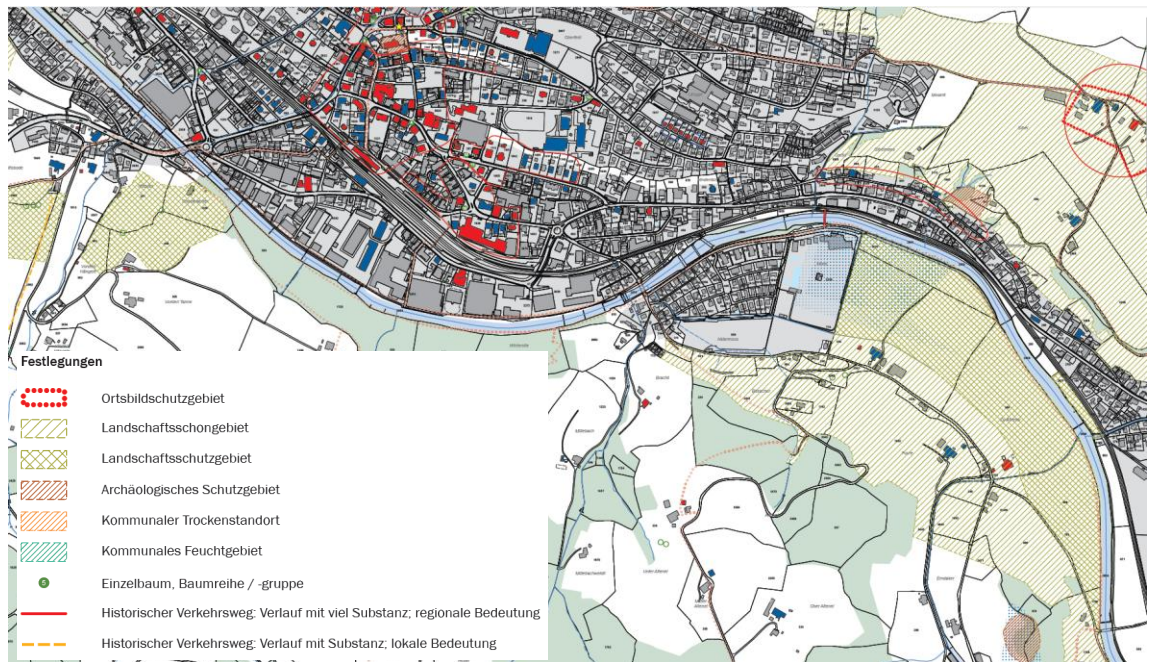


Abb. 10: Baurechtliche Grundordnung Gemeinde Langnau, Ausschnitt aus Zonenplan 3 Landschaft (Süd). Rot eingefärbte Bauten gelten als schützenswerte Objekte und blau markierte Gebäude als erhaltenswert.

Mit der Revision der Ortsplanung Langnau wurden auch die Gewässerräume verbindlich festgelegt. Der Gewässerraum entlang der Ifis ist im Siedlungsgebiet eingeschränkt und steht dem Fluss aufgrund der dichten und gewässernahen Verbauung mit Infrastrukturen sowie Wohn- und Gewerbebauten nicht in vollem Umfang zur Verfügung.

2.8.2 Fruchtfolgeflächen (FFF)

Im Abschnitt Ost oberhalb des Schwimmbads bis Flüeacher grenzt beidseitig landwirtschaftliches Kulturland an die Ifis. Mehrheitlich wurde das Kulturland im Projektgebiet als FFF ausgeschieden (siehe untenstehende Abbildung). Diese teils intensiv genutzten Flächen gehen durch den Landverbrauch beim Dammbau, Vorlandabsenkung, ökologische Aufwertung und die Flussaufweitung Flüeacher verloren.

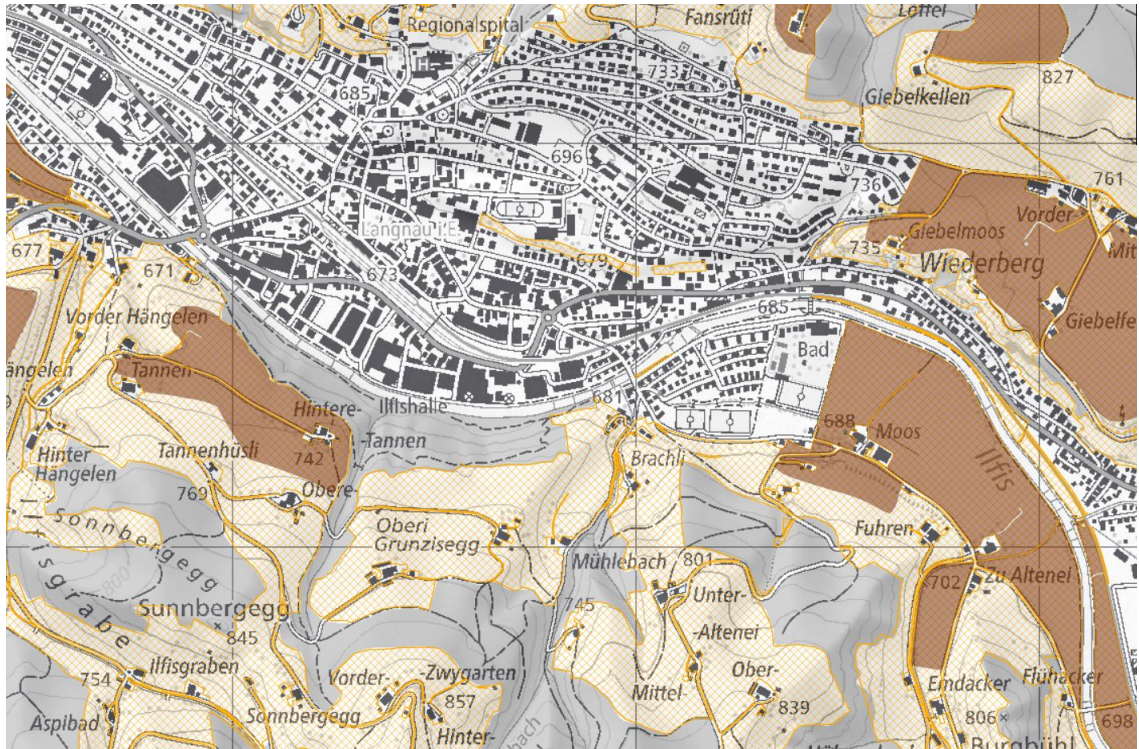


Abb. 11: Übersichtsplan Fruchtfolgeflächen FFF (dunkelbraun)

Mit Ausnahme der Vorlandabsenkung handelt es sich bei den beanspruchten Kulturlandflächen auch um FFF. Der Verbrauch von Kulturland und insbesondere von FFF ist für alle Vorhaben möglichst gering zu halten (schonungsvoller Umgang mit Kulturland und Schutz von FFF).

Gemäss der erfolgten Bodenkartierung (Abb. 11) kommen im Projektperimeter flachgründige Auffüllungen und ziemlich flachgründig bis mässig tiefgründige Kalkbraunerden vor. Mit Ausnahme der Auffüllung auf den Parzellen 289 und 2877 wurden die anderen vom Projekt tangierten Kulturlandflächen allesamt als FFF ausgeschieden.

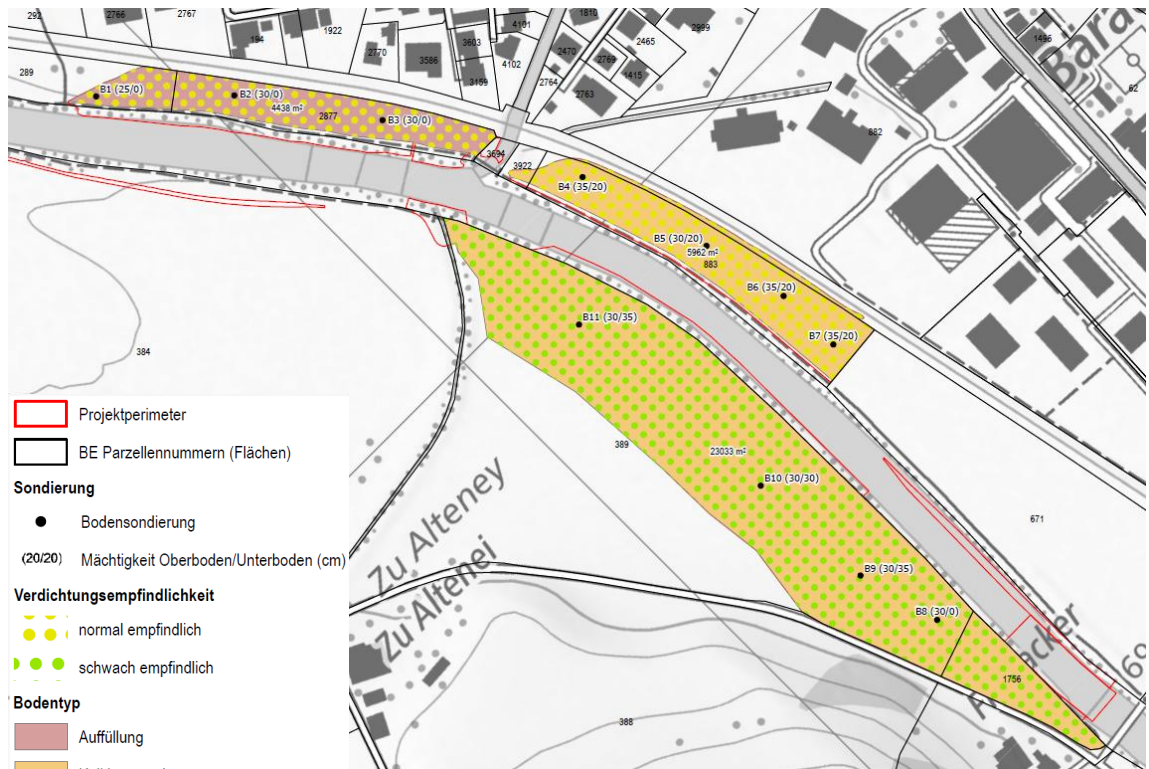


Abb. 12: Übersicht Bodenkartierung im Abschnitt Ost

Der Umgang mit FFF im Kanton Bern ist gemäss der "Arbeitshilfe Umgang mit Kulturland in der Raumplanung, Juni 2023" geregelt. Dabei wird gemäss einem Entscheidungsbaum abgewogen, ob eine Beanspruchung von FFF für ein raumwirksames Vorhaben zulässig ist.

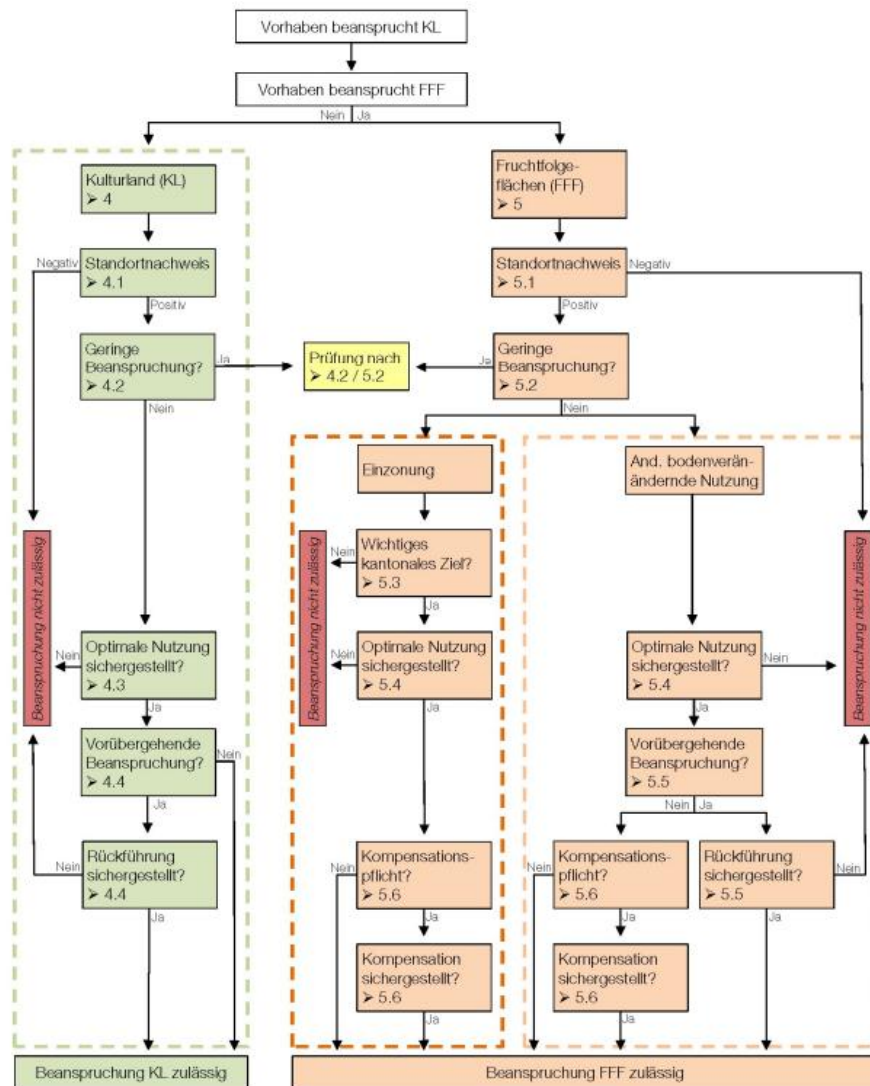


Abb. 13: Entscheidungsbaum Fruchtfolgeflächen gem. "Arbeitshilfe Umgang mit Kulturland, Juni 2023

Im Rahmen der Hauptuntersuchung wird ein Bodenschutz- und -verwertungskonzept erarbeitet. Die Bauphase ist durch eine bodenkundliche Fachperson (BBB) zu begleiten.

2.8.3 Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz ISOS

Gemäss ISOS wird Langanu im Emmental als grosses Marktdorf und Handelszentrum des Emmentals, ältester Dorfkern um die Kirche mit dem «Chüechlihus», kleinstädtisch dicht und herrschaftlich die Dorfstrasse und der Hirschenplatz, Gewerbe-, Bahnhof-, Villenquartier aus dem späten 19. Jahrhundert beschrieben.



Abb. 14: Aufnahmeplan ISOS. Die Planlegende ist sehr umfangreich und folglich hier nicht dargestellt. Die Nummern stehen für Baugruppen und Einzelbauten, die römischen Ziffern betreffen Umgebungs-zonen und Umgebungsrichtungen.

Das Flussbett der durch Schwellenstufen gebändigten Ilfis (0.0.29) wird von Wald und Büschen gesäumt (Umgebungsrichtung XV). Am wichtigsten Flussübergang, der Ilfis-brücke (0.0.32), über welche die Bernstrasse führt, steht am anderen Ufer markant die Käserei (0.0.31). Die alte Moosbrücke, eine gedeckte Holzbrücke von 1797 (0.0.30) dient heute als Fussgänger-Übergang zum Schwimmbad. Unterhalb der Moosbrücke liegt das Gewerbegebiet in der Umgebungszone VII. Weiter flussaufwärts schliessen die Umgebungsrichtungen XIV (Neubauquartier Niedermoos) und XIII (Kulturland Moos) an. Die Ilfis in der Umgebungsrichtung XV ist als Flussraum ein unerlässlicher Teil des Ortsbil-des und weist eine gewisse Bedeutung für das Ortsbild mit dem Erhaltungsziel a auf. Dies bedeutet u.a. «Erhalten der Beschaffenheit als Freifläche und der für das Ortsbild wesentlichen Vegetation».

2.9 Drittprojekte

Verschiebung Grundwasserfassung und Sanierung Badi: Die Konzession für die Grundwasserfassung im Gebiet Badi läuft aus. Damit in der Badi die dringend notwendigen Sanierungsmassnahmen ausgeführt werden können, muss die Grundwasserfassung am bestehenden Standort aufgehoben werden. Die Fassung soll daher in das bereits aus-geschiedene Grundwasserschutzareal weiter östlich verschoben werden. Die Verschie-bung der Grundwasserfassung erfolgt in einem separaten Verfahren und ist auf den Plä-nen zum vorliegenden Wasserbauplan informativ dargestellt.

Ilfis Flüeacher – Ramsern: Im Instandstellungsprojekt (ISP) Ilfis Flüeacher – Ramsern ist unmittelbar oberhalb des Projektperimeters eine Längsvernetzung bei verschiedenen Schwellen vorgesehen.

Sanierung Fischgängigkeit Kraftwerk Bärau: Bei der Ausleitung des Gewerbekanals (Kraftwerk Bärau), ca. 700 m oberhalb der Flüeacherbrücke, am oberen Ende des

Projektperimeters ISP Flüacher – Ramsern, wird die Fischwanderung mit dem Neubau eines technischen Fischpasses wiederhergestellt.

Zusammen mit dem ISP Ilfis Flüeacker – Ramsern und der Sanierung der Fischgängigkeit beim Kraftwerk Bärau wird mit dem vorliegenden Wasserbauplan die Längsvernetzung bis weit über den Projektperimeter hinaus wiederhergestellt.

Gewässerrichtplan: Der Gewässerrichtplan Emme legt behördenverbindlich fest, wo der Hochwasserschutz sichergestellt und die Ökologie aufgewertet werden soll. Akteure auf allen politischen Ebenen bestimmen dazu gemeinsam Massnahmen und stimmen diese räumlich aufeinander ab. Der Gewässerrichtplan berücksichtigt dabei auch andere Nutzungsinteressen. Er hat einen Planungshorizont von 25 Jahren. In einer ersten Phase erfolgt die Planung für die Emme und die Ilfis oberhalb Emmenmatt. Der vorliegenden Wasserbauplan ist mit dem Gewässerrichtplan koordiniert.

3 WASSERBAULICHE GRUNDLAGEN

3.1 Bestehende Bauten und Anlagen

Im Rahmen der Erfassung des gewässerökologischen Zustandes wurden im Hochwasserschutzkonzepts [3] Felderhebungen zu den Schwellen durchgeführt. Dabei wurde insbesondere auch die Passierbarkeit der Wanderhindernisse in der Ilfis sowie im Mündungsbereich der Zuflüsse erhoben und dokumentiert.

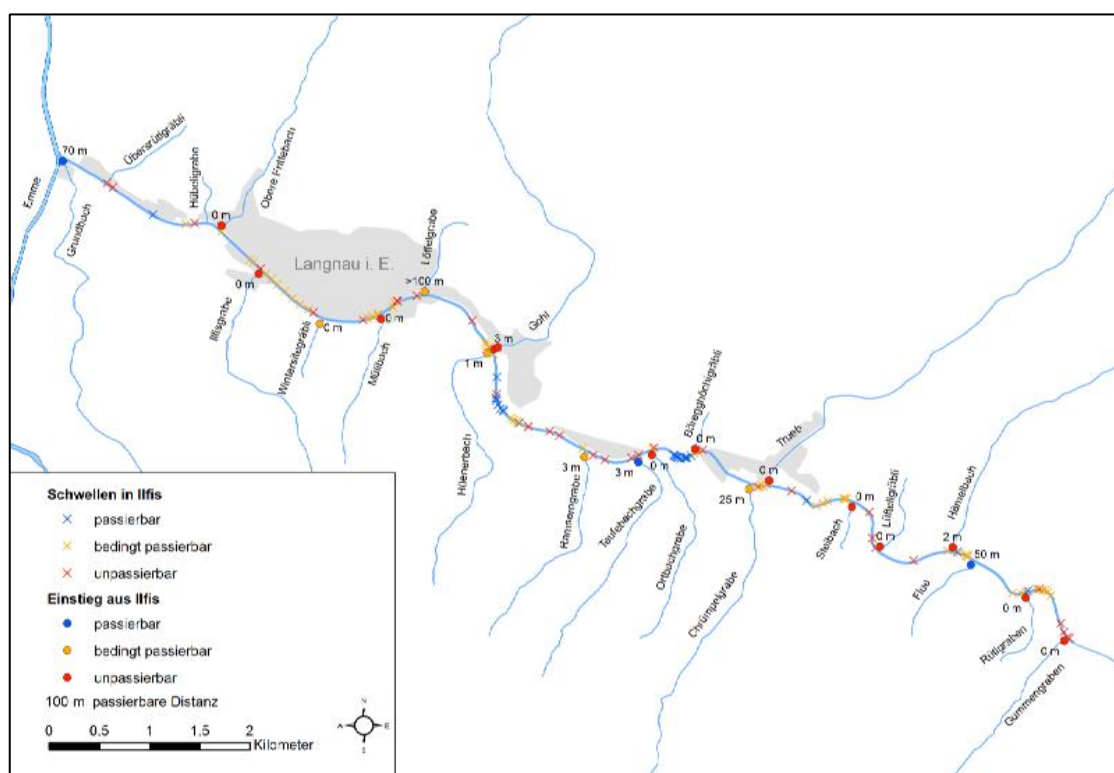


Abb. 15: Passierbarkeit der Wanderhindernisse in der Ilfis (Kreuze) sowie im Mündungsbereich (Einstieg aus der Ilfis) der Zuflüsse (Punkte). Bei den Zuflüssen ist die Entfernung zwischen der Mündung und dem ersten unpassierbaren Hindernis angegeben. Passierbar = für alle Bachforellen überwindbar, bedingt passierbar = nur für adulte Bachforellen überwindbar, nicht passierbar = nicht überwindbar. Quelle: Hochwasserschutzkonzept 2016 [3]

Die heutigen Ufer der Ilfis sind grösstenteils verbaut. Die Verbauungen sind hinsichtlich des Bautyps (Blocksteine, Holzverbau, Ufermauern etc.) und des Zustands sehr heterogen. Eine systematische Erhebung des heutigen Zustands fand bisher nicht statt. Vorgesehen ist, die Ufer abschnittsweise im Rahmen der etappierten Ausführung des Wasserbauplans bei Bedarf zu sanieren.

3.2 Hochwasserabflüsse und Szenarien

Die charakteristischen Abflusswerte der Ilfis basieren auf der statistischen Auswertung der BAFU-Messstation Ilfis Langnau (Einzugsgebietsgrösse: 188 km², Abb. 16) und auf der Hydrologiestudie Ilfis [5].

Statistische-Kenngrösse ^α	Abfluss-(m ³ /s) ^α
Q ₃₄₇ ^α	1.24 ^α
Q ₂₇₄ ^α	2.11 ^α
Q ₁₈₂ ^α	3.39 ^α
Q _m ^α	5.22 ^α
Q ₉₁ ^α	6.13 ^α
Q ₁ ^α	43.8 ^α
HQ ₂ ^α	120 ^α
HQ ₁₀ ^α	232 ^α
HQ ₃₀ ^α	313 ^α
HQ ₁₀₀ ^α	416 ^α
HQ ₃₀₀ ^α	524 ^α

Abb. 16: Abflussstatistik BAFU-Messstation Ilfis Langnau (Periode 1990-2020)

Die aktuelle Gefahrenkarte Ilfis, das Hochwasserschutz- und Revitalisierungskonzept Ilfis sowie das vorliegende Vorprojekt basieren auf den Abflusswerten der Hydrologiestudie von 2012 [5], vgl. Tabelle unten. Die Werte aus der Hydrologiestudie sind mit rund 25 % wesentlich höher als diejenigen der alten Gefahrenkarte. Die Pegelmessungen der letzten Jahre bestätigten diese Aktualisierung, weshalb auch die Werte der Hochwasserstatistik der Pegelmessstation (Abb. 16) hoch ausfallen.

Jährlichkeit ^α	Abfluss oberhalb Gohl ^α [m ³ /s] ^α	Abfluss bei MS Langnau (uh. Gohl) ^α [m ³ /s] ^α
HQ ₃₀ ^α	244 ^α	280 ^α
HQ ₁₀₀ ^α	307 ^α	345 ^α
HQ ₃₀₀ ^α	352 ^α	390 ^α

Abb. 17: Charakteristische Hochwasserabflüsse gemäss Hydrologiestudie [5] (Mittelwerte der empfohlenen Bandbreiten)

Die Hydrologiestudie ist trotz neuen Niederschlagsdaten und Klimaveränderung weiterhin gültig [15].

3.3 Geschiebehaushalt und Morphologie

Der Geschiebetrieb in der Ilfis ist ausgeprägt. Auf dem Gebiet des Kantons Bern tragen die Seitenbäche Hämelbach, Steinbach, Chrümpelgrabe, Trueb, Gohl, Hüenerbach und Oberer Frittenbach die grössten Geschiebemengen in die Ilfis ein. [7] schätzt die jährliche Geschiebefracht der Ilfis im Bereich Langnau für den Ist-Zustand auf ca. 6'500 m³/a.

Durch das uniforme, eingeschnürte Gerinne der Ifis mit vielen Schwellen und mangelnden Strukturen stellt sich trotz ausreichenden Geschiebefrachten kein struktureicher Zustand der Sohle ein. Da die in die Ifis eingetragenen Geschiebemengen bei einem Hochwasser grösstenteils vor Erreichen des Spitzenabflusses durch die Ifis weitertransportiert werden, führen sie im Ist-Zustand zu keiner relevanten Verringerung der Abflusskapazität [6].

3.4 Schwemmholz

Die Charakteristik des Einzugsgebiets sowie Erfahrungen aus vergangenen Ereignissen zeigen, dass bei Hochwasserereignissen in der Ifis grosse Mengen an Schwemmholz anfallen können. Dieses kann insbesondere bei Brücken zu Verklausungen und dadurch zu einer reduzierten Abflusskapazität führen. Bei der Dimensionierung der Massnahmen wurde der Schwemmholzanfall im entsprechend erhöhten Brückenfreibord berücksichtigt.

3.5 Bestehende Gerinnekapazität und Schwachstellen

Die Gerinnekapazitäten der Ifis wurden im Rahmen der Gefahrenkarte [6] bestimmt. Dabei wurden 1-dimensionale Staukurvenberechnungen mit HEC-RAS durchgeführt. Als Basis dienten die Querprofilaufnahmen des BAFU aus dem Jahr 2005.

Langnau oberhalb Moosbrücke

„Die Hauptprobleme in Langnau liegen im Bereich oberhalb der Ausleitung des Ifiskanaals und der Badbrücke bei km 4.3. Hier kommt es schon ab HQ₃₀ zu beträchtlichen Austritten, welche Siedlungsgebiete betreffen. Bei HQ₁₀₀ und HQ₃₀₀ sind grosse Teile von Langnau, bis ins Gebiet des Oberen Frittenbachs, durch diese Austritte betroffen. Oberhalb der Gohlmündung treten ab HQ₃₀ rechts lokal Austritte auf. Ab HQ₁₀₀ kommt es fast durchgehend zu Austritten, welche das Landwirtschaftsland zwischen Gerinne und Bahndamm, sowie das Industriegebiet Schärtschachen betreffen. Links kommt es oberhalb der Schwelle bei km 5.45 und oberhalb des Schlauchwehrs bei km 6.4 zu Austritten (Gebiet Ramsere).“

Langnau unterhalb Moosbrücke

„Unterhalb des Dorfkerns ab km 1.7 kommt es links ab HQ₃₀ zu lokalen Austritten welche grosse Gebiete an Landwirtschaftsland betreffen und im Bereich Brüggschache auch Wohnquartiere überfluten. Ab HQ₁₀₀ treten auch rechts Schwachstellen auf, wodurch das Industriegebiet, die ARA und der Entsorgungshof am rechten Ifisufer betroffen sind.“

3.6 Gefahrensituation und Gefahrenkarte

In der Gefahrenkarte Wasser sind die Gefährdungen durch die Hochwasserszenarien HQ₃₀, HQ₁₀₀ und HQ₃₀₀ dargestellt. Ein Extremereignis EHQ wurde nicht beurteilt. Die für das Siedlungsgebiet Langnau massgeblichen Wasseraustritte befinden sich im Bereich der Inselisperre und im Gebiet Moos. Das austretende Wasser überflutet das

Siedlungsgebiet sowohl links- als auch rechtsseitig. Ausgehend von der Schwachstelle im Gebiet Moos wird das Gebiet zwischen dem Schwimmbad und der Einmündung des Mulebachs getroffen. Von der Schwachstelle bei der Inselisperre wird das rechtsseitige Siedlungsgebiet getroffen. Das austretende Wasser fliesst gemäss Gefahrenkarte oberhalb der Brücke Bernstrasse wieder in die Ilfis zurück.

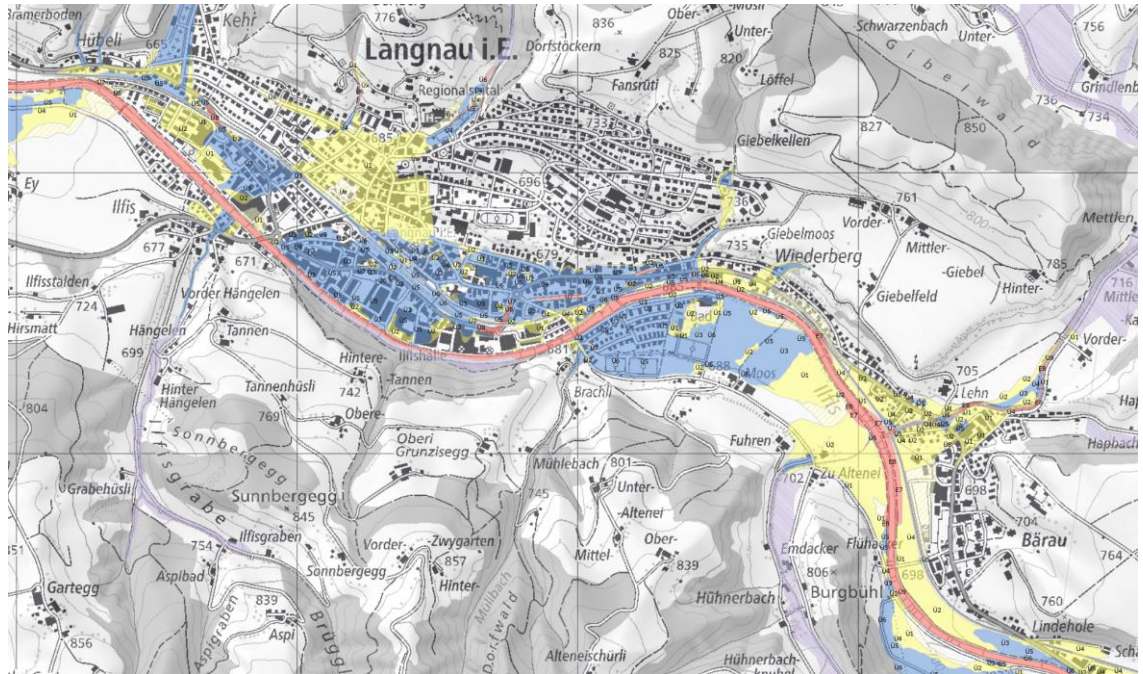


Abb. 18: Gefahrenkarte Wasser (Quelle: Geoportal [4])
gelb: geringe, blau: mittlere, rot: erhebliche Gefährdung

Ab einem HQ₃₀ treten sowohl geringe als auch mittlere Intensitäten auf. Die räumliche Ausdehnung der überfluteten Fläche bleibt zwischen dem HQ₃₀ und dem HQ₃₀₀ sehr ähnlich. Je seltener und damit grösser das Ereignis, desto stärker nehmen die Flächen mit mittleren Überflutungsintensitäten zu.

Die Gemeinde wird voraussichtlich im Sommer 2025 ein Planerteam mit der Überarbeitung der Gefahrenkarte Langnau beauftragen. Eine Neubeurteilung der Ilfis ist jedoch nicht Gegenstand des Auftrags.

Die Beurteilung der Überflutungen der Ilfis bei einem Extremereignis EHQ erfolgt bis Ende 2025 (Abgabe überarbeitetes Vorprojekt für die Vorprüfung).



Abb. 19: Intensitätskarte HQ₁₀₀ (Quelle: Gefahrenkarte [6])

3.7 Beurteilung Schadenpotenzial und Risikoanalyse

Erfolgt in einer späteren Projektphase.

3.8 Defizite Ökologie

Entwicklungsrestriktionen sind Nutzungen oder Einwirkungen, die in einem überschaubaren Zeitraum (ca. 20-30 Jahre) nicht veränderbar sind und die Entwicklung des Gewässers deutlich behindern. Bei der Ilfis sind dies

- Siedlungsflächen, Wohn- und Gewerbeflächen;
- Strassen- und Eisenbahnlinsen, Versorgungsleitungen;
- Hochwasserdämme zum Schutz von Siedlungsflächen und Nutzungen mit vergleichbarem Schutzbedarf;
- Bauwerke am Gewässer, Brücken, ARAs, Wasserkraftwerke;
- Grundwasserschutzzonen und -areale;
- Beeinträchtigungen des Abfluss- und Feststoffregimes, Restwasserstrecke.

Daraus ergeben sich ökologische Defizite in den Bereichen:

- **Gewässerstruktur:** Das Gerinne ist durchgehend kanalisiert und grösstenteils starr verbaut. Der Flusslauf ist gestreckt und die Sohle weist kaum Strukturen auf. Auch die Ufer sind mehrheitlich hart verbaut und nicht strukturiert. Gemäss der Karte «Ökomorphologie der Fliessgewässer» des Kantons Bern (siehe Abb. 6, Seite 10) befindet sich die Ilfis fast durchgehend in einem «stark beeinträchtigten» Zustand.
- **Gewässerraum:** Bis auf den linksufrigen Wald-Steilhang bei Wintersite ist eine ökologische Ausgestaltung des Gewässerraums aufgrund von Siedlungsflächen, Brücken, Infrastrukturbauten, intensiver landwirtschaftlicher Nutzung eingeschränkt.

- **Durchgängigkeit:** Die Fischgängigkeit ist durch zahlreiche Abstürze unterbrochen. Nur die Blockrampe und die Riegel zwischen der Flüeackerbrücke und der Gohl-mündung werden als passierbar eingestuft, die übrigen Bauwerke als bedingt oder nicht passierbar.

4 PROJEKTANNAHMEN

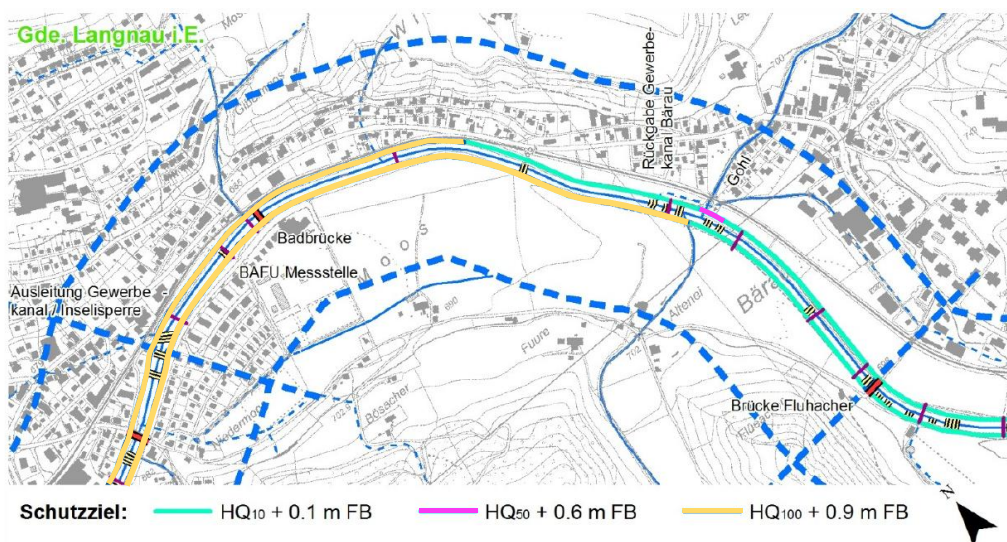
4.1 Hochwasserschutzziele

Im Kanton Bern wird die Frage nach Schutzzielen und Schutzdefiziten gemäss der Risikostrategie Naturgefahren [2] gehandhabt. Für unterschiedliche Objektkategorien hält eine jeweilige Schutzzielmatrix fest, welche Überflutungsintensitäten (aus der Gefahrenkarte) bei welcher Auftretenswahrscheinlichkeit tolerierbar sind oder ob Schutzmassnahmen überprüft werden sollen (Risikoanalyse) oder notwendig sind. Die vorgeschlagenen Massnahmen müssen nur dort und in dem Masse umgesetzt werden, wo die Verhältnismässigkeit dafür gegeben ist.

Die Schutzziele für die im Perimeter Langnau Ost und Mitte relevanten Objektkategorien sind in Abb. 20 festgelegt. Die Schutzziele sind örtlich aufgelöst definiert, siehe Abb. 21.

Objektkategorie [☐]	Schutzziel + Freibord (gem. KOHS) [☐]
Geschlossene Siedlung/Gewerbe [☐]	HQ ₁₀₀ + 0.9 m [☐] (Brückenfreibord: 1.3 m) [☐]
Einzelgebäude bewohnt [☐]	HQ ₅₀ + 0.6 m [☐]
Landwirtschaftszone [☐] (intensiv genutzt) [☐]	HQ ₁₀ + 0.1 m [☐]

Abb. 20: Schutzziele Ilfis Langnau Mitte und Ost



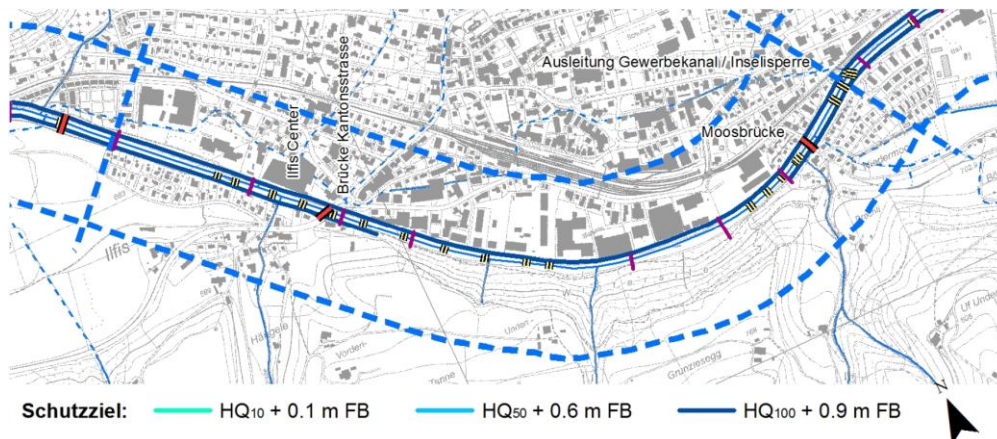


Abb. 21: Schutzziele im Perimeter Langnau Ost (oben) und Mitte (unten) gemäss Ifis-Konzept [3]. Unterhalb der Gohl gewährleistet der Bahndamm den Schutz des Siedlungsgebiets bis HQ₁₀₀ inkl. Freibord.

Im Verlauf der Erarbeitung des Hochwasserschutzkonzepts [3] wurde mit den verschiedenen Akteuren ein Risikodialog geführt, worauf basierend ein Schutzkonzept gewählt wurde. Im Rahmen der Mitwirkung und dem Einbezug der Begleitgruppe wird das gewählte Schutzkonzept, die festgelegten Schutzzielen, sowie der Überlastfall nochmals thematisiert bzw. verifiziert.

4.2 Freibord

Mit dem Freibord – dem vertikalen Abstand zwischen Wasserspiegel und Uferoberkante bzw. Brückenträger – werden Unschärfen in der Berechnung der Wasserspiegellagen und in der Prognose der Sohlage abgedeckt sowie Prozesse wie Wellenbildung und Verklausungen an Brücken oder Durchlässen berücksichtigt.

Das erforderliche Freibord F_e wurde anhand des Positionspapiers Freibord der Arbeitsgruppe der KOHS definiert [1]. Daraus ergeben sich bei einem HQ₁₀₀ folgende Freibordhöhen:

- 0.9 m Gerinnefreibord
- 1.3 m Brückenfreibord

In den Abschnitten mit Schutzziel HQ₁₀ beträgt das Gerinnefreibord 0.1 m.

4.3 Ökologische Projektziele

4.3.1 Definition der Projektziele

Der Gewässerraum gemäss GSchV Art. 41a (nicht gem. Ortsplanung) ist die bestimmende Grösse für die Entwicklung von Gewässern und ist für die Gewässerstruktur von grosser Bedeutung. Ein Abschnitt der Ifis der weitgehend frei (90%) von Restriktionen im Gewässerraum ist, findet sich nur noch beim Abschnitt im bewaldeten Steilhang der Wintersite und ist dort als Biodiversitätsbreite zu erhalten.

Beim vorliegenden Vorhaben handelt es sich um ein Hochwasserschutz- und Längsvernetzungsprojekt, wobei im Abschnitt Ost der Hochwasserschutz und im Abschnitt Mitte

die Längsvernetzung im Fokus liegen. Angestrebt wird wo immer möglich eine optimale minimale Uferbereichsbreite.

Angestrebt wird bei der Gewässersohle eine Verbauung $< 10\%$. Eine Strukturanreicherung durch Totholz ist anzustreben, falls die Gefahr von Verklausungen minimiert werden kann. Hydrologische Restriktionen (Restwasser) dürften eine Niedrigwasserlinie erforderlich machen.

Wo die Platz- und Eigentumsverhältnisse es zulassen und ein positiver Effekt mit verhältnismässigem Aufwand möglich ist, sollen ausserdem ökologische Aufwertungsmassnahmen getroffen werden. So können die Ufer und das Gerinne stärker strukturiert oder lokale Gerinneverbreiterungen umgesetzt werden.

Die Längsvernetzung soll auf dem gesamten Projektperimeter wiederhergestellt werden. Im Vordergrund steht die Durchgängigkeit für schwimmstarke Arten wie die Bachforelle, während die Durchgängigkeit für schwimmschwache Arten wie Kleinfische und Wirbellose keine erheblichen Beeinträchtigungen aufweisen sollte.

4.3.2 Zielarten

Zielarten sind lokal bis regional vorkommende, aber national gefährdete Arten, die erhalten und gefördert werden sollen und für welche die Schweiz in Europa eine besondere Verantwortung trägt. Wichtigste Zielart ist die Bachforelle.

4.3.3 Leitarten

Leitarten und -artengruppen sind charakteristisch für eine Region und repräsentativ für einen bestimmten Lebensraum, d. h. sie kommen dort entsprechend häufiger vor als in anderen Naturräumen. Sie dienen damit als «Messgrösse» für die Qualität des Lebensraums, den sie besiedeln: Vögel u.a. Wasserramsel, Amphibien mit Ufergehölzen als Landlebensraum u.a. für den Grasfrosch, Säume der Ufergehölze für Heuschrecken, Tagfalter und Wildbienen.

4.4 Dimensionierung und Bemessung

Die Bemessungsgrössen werden basierend auf den gewählten Hochwasserschutzzielen (Kap. 4.1) sowie den Freibordhöhen (Kap. 4.2) festgelegt. Im Siedlungsgebiet erfolgt die Dimensionierung grösstenteils auf ein 100-jährliches Hochwasserereignis, mit 0.9 m Freibord.

5 MASSNAHMENPLANUNG

5.1 Raumplanerische Massnahmen

5.1.1 Gewässerraum

Raumplanerische Festlegung des Gewässerraums

Die Gewässerräume der Gemeinde Langnau wurden 2024 verbindlich festgelegt [12].

Die Breite des ausgeschiedenen Gewässerraums variiert grundsätzlich zwischen 45 und 55 m (Gerinnesohlenbreite + je 15 m pro Ufer), wobei der Gewässerraum symmetrisch zur Gewässerachse der Ilfis ausgeschieden wurde. Oberhalb des Freibads wurde der Gewässerraum auf der linken Seite der Ilfis bis auf die Aussenkante der Ufererhöhung ausgeweitet. Im dicht überbauten Gebiet hingegen wurde der Gewässerraum reduziert.

2.2.1 Revitalisierungsmassnahmen

Der Kanton Bern sieht für die Ilfis verschiedene Revitalisierungsmassnahmen mit einer hohen Priorität an noch nicht bekannten Teilstrecken bis 2035 vor. Zur Sicherung des Raumbedarfs für entsprechende Revitalisierungsmassnahmen wurde die Gewässerraumbreite für die Ilfis wie folgt berechnet: effektive Gerinnesohlenbreite plus 30 m, das heisst ab Uferlinie gemäss Daten der Amtlichen Vermessung beidseitig plus 15 m. Durch die Berücksichtigung der effektiven Gerinnesohlenbreite, welche zwischen 15 und 25 m variiert, resultiert ein Gewässerraum zwischen 45 und 55 m. Der effektive Raumbedarf ist somit spezifisch nach Abschnitt der Ilfis in Abhängigkeit der entsprechenden Gerinnesohlenbreite festgelegt und entspricht dem gesetzlichen Minimum. Dadurch kann auch die Rechtsgleichheit für alle Grundeigentümer gewahrt werden. Mit einem durchgehenden gleichmässigen Gewässerraum von bspw. 50 m könnte der situative Raumbedarf nicht berücksichtigt werden. Oberhalb des Hallen- und Freibads Moos wurde der Gewässerraum der Ilfis auf der orographisch (flussabwärts) linken Seite aufgrund von übergeordneten Interessen bis auf die Aussenkante der Ufererhöhung ausgeweitet.

Abb. 22: Herleitung Gewässerraum an der Ilfis, Auszug Erläuterungsbericht «Festlegung der Gewässerräume [12]

Mit dem Projekt werden im Bereich der geplanten Aufweitungen/ Vorlandabsenkungen neue Gewässerräume vorgeschlagen (siehe Situationspläne), wobei die raumplanerische Festlegung in einem nachgelagerten, separaten Verfahren erfolgt.

Gewässerraum gemäss GSchV Art. 41a

Die Herleitung des Gewässerraums nach Vorgaben BAFU erfolgt auf Stufe Bauprojekt (Ergänzung Projektgrundlage).

5.2 Organisatorische Massnahmen

Die Feuerwehr Region Langnau bzw. der zuständige Löschzug Langnau verfügen mit der «Notfallplanung Langnau und Umgebung» vom Okt. 2016 über ein praxistaugliches Instrument zur Gefahrenabwehr bei Hochwasserereignissen entlang der Ilfis.

Mit der Notfallplanung wurden je nach Ereignisphase (GELB = Überwachung und Beobachtung, ORANGE = Intervention, ROT = Eskalation/ Evakuierung) verschiedene vorbereitete Aufträge definiert. Die verschiedenen Aufträge werden durch die Feuerwehr regelmässig geübt.

Nach der Umsetzung der relevanten Projektmassnahmen kann die Feuerwehr die Notfallplanung überarbeiten und den neuen Gegebenheiten anpassen.

Die Umsetzung der baulichen Massnahmen führt grundsätzlich zu einer Reduktion der notwendigen organisatorischen Massnahmen.

5.3 Bisherige Planungen

5.3.1 Überblick

Für die Massnahmen im gesamten Perimeter Langnau Ost und Mitte wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten verschiedene Variantenstudien durchgeführt.

- Variantenstudium Langnau Ost
Primär: Hochwasserschutz und ökologische Aufwertungsmassnahmen
- Variantenstudium Langnau Mitte
Primär: Hochwasserschutz und Längsvernetzung
- Variantenstudium Langnau Ost-Mitte
Verschiedene Kombinationen aller Elemente
- Variantenstudium Inselisperre
Primär: Längsvernetzung, Hochwasserschutz und Kombination mit Kraftwerksbetrieb

Der vorliegende Bericht gibt eine Zusammenfassung der Variantenstudien wieder und enthält im *Anhang A-C* die relevanten Unterlagen der jeweiligen Variantenentscheide. Das Variantenstudium zur Inselisperre ist im *Anhang E* dokumentiert.

5.3.2 Variantenstudium Langnau Ost

Varianten

Aufgrund der Hochwasserschutzdefizite wurde nach dem Ilfis-Konzept die Bearbeitung des Abschnitts Langnau Ost als erstes gestartet. Vor der Ausarbeitung des Vorprojekts wurde ein Variantenstudium durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Varianten (Aufweitung, Ufererhöhung und Sohlabsenkung) ausgearbeitet, um die ökologischen Defizite und insbesondere die Schutzdefizite der Ilfis im Abschnitt Ost zu eliminieren. Die untersuchten Varianten und die wichtigsten Überlegungen sowie die Aktennotiz der entsprechenden Sitzung sind in *Anhang A* dokumentiert.

Bestvariante

Die Bestvariante für Langnau Ost umfasst eine Kombination aus Ufererhöhungen und einer lokalen Sohlabsenkung im Bereich der Badbrücke (gedeckte Holzbrücke) zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes sowie eine Gerinneaufweitung und ökologische Aufwertungsflächen im oberen Perimeterbereich Flühacker (ausserhalb Schutzzone). Die wenigen verbleibenden Wanderhindernisse werden saniert.

Im Zusammenhang mit den Varianten Inselisperre gab es noch lokale Anpassungen an den Massnahmen.

5.3.3 Variantenstudium Langnau Mitte

Defizite Längsvernetzung

Der Abschnitt Langnau Mitte weist vergleichsweise kleine Hochwasserschutzdefizite auf. Grösstenteils ist das angestrebte Freibord nicht eingehalten, grosse Wasseraustritte bleiben bis HQ₁₀₀ aus. Der Abschnitt stellt mit seinen zahlreichen Querbauwerken jedoch ein zentrales Hindernis für die aquatische Längsvernetzung der Ilfis dar. Eine Sanierung der Längsvernetzung in diesem Bereich verbindet grosse durchgängige Abschnitte.

Varianten

Die für den Abschnitt Mitte untersuchten Varianten bezogen sich ausschliesslich auf die Längsvernetzung. Die Gewährleistung des Hochwasserschutzes passiert, basierend auf den aus der Längsvernetzung resultierenden Uferhöhen, mit lokalen Terrainanpassungen, Weganhebungen oder Mauern.

Die Variante 1 basiert für die Längsvernetzung der bestehenden Hindernisse hauptsächlich Blockriegelabfolgen. Lediglich wo die bestehenden Höhendifferenzen dies nicht zulassen, werden Blockrampen mit grösseren Längsgefällen eingesetzt. Variante 2 basiert im Gegensatz dazu hauptsächlich auf Blockrampen zur Vernetzung. Überlegungen zu den Varianten und wesentliche Randbedingungen sind in den Aktennotizen im *Anhang B* dokumentiert.

Bestvariante

Die zunächst vorgeschlagene Bestvariante, eine Kombination aus Blockriegelabfolgen und Blockrampen, wurde vom kantonalen Fischereiinspektorat abgelehnt. Aus Sicht Fischerei gilt es, möglichst viele Blockriegelabfolgen zu realisieren, da diese gegenüber Blockrampen klar bevorzugt werden. Im Rahmen einer gemeinsamen Begehung (*Anhang B2*) wurden die Elemente zur Längsvernetzung gemeinsam vor Ort festgelegt. Die Längsvernetzung wird bis auf zwei Stellen durchwegs mittels Blockriegelabfolgen saniert. An den zwei verbleibenden Stellen, unterhalb Moosbrücke und unterhalb Brücke Bernstrasse, verbleiben Blockrampen. Hier sind die bestehenden Höhendifferenzen sehr gross und die Randbedingungen und der Hochwasserschutz lassen keine grossräumigen Anpassungen des Längenprofils zu resp. wären unverhältnismässig.

5.3.4 Übergeordnetes Variantenstudium Ost und Mitte

Motivation

Vor Ausarbeitung des Vorprojekts wurde zusammen mit der Gemeinde Langnau, dem Oberingenieurkreis IV, dem Fischereiinspektorat, dem Renaturierungsfonds des Kantons Bern (RenF) sowie dem BAFU ein übergeordnetes Variantenstudium über den gesamten Perimeter Ost und Mitte durchgeführt. Das Ziel des Variantenstudiums war es, ein konsolidiertes, bewilligungsfähiges und finanzierbares Gesamtpaket definieren zu können.

Varianten

Die Varianten sowie Angaben zu deren Bewilligungsfähigkeit (Beurteilung durch OIK und BAFU) und zur Subventionierung (in Koordination mit RenF) sind in *Anhang C* dokumentiert. Folgende Varianten wurden untersucht:

1. Minimalvariante
Hochwasserschutzmassnahmen Ost, exkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
2. Minimalvariante mit Aufweitung
Hochwasserschutzmassnahmen Ost, inkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
3. Reiner Hochwasserschutz
Variante 1 (HWS Ost), Ufererhöhungen Langnau Mitte
4. Hochwasserschutz plus Längsvernetzung
Variante 1 (HWS Ost), Ufererhöhungen und Längsvernetzung/ Aufwertung Mitte, exkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
5. Maximalvariante
Variante 4, inkl. Aufweitung Flüeacherbrücke, Bestvariante

Von den untersuchten Varianten wurden die Var. 2 und 5 von den Fachstellen OIK und BAFU als bewilligungsfähig beurteilt. Beide Varianten umfassen den Abschnitt Ost mit der Aufweitung, Variante 5 beinhaltet zusätzlich die Massnahmen im Abschnitt Mitte, insbesondere die Längsvernetzung. Der Renaturierungsfonds hat für beide Varianten eine Restkostenbeteiligung in Aussicht gestellt. Bei der wesentlich aufwändigeren Variante 5 besteht im Vergleich zu Variante 2 ein massiver ökologischer Mehrwert durch die Längsvernetzung. Aus diesem Grund wäre die Unterstützung bei Variante 5 höher und die Restkosten für die Gemeinde insgesamt geringer. Aus diesem Grund wurde die Variante 5 weiterverfolgt.

5.3.5 Sanierung Fischgängigkeit Inselisperre

Das Vorprojekt sah aufgrund der Höhenverhältnisse und der Randbedingungen für die Inselisperre ursprünglich einen Fischpass zur Gewährleistung der aquatischen Längsvernetzung vor. Da die Kraftwerksbetreiber entlang des Ilfiskanals (Gesellschaft der Wasserwerkbesitzer am Ilfiskanal Langnau) die Sanierung Längsvernetzung gemäss ihrer Konzession vom 29.06.2020 durchführen müssen, wurden mögliche Synergien abgesprochen. Daraus entstand ein separates Variantenstudium, das Um- oder Neubauten an den Wehr- und Fassungsanlagen umfasst sowie darauf abgestimmte Hochwasserschutz- und Längsvernetzungsmassnahmen. Die Variantenstudie ist in [8]

und [9] detailliert beschrieben. Der Bericht der HYDRO-SOLAR Water Engineering AG vom 13. Sept. 2024 ist zudem im *Anhang D* dokumentiert.

Aus fachlicher Sicht sind sich Planer, Gemeinde, Betreiberin und Fachstellen einig, dass die Variante 2 (Verschiebung der Wasserfassung ca. 200 m flussaufwärts zur BAFU-Messstation (GEWISS 4.191), Neugestaltung des Bereichs Inselisperre und Gewährleistung der Längsvernetzung) zu bevorzugen ist.

Mit Schreiben vom 27.03.2024 hat das BAFU Sanierung Wasserkraft im Rahmen der Anhörung nach Art. 9c Abs. 2 VBGf den Variantenentscheid zugunsten Variante 2 gegenüber dem Amt für Wasser und Abfall (AWA) des Kantons Bern bestätigt und beantragt:

- *„Die Bestvariante 2, die den Rückbau der gesamten Inselisperre (drei Schwellen) beinhaltet, soll weiterentwickelt werden.*
- *Die Funktionsfähigkeit des geplanten Umgehungsgerinnes an der BAFU-Messschwelle ist bei schwankenden Oberwasserspiegeln für $Q_{330} - Q_{30}$ zu belegen. Zusätzlich sind Massnahmen darzustellen, die einen Geschiebeeintrag in die Fischwanderhilfe an der BAFU-Messschwelle verhindern und die Abflusstiefen am Einstieg und innerhalb der Aufstiegshilfe sicherstellen.*
- *Der Grobrechen über dem Coandarechen soll bezüglich des Stababstands auf die Längenverteilung der Fische in der Ilfis abgestimmt werden. Die verschiedenen Abflusszustände über dem Coandarechen sollen dargestellt und die Auswirkungen auf den Fischschutz und den Fischabstieg abgeschätzt werden.*
- *Mit dem Zusicherungsgesuch ist ein Grobkonzept für die technische und die biologische Wirkungskontrolle vorzulegen.“*

Die notwendigen Abklärungen erfolgen auf Stufe Bauprojekt.

5.3.6 Varianten Längsvernetzung Inselisperre

Es ist ein vollständiger Umbau der Inselisperre zur Gewährleistung der Längsvernetzung geplant. Der Umbau steht im Zusammenhang mit der Verlegung der Wasserfassung flussaufwärts. Zur Verbesserung der Längsvernetzung soll die gesamte Inselisperre rückgebaut werden und durch ein System aus Blockriegeln und/ oder Blockrampe ersetzt werden. Die Bauweise der Riegelsysteme und Blockrampe entspricht den bereits vorgesehenen Massnahmen im Projektperimeter. Folgende Varianten wurden untersucht, deren Detailbeschreibung befindet sich in Anhang E1:

- **Variante 1** besteht aus einem Riegelsystem mit einem einheitlichen Gefälle von 1.1% zwischen GEWISS-km 4.350 und der bestehenden Schwelle unterhalb der Moosbrücke (GEWISS-km 3.750). Die Variante bedingt, dass die Wasserfassung bis oberhalb der Badbrücke verschoben wird. Dadurch ist die Druckleitung im Gegensatz zum Projekt „Sanierung Fischgängigkeit Inselisperre“ zu verlängern. Die Kosten für diese zusätzlichen Massnahmen können nicht dem Projekt „Sanierung Fischgängigkeit“ zugewiesen werden. Die BAFU-Messstation inkl. Messschwelle ist ebenfalls zu verschieben.

- **Variante 2** besteht aus einem Riegelsystem mit einem einheitlichen Gefälle von 1.5% zwischen der best. BAFU-Messschwelle bzw. dem neuen Coanda-Rechen (GEWISS-km 4.191) und dem GEWISS-km 3.750). Die Variante benötigt keine Anpassungen bezüglich der Sanierung Fischgängigkeit.
- **Variante 3** besteht aus zwei Riegelsystemen, oberstrom ein Riegelsystem mit einem Gefälle von 2% zwischen GEWISS-km 4.140 und GEWISS-km 4.025 und einem anschliessendem Riegelsystem mit einem Gefälle von 1.5% bis GEWISS-km 3.820.
- **Variante 4** besteht aus einem Riegelsystem mit einem Gefälle von 1.5% zwischen dem GEWISS-km 4.140 und GEWISS-km 3.980, einer geschlossenen strukturierten Blockrampe mit einem Gefälle von 5% und einem Riegelsystem mit einem Gefälle von 1.5% zwischen GEWISS-km 3.950 und GEWISS-km 3.820.
- **Variante 5** besteht aus einer Teilrampe mit 7 - 8% an der Inselisperre.
- **Variante 6** besteht aus zwei Riegelsystemen und dazwischen eine Rampe, diese sind in folgende Abschnitte unterteilt:
 - GEWISS-km 4.185 bis GEWISS-km 3.970: Riegelsystem mit 1.5% Gefälle
 - GEWISS-km 3.970 bis GEWISS-km 3.953: Geschlossenen strukturierten Blockrampe mit 5% Gefälle
 - GEWISS-km 3.953 bis GEWISS-km 3.800: Riegelsystem mit 1.5% Gefälle

Die Varianten wurden in Bezug auf folgenden gewichteten Kategorien bewertet: Hochwasserschutz/Naturgefahren, Kosten, Ökologie, Bautechnik/Projektrisiko, Hydrogeologie/Grundwasser sowie Ästhetik (Abb. 23). Der Einfluss der Gewichtung der Kategorien wurde im Rahmen Beurteilungsmatrix inklusive einer Sensitivitätsanalyse geprüft (vgl. Anhang E2).

	Gewichtung	Kategorie	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6
Rang			4	5	2	3	6	1
Gesamtbewertung	100%		2.99	2.98	3.60	3.56	2.89	3.71
Hochwasserschutz/ Naturgefahren	25%	100%	2.50	2.00	3.00	3.50	3.00	3.75
Kosten	20%	100%	1.10	2.15	3.18	3.18	4.60	3.18
Ökologie	25%	100%	4.33	4.33	4.67	4.00	1.67	4.17
Bautechnik und Projektrisiko	15%	100%	2.05	2.30	3.00	3.65	4.00	3.65
Hydrogeologie und Grundwasser	5%	100%	5.00	4.50	4.00	4.00	2.00	4.00
Ästhetik (Ortsbild, Gerinne und Umgebung)	10%	100%	5.00	4.00	4.00	3.00	1.00	3.50

Abb. 23: Beurteilung der Varianten Längsvernetzung Inselisperre

In Rücksprache mit der Bauherrschaft wird Variante 1 aufgrund der beengten Platzverhältnisse sowie den Mehrkosten durch eine längere Druckleitung und zusätzliche Verlegung der BAFU-Messstation verworfen. Aus fischökologischer Sicht soll, wenn möglich, auf eine Teilrampe verzichtet werden. Variante 5 entspricht daher nicht den fischökologischen Anforderungen und wird verworfen.

Für die Varianten 2, 3, 4 und 6 wurden eine hydraulische 1D-Modellierung durchgeführt. Die Resultate können dem Anhang E1 entnommen werden.

Die Variante 6 ist die Bestvariante und beinhaltet folgende Abschnitte:

- GEWISS-km 4.185 bis GEWISS-km 3.970: Riegelsystem mit 1.5% Gefälle, Länge von 210 m, Riegel im Abstand von 30 – 40 m und einer Fallhöhe zwischen den Riegeln von 40 cm.
- GEWISS-km 3.970 bis GEWISS-km 3.953: Geschlossenen strukturierten Blockrampe mit 5% Gefälle, ca. 17 m lang
- GEWISS-km 3.953 bis GEWISS-km 3.800: Riegelsystem mit 1.5% Gefälle, Länge von 135 m, Riegel im Abstand von 20 – 30 m und einer Fallhöhe zwischen den Riegeln von 40 cm.

Die Bestvariante wird in der nächsten Projektphase im Detail ausgearbeitet.

Das Variantenstudium sowie die Beurteilungsmatrix inkl. Sensitivitätsanalyse sind im *Anhang E* dokumentiert. Die Sensitivitätsanalyse wurde mit Schwerpunkt „Ökologie“ und Schwerpunkt „Bautechnik und Projektrisiko“ durchgeführt.

5.4 Bauliche Massnahmen

5.4.1 Abschnitt Flühacherbrücke bis Mündungen Gohl und Hüenerbach

(GEWISS-km 5.637 bis 5.212)



Abb. 24: Abschnitt Flühacherbrücke bis zu den Mündungen Gohl und Hüenerbach.

Aufweitung und Aufwertung

Die Sohlbreite der Ilfis soll ungefähr verdoppelt werden. Für eine weitere ökologische Aufwertung soll das linke Ufer stark abgeflacht und der bestehende Wanderweg entlang der linken Böschungsoberkante verlegt werden. Auf dem rechten Ufer werden weitere ca. 2'600 m² ökologisch aufgewertet (z.B. strukturreicher extensiv bewirtschaftete Fläche). Die Massnahmen wurden 2025 mit einer Vertretung der Grundeigentümerin (Stiftung Lebensart) abgesprochen und optimiert.

Längenprofil

Auf Höhe der geplanten Aufweitung (GEWISS-Kilometrierung 5.461) besteht heute eine Schwelle. Diese soll flussaufwärts verschoben werden, damit eine möglichst lange, dynamische Aufweitung entstehen kann. Zur Überbrückung der Höhendifferenz wird oberhalb der Aufweitung eine rund 55 m lange und 5 % steile Blockrampe inkl. Kolksschutz erstellt.

Seitenbäche

Um eine ökologische Aufwertung in die Seitenbäche weiterzuführen, sollen die Mündungsbereiche der Seitenbäche revitalisiert werden (bspw. Aufweitung der Mündungsbereiche). In der Gohl, welche vor einigen Jahren ausgebaut wurde, sind keine Hochwasserschutzmassnahmen vorgesehen. Massnahmen zur Gewährleistung des Fischaufstiegs in die Gohl sind aus Sicht des Fischereiaufsehers (Th. Maurer, Frühling 2025) nicht erwünscht, da die Gohl im Sommer sehr wenig Wasser führt oder komplett trocken fällt.

Beim Hüenerbach ist eine Aufweitung und Revitalisierung des Mündungsbereichs vorgesehen. Dazu werden eine geringfügige Verlegung des linksseitigen Wanderwegs und ein neuer Steg über den Hüenerbach nötig. Weitergehende Hochwasserschutzmassnahmen am Hüenerbach sind nicht vorgesehen.

Bahndamm

Auf der rechten Seite der Ilfis verläuft in relativ geringem Abstand die Bahntrasse der SBB (Betreiberin: BLS). Teilweise ist der Bahndamm (exkl. Schotterbett) hoch genug für den angestrebten Hochwasserschutz der dahinterliegenden Gebiete. Für diese Abschnitte muss in der weiteren Projektierung das Einverständnis für die Benetzung des Damms von der Betreibergesellschaft eingeholt werden. Auf einer Strecke von rund 200 m oberhalb der Gohlmündung ist der Bahndamm unter Berücksichtigung des erforderlichen Freibords nicht hoch genug, dort muss wasserseitig ein zusätzlicher Damm erstellt werden. Der Bahndamm ist zudem grundsätzlich nicht als Hochwasserschutzdamm ausgelegt.

5.4.2 Abschnitt Hüenerbachmündung bis Badbrücke

(GEWISS-km 5.212 bis 4.285)

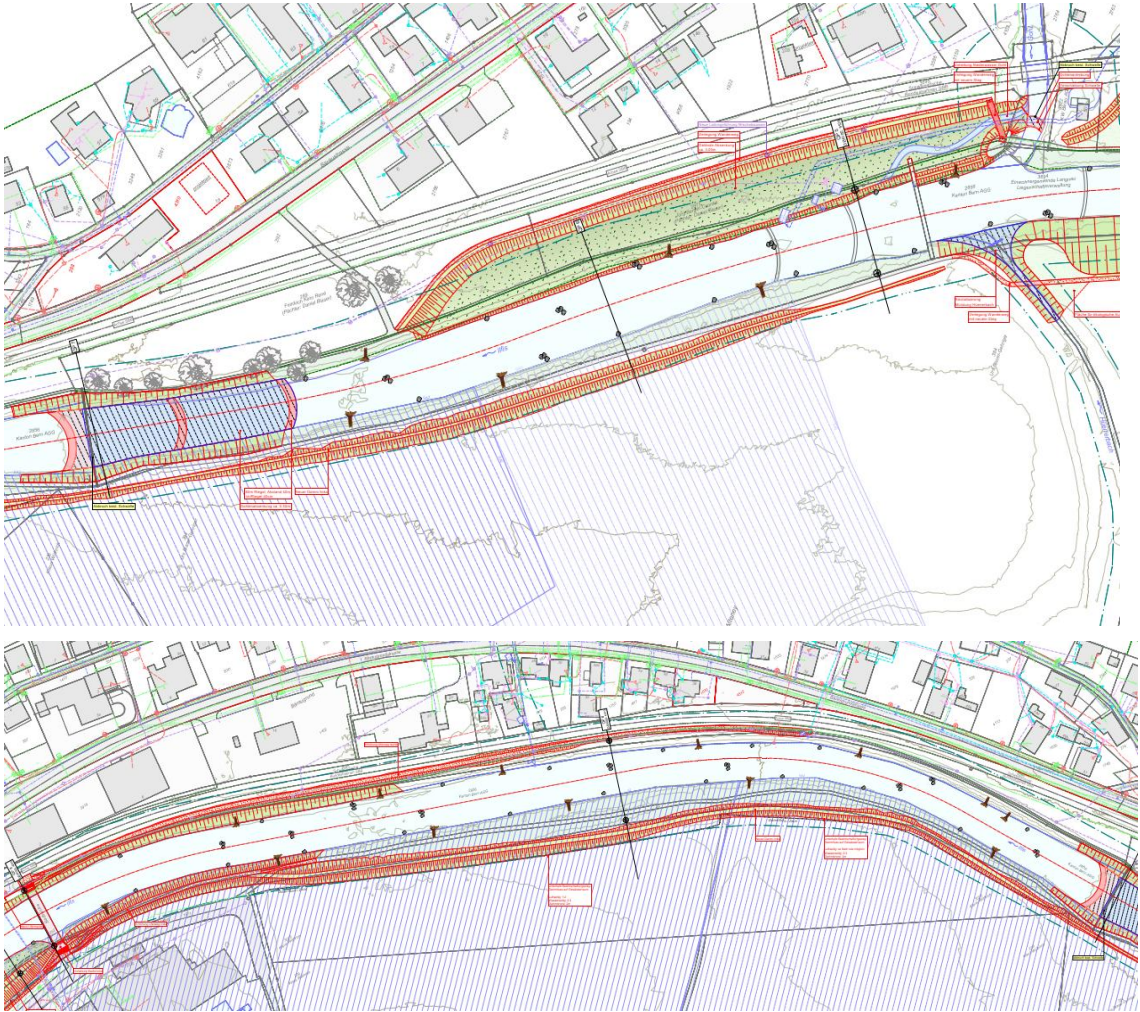


Abb. 25: Abschnitt Hüenerbachmündung bis Badbrücke

Vorlandabsenkung

Unterhalb der Gohlmündung ist eine Vorlandabsenkung vorgesehen. Von einer Gerinneaufweitung auf Sohlniveau wurde aufgrund der morphologischen Auswirkungen (Auflandungen), gegenüberliegenden Schutzzonen sowie der Unterwasserleitung des Kraftwerks Bärau abgesehen.

Mit einem neuen Gerinne wird Wasser der Gohl in die neu geschaffene Vorlandabsenkung der Ilfis geführt. Die Ausleitung wird so ausgestaltet, dass bei einem Hochwasser in der Gohl die Hauptströmung der Gohl weiterhin dem heutigen Gerinne der Gohl folgt.

Längenprofil

Die bestehende Schwelle bei GEWISS-km 4.821 wird zur Gewährleistung der Längsvernetzung durch eine Blockriegelabfolge ersetzt.

Die BAFU-Messstation (GEWISS 4.191) wird an ihrem Standort belassen und mit der Wasserfassung (vgl. Kapitel 5.3.5) kombinieren. Die Badbrücke muss um ca. 40 cm angehoben werden.

Für das Anheben der Brücke werden z.B. Litzenhubgeräte eingesetzt (analog Ramsernbrücke). Die Hubgeräte werden auf temporären Betonfundamenten gelagert und die Last über ein Joch sowie Stahlplatten abgetragen. Sanierungsmassnahmen am Dach der Badbrücke wurden 2024 bereits ausgeführt. Diese Arbeiten waren ursprünglich im Zuge der Anhebung der Brücke vorgesehen.

Ufererhöhungen

Zwischen der Hüenerbachmündung und der Badbrücke wird linksseitig das Ufer resp. der bestehende Damm erhöht. Am rechten Ufer wird ab der Parzelle 39 an der Bärau- grundstrasse (GEWISS-km 4.665) bis zur Badbrücke der bestehenden Uferweg ange- hoben.

Variante Querdamm

Auf der linken Seite der Ilfis wurde die Variante mit einem quer zur Ilfis anstelle des wesentlich längeren Längsdammes geprüft. Das bestehende Terrain fällt allerdings von der Ilfis nach Süden um mehrere Meter ab. Dadurch würde ein Querdamm bis zu rund 5 m hoch, weshalb diese Variante verworfen wurde.

Werkleitungen

Von den Massnahmen sind div. Leitungen betroffen (Umlegung Abwasserleitung, etc.). In einer späteren Projektphase werden separate Werkleitungspläne erarbeitet.

5.4.3 Abschnitt Badbrücke bis Moosbrücke

(GEWISS-km 4.285 bis 3.800)

Löffelgraben / Inselisperre

Die Mündung des Löffelgrabens ist im Rahmen der weiteren Planung hinsichtlich Mass- nahmen bzgl. Rückstau zu untersuchen.



Abb. 26: Abschnitt Badbrücke bis Inselisperre

Die Inselisperre wird durch eine Blockrampe sowie Blockriegelsystem unterhalb und oberhalb der Blockrampe ersetzt, um die Längsvernetzung zu gewährleisten.

Zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes sind beide Ufer von der Badbrücke bis zur Moosbrücke zu erhöhen. Aus Platzgründen wird die Erhöhung auf dem Abschnitt zwischen der Badbrücke und der Mündung des Löfflergrabens, sowie zwischen der obersten Schwelle der bestehenden Inselisperre und der Moosbrücke als Mauer ausgeführt.

Weiter wird das Gerinne zwischen der Badbrücke und der bestehenden Inselisperre verbreitert, um die Wasserspiegel abzusenken und eine ökologische Aufwertung zu erzielen (Vorlandabsenkung, eine bestehende Abwasserleitung bleibt unverändert). Im Bereich der Badbrücke ist vorgesehen, zusätzlich zur Anhebung der Brücke die Ufer steiler auszugestalten um den Abflussquerschnitt zu vergrössern.

5.4.4 Abschnitt Moosbrücke bis Perimeterende

(GEWISS-km 3.800 bis 2.243)

Bereich Moosbrücke GEWISS 3.8 – 3.5

Die Moosbrücke stellt bzgl. Hochwasserschutz eine Engstelle dar. Bei HQ₁₀₀ schlägt der Wasserspiegel im heutigen Zustand am Brückenträger an. Da die Brücke auch bzgl. ihrer Tragfähigkeit sanierungsbedürftig ist, wurden durch Kissling + Zbinden AG im Rahmen eines separaten Auftrags verschiedene Varianten untersucht, unter Berücksichtigung des Hochwasserschutzes [10]. Wesentliche Randbedingungen sind eine Abwasserleitung, welche die Ilfis im Bereich der Brücke knapp unter der Flusssohle quert, sowie die bestehenden Leitungs- und Strassenanschlüsse an der Moosbrücke. Das Variantenstudium gibt die Varianten «Neubau mit Druckabfluss» sowie «Hubbrücke» als vielversprechendste Lösungen an.

Im Herbst 2024 hat die Gemeinde auf Basis des Variantenstudiums [10] beschlossen, dass die Variante „Neubau mit Druckabfluss“ umgesetzt werden soll.

Die Längsvernetzung der drei Abstürze unterhalb der Brücke wird mittels einer Blockrampe sichergestellt. Eine Lösung mit Blockriegeln ist hier nicht möglich, da die Sohle dafür gegenüber heute angehoben und die ohnehin bereits notwendigen Ufererhöhungen (insbes. am rechten Ufer, im Bereich von Privatparzellen) noch höher ausfallen würden. Die Vernetzung der darauffolgenden Abstürze, bis GEWISS 3.5, wird mit einer Blockriegelabfolge realisiert.

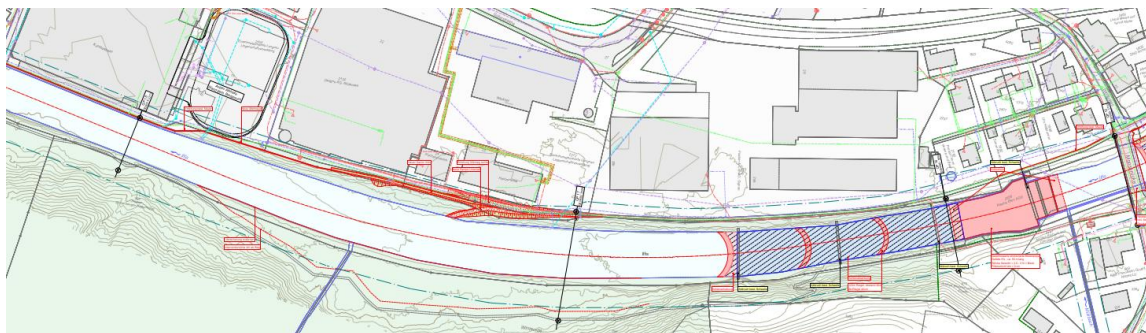


Abb. 27: Abschnitt Moosbrücke bis Kunsteisbahn

Güterstrasse bis Ilfishalle GEWISS 3.5 – 3.2

In diesem Abschnitt sind keine Längsvernetzungsmassnahmen vorgesehen, sondern ausschliesslich rechtsseitige Ufererhöhungen für den Hochwasserschutz. Im Bereich der Ilfishalle (GEWISS 3.25) bestehen Ufermauern, welche zu erhöhen und für eine ausreichende Foundation voraussichtlich zu unterfangen sind.

Am linken Ufer dieses Abschnitts bietet sich die einzige Möglichkeit im Perimeter Mitte für eine lokale Gerinneaufweitung. Ein bewaldetes, relativ tief liegendes Vorland kann durch die Entfernung der bestehenden Ufersicherung dynamisiert werden.

In einem Abstand von 4 m zum heutigen Wanderweg wird eine Interventionslinie definiert. Bauliche Massnahmen zum Schutz des Wanderwegs werden beim Erreichen der Interventionslinie definiert und umgesetzt. Die zeitliche Entwicklung der eigendynamischen Aufweitung werden im Bauprojekt definiert.

Am Hangfuss hinter dem heutigen Wanderweg befinden sich mehrere Tümpel, welche durch Hangwasser gespiesen werden. Die Tümpel sind von der eigendynamischen Aufweitung nicht tangiert (da hinter dem Wanderweg).

Ilfishalle bis Bernstrasse GEWISS 3.2 – 2.6

Zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes wird der am rechten Ufer entlanglaufende Weg bis zur Reithalle (Reithallenweg 11) angehoben. Bis knapp vor die Brücke Bernstrasse (GEWIS-km 2.590) wird der Hochwasserschutz mittels einer Mauer sichergestellt. Die Längsvernetzung ist heute durch sieben Schwellen unterbrochen. Diese werden ersetzt durch eine fischgängiges Riegelsystem, welches sich über den ganzen Abschnitt bis vor die Bernstrasse erstreckt.



Abb. 28: Abschnitt oberhalb Brücke Bernstrasse

Bernstrasse bis Perimeterende GEWISS 2.6 – 2.2

Die Brücke Bernstrasse bietet einen ausreichenden Abflussquerschnitt und stellt kein Hochwasserschutzdefizit dar. Flussabwärts der Brücke befinden sich allerdings hohe Abstürze, die es zu vernetzen gilt. Eine Absenkung der Sohle im Bereich der Brücke Bernstrasse wurde in diesem Zusammenhang geprüft, jedoch verworfen. Das Tragwerk der Brücke ist ein Dreigelenkbogen mit einer teilweisen Einspannung der Bogenfundamente hinter den Ufermauern. Eine Veränderung des heutigen Gerinneprofils wäre für die Stabilität der Brücke kritisch (Einschätzung OIK IV), daher wurde eine Sohlabenkung verworfen. Eine fischgängiges Riegelsystem, ausgehend vom Sohlniveau Brücke Bernstrasse, würde die Sohle anheben und das Hochwasserdefizit markant verschärfen, daher wird die Längsvernetzung mittels Kombination aus einer Blockrampe und anschließenden Blockriegeln realisiert. Für den Hochwasserschutz sind lokale Anpassungen des linksseitigen Fusswegs vorgesehen.



Abb. 29: Abschnitt Brücke Bernstrasse bis Perimeterende

Werkleitungen

Für die geplanten Massnahmen sind keine aufwändigen Anpassungen am Werkleitungssystem notwendig. Die Querung einer Abwasserleitung unterhalb der Moosbrücke sowie die Leitung im Ufer zwischen Badbrücke und Inselisperre wurden berücksichtigt und können erhalten werden. Ca. 200 m unterhalb der Ilfishalle sowie auf Höhe des Ilfiscenters sind bestehende Einleitungen aus Kanalisation und Meteorwasser zu prüfen und ggf. lokal zu verschieben.

5.5 Hydraulische und geschiebetechnische Massnahmen

Für die hydraulische Dimensionierung der Hochwasserschutzmassnahmen auf Stufe Variantenstudium wurden die relevanten Wasserspiegellagen der Ilfis mit einem Staukurvenmodell (Programm HEC-RAS) berechnet. Das Modell wurde im Rahmen des Konzepts Ilfis erstellt, basierend auf der Querprofil-Vermessung 2014 und ergänzt mit Brückenquerschnitten und Querbauwerken. Das Modell wurde anhand von Hochwasserspuren und Abflussmessungen des Ereignisses vom 16. Juli 2002 kalibriert. Zusätzlich wurde die Pegel-Abfluss-Beziehung beim Pegel in Langnau (km 4.2) nachgerechnet. Basierend auf dem kalibrierten Ist-Modell konnten die notwendigen Hochwasserschutzmassnahmen modelliert und dimensioniert werden.

Für das Vorprojekt wurden keine geschiebetechnischen Untersuchungen gemacht. Basierend auf der Gefahrenkarte, welche von keinen wesentlichen Auflandungen ausgeht (aufgrund von Transportrechnungen zum Ist-Zustand), wurde für die hydraulische Dimensionierung die Ist-Sohle verwendet.

Im Rahmen der Erarbeitung des Bauprojekts sind detaillierte hydraulische und geschiebetechnische Abklärungen vorgesehen, womit für den Projektzustand die Hydraulik, allfällige Sohlveränderungen sowie der Einfluss auf den Geschiebehaushalt untersucht werden können.

5.6 Unterhaltskonzept

In einer späteren Planungsphase wird das Unterhaltskonzept in einem separaten Bericht dokumentiert und dem Gesuchsdossier beigelegt.

5.7 Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle (Umsetzungs- und Wirkungskontrolle) soll aufzeigen, ob das umgesetzte Wasserbauvorhaben an der Ilfis die gewünschte Wirkung zeigt und ob die angestrebten Ziele erfüllt wurden. Für die Einreichung des Wasserbauplans wird ein UVB erarbeitet, welcher unter anderem ein Konzept für die Erfolgskontrolle enthält. Dieses Konzept wird in Abstimmung mit den zuständigen Fachstellen erarbeitet.

6 LANDERWERB

6.1 Grundsätze

Grundsätzlich wird im Landerwerbsplan eines Wasserbauplans der Eigentumserwerb, der Erwerb von dinglichen Rechten und die vorübergehende Beanspruchung an Landflächen geregelt.

Eigentumserwerb

Dies sind alle Flächen, welche die Wasserbauträgerschaft von der bisherigen Eigentümerschaft in ihr Eigentum übernimmt.

Dauernde Dienstbarkeit (Nutzungsrechte/ Nutzungsbeschränkungen)

Das betrifft alle Flächen mit Einrichtungen oder Massnahmen auf fremdem Grund, die im Eigentum der bisherigen Eigentümerschaft verbleiben, aber zu einer so grossen Eingriffsintensität führen, dass die bisherige Nutzung/ Funktionalität des Grundeigentums ändert.

Das können beispielsweise sein:

- Bauliche Massnahmen (= Anbringen, Einbauen von künstlichen Einrichtungen)
- Terrainverändernde Massnahmen (= Aufschüttung oder Abtragung von Erdreich sowie Rückbau von bestehenden künstlichen Einrichtungen)
- Pflanzliche Massnahmen (= als Wiederherstellung oder Ersatz für wasserbaubedingte Eingriffe in geschützte Bestände)
- Alle weiteren Massnahmen, welche die jeweiligen Eigentümerschaften dauernd zu dulden haben und die sie nicht verändern dürfen.

Wie das Eigentum an Flächen können auch diese Dienstbarkeiten im Härtefall im Wasserbauplanverfahren enteignet werden, sofern keine einvernehmliche Lösung möglich ist. Nach Abschluss des Projekts schliessen die Parteien einen Dienstbarkeitsvertrag ab und es erfolgt ein entsprechender Eintrag im Grundbuch.

Der «Eigentumserwerb» und die «dauernde Dienstbarkeit» schliessen sich gegenseitig aus. Auf der gleichen Fläche kann es also nur Eigentumserwerb oder die Errichtung einer Dienstbarkeit geben, aber nie beides zusammen.

Vorübergehende Beanspruchung

Dies betrifft alle Flächen, welche nur vorübergehend – für die Realisierung des Wasserbauvorhabens – beansprucht werden. Das Land bleibt im Eigentum der bisherigen Grundeigentümerschaft. Nach Abschluss der Bauarbeiten werden alle Anlagen und Installationen zurückgebaut und der Ursprungszustand wiederhergestellt.

Denkbar sind beispielsweise Baupisten, Lagerplätze, Installationsflächen, vorübergehend eingerichtete Ausweichstellen oder während des Baus umgelegte Verkehrswege.

6.2 Landerwerb im vorliegenden Wasserbauplan

Für die Aufweitung unterhalb der Brücke Flüeacker ist ein Landerwerb oder eine dauernde Dienstbarkeit vorgesehen.

Gem. Forderung Kanton Bern sollen alle Hochwasserschutzmassnahmen (inkl. Mauern, Anhebung Wege, Dämme etc.) mindestens als Dienstbarkeit gesichert werden.

Für die Realisierung der Massnahmen werden Flächen für Baupisten, Installationsplätze und Zwischendeponien benötigt. Diese werden im Rahmen der weiteren Planung definiert und mit den betroffenen Grundeigentümern abgesprochen.

7 BAUABLAUF

7.1 Etappierung

Das Gesamtprojekt lässt sich in mehreren Etappen realisieren, wobei mehrere Lose parallel ausgeführt werden können. Die Reihenfolge ist im Rahmen des Bauprojektes festzulegen.

Los 1: Abschnitt unterhalb Bernstrasse

- Blockriegel und Rampe, Anpassung Sohle, Ufer: Bau „von unten nach oben“
- Anhebung Uferweg: unabhängig von Massnahmen im Gerinne

Los 2: Abschnitt Bernstrasse bis unterhalb Ilfishalle

- Blockriegel, Ufer: Bau „von unten nach oben“
- Anhebung Uferweg: unabhängig von Massnahmen im Gerinne

Los 3: Abschnitt Ilfishalle bis unterhalb Moosbrücke

- Blockriegel und Rampe, Anpassung Sohle, Ufer: Bau „von unten nach oben“
- Rückbau Ufersicherung links
- Mauern, Damm, Erhöhung Uferweg

Los 4: Neubau Moosbrücke

- Hinweis: Baustellenverkehr für Los 5-8 erfolgt über Moosbrücke!
- Hilfsbrücke oberhalb
- Neubau Brücke, Strassen, Leitungen
- Mauern oberhalb und unterhalb

Los 5: Inselisperre bis unterhalb Badbrücke

- Verschiebung Wasserentnahme Gewerbekanal: Baustart spätestens 31.12.2030!
- Blockriegel und Rampe, Anpassung Sohle, Ufer: Bau „von unten nach oben“
- Gerinneverbreiterung
- Dämme und Mauern

Los 6: Anhebung Badbrücke

- Anhebung Brücke, inkl. Treppen
- Rampen und Mauern/Dämme im Anschlussbereich

Los 7: Oberhalb Badbrücke bis Mündung Gohl

- Ufer, Sohlenstrukturen
- Blockriegel GEWISS-km 4.8, Anpassung Sohle und Ufer: Bau „von unten nach oben“
- Vorlandabsenkung inkl. Einleitung Gohlwasser
- Dämme
- Mündung Hüenerbach

Los 8: Mündung Gohl bis Flüeacherbrücke

- Gerinneaufweitung
- Blockrampe, Anpassung Sohle, Ufer: Bau „von unten nach oben“
- Damm oberhalb Mündung Gohl

7.2 Logistik und Provisorien

Bei der Baustellenlogistik werden folgende Grundsätze verfolgt:

- Minimierung der schädlichen Auswirkungen des generierten Verkehrsaufkommens
- Optimale Nutzung bestehender Infrastrukturen, z. B. Nutzung bestehender Wege als Baupisten, Nutzung bestehende Plätze als Installations- und Zwischendeponieplätze, Nutzung bestehender Bahnübergänge, etc.

Die vorgesehenen Baustellenzufahrten und Baupisten sowie die Installationsflächen werden im Bauprojekt ausgeschieden.

Der Neubau der Moosbrücke erfordert eine Hilfsbrücke (Abklärungen im Vorprojekt).

7.3 Wasserhaltung

Bei der Bauausführung muss die saisonal schwankende Wasserführung der Ifis berücksichtigt werden. Die Ausführungszeit von Arbeiten im Hauptgerinne der Ifis ist so zu wählen, dass sie möglichst bei Rest- bzw. Niedrigwasser durchgeführt werden können. Die Arbeiten am Wasser erfolgen daher schwerpunktmässig im Winterhalbjahr (ca. Oktober - April).

Für die Massnahmen entlang der Ufer werden voraussichtlich kleine Umleitungsdämme ($h < 1$ m) aus anstehendem Sohlenmaterial geschüttet. Für die Massnahmen bei den Schwellen und Rampen ist eine Wasserhaltung (Pumpe) notwendig. Bei notwendigen Gerinnequerungen werden grosse Wasserhaltungsrohre eingesetzt.

7.4 Baurisiken

Bautätigkeiten im Gewässer finden zuweilen auch während der Gewittersaison statt. Die vergangenen Ereignisse zeigten, dass die Hochwasser abrupt und ohne Vorwarnung entstehen.

Im vorliegenden Projekt ist deshalb die Einrichtung eines Frühwarnsystems vorgesehen.

Im Rahmen des Gewässerrichtplanes Emme wurde das Abflussmessnetz im Einzugsgebiet von Ilfis und Emme verdichtet und die Stationen mit einem Sender ausgestattet. Diese übermitteln die Abflusstiefe an ein Datenportal und lösen im Hochwasserfall einen Alarm auf der Baustelle aus.

Die sogenannte Risikowassermenge bezeichnet diejenige Abflussmenge bei welcher der Bauunternehmer (alleine) für allfällige Schäden am Bauwerk aufzukommen hat. Für das vorliegende Projekt wird eine Risikowassermenge bei der BAFU-Messstation festgelegt.

7.5 Bauüberwachung

(Beschrieb folgt auf Stufe Bauprojekt)

8 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN

8.1 Auswirkungen auf Flora und Fauna

Durch die Bautätigkeit werden schützenswerte Lebensräume wie die Ufervegetation beeinträchtigt. Die wasserbaulichen Eingriffe und auch die vorgesehenen Baumassnahmen werden in der Hauptuntersuchung mit einer anerkannten Bewertungsmethode bilanziert (Vor-schlag BESB). Die temporären Eingriffe in landwirtschaftlich genutzten Wiesen stellen aus Sicht des Naturschutzes kein Problem dar und werden nach Bauabschluss wieder in den ursprünglichen Zustand versetzt und bodenkundlich begleitet. Die Rekultivierung, Bepflanzung und Gestaltung der vom Vorhaben beanspruchten Flächen sollen von einer ökologischen Fachkraft unterstützt werden. Möglicherweise vorkommende Vogelarten und Kleinsäuger können während den Bauarbeiten auf benachbarte naturnahe Lebensräume ausweichen und der diesbezügliche Konflikt wird als gering erachtet.

Die punktuell und temporär stark beeinträchtigte Ufervegetation wird wieder in den ursprünglichen Zustand versetzt und mit standortheimischer Vegetation bepflanzt.

Invasive Neophyten werden fachgerecht bekämpft und entsorgt.

Sollten in der betroffenen Bestockung Nistplätze oder Quartiere von Vögeln und Fledermäusen vorkommen, müssen geeignete Massnahmen zu deren Schutz und Erhalt während den Bauarbeiten ergriffen werden.

Die festgestellten Amphibientümpel sind grosszügig abzuzäunen. Sollte die Bauphase in die Amphibienwanderzeit fallen, so sind Massnahmen (z.B. Schutzzäune) zu ergreifen, um zu verhindern, dass die Tiere auf die Bauflächen gelangen.

Nach dem Bau werden die temporär genutzten Flächen (Wiesen für IP und Ufervegetation für Zufahrtsrampen zum Gewässer) gemäss den Anweisungen der UBB und BBB rekultiviert und mit geeigneten Massnahmen vor Ort naturnah gestaltet. Diese Flächen können wiederum von den vorkommenden Tier- und Pflanzenarten besiedelt werden.

Durch den Damm- und Mauerbau für den Hochwasserschutz wird die Quervernetzung des Gerinnes gegenüber heute leicht eingeschränkt. Dieses Manko wird durch verschiedene ökologische Aufwertungsmassnahmen kompensiert.

Ein wesentlicher ökologischer Nutzen wird mit der Aufweitung und den Aufwertungsflächen im Bereich Flühacker gewonnen. Direkt unterhalb der Gohl sowie zwischen Badbrücke und Inselisperre sind Vorlandabsenkungen vorgesehen. Beim Vorland nach der Gohl-Mündung ist eine kleine, auenähnliche Fläche möglich.

Zwischen der Moosbrücke und der Ilfishalle ist linksseitig die Entfernung des Uferschutzes vor einem tief liegenden Vorland vorgesehen. Dadurch werden lokale Seitenerosionsprozesse und eine Verbreiterung der Gerinnesohle zugelassen.

Innerhalb des Gerinnes wird die Strukturvielfalt mittels Holz- und Steinelemente auf dem gesamten Projektperimeter erhöht, soweit dies der Hochwasserschutz zulässt.

Durch das Vorhaben wird die aquatische Längsvernetzung der Ilfis auf einer Länge von rund 3.5 km durchgehend wiederhergestellt. Dies stellt gegenüber dem heutigen Zustand mit seinen zahlreichen unüberwindbaren Hindernissen auf dem gesamten Perimeter eine markante gewässerökologische Verbesserung dar. Die für die Längsvernetzung geplanten Riegelabfolgen und Rampen sind so auszubilden, dass eine Konzentration des Niedrigwasserabflusses und Kolkbildungen stattfinden. Dadurch können gegenüber heute (strukturarme Kieselsohle) bessere Verhältnisse bei Niedrigwasser sowie Rückzugsorte geschaffen werden.

8.2 Auswirkungen auf die Landwirtschaft

Die Landwirtschaft ist im Abschnitt Ost oberhalb des Schwimmbads bis Flüeacker beidseits durch den Landverbrauch beim Dammbau und bei den Aufweitungen und Vorlandabsenkungen betroffen. Für die Flussaufweitung Flüeacker werden rund 11'000 m² Kulturland benötigt. Bei der rechtseitigen ökologischen Aufwertung oberhalb der Gohlmündung werden rund 5'800 m² Kulturland beansprucht und für die Geländeabsenkung am rechten Ufer unterhalb der Gohlmündung nochmals rund 5'400 m². Weiteres Kulturland von ca. 2'000 m² geht für den neuen Hochwasserschutzdamm im Moos verloren.

Mit Ausnahme der Geländeabsenkung handelt es sich bei den verbrauchten Kulturlandflächen auch um FFF im Umfang von rund 19'000 m². Der Verbrauch von Kulturland und insbesondere von FFF ist für alle Vorhaben möglichst gering zu halten (schonungsvoller Umgang mit Kulturland und Schutz von FFF).

Gemäss der kantonalen Gesetzgebung besteht bei Wasserbauvorhaben keine Kompensationspflicht, da es sich um die Erfüllung einer gesetzlich vorgeschriebenen Aufgabe handelt (Fachordner Wasserbau Kanton Bern). Die Verwirklichung von Wasserbauvorhaben ist von öffentlichem Interesse und bezweckt die Erhöhung der Hochwassersicherheit und die Verbesserung des ökologischen Zustands des Gewässers. Mit der Beanspruchung von FFF kann vorliegend die gesetzliche Aufgabe zum Schutz von Hochwasser und zur Revitalisierung von Fliessgewässern erfüllt werden.

Im Bauprojekt muss der Nachweis erbracht werden, dass das geplante Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt zur Erfüllung der gesetzlich vorgeschriebenen Aufgaben auf diesen FFF-Standort angewiesen ist. Die Standortgebundenheit wird durch eine sorgfältige Abklärung von möglichen Alternativen und Projektoptimierungen (z.B. Reduktion FFF) erläutert und die verschiedenen Interessen werden sorgfältig abgewogen.

Als positiver Aspekt ist der verbesserte Hochwasserschutz aufzuführen, von dem zwischen der Hüenerbachmündung und Moos Landwirtschaftsflächen profitieren werden.

Im Rahmen der Hauptuntersuchung wird ein Bodenschutz- und Bodenverwertungskonzept erarbeitet. Darin werden die permanent und temporär beanspruchten Böden quantifiziert (Boden-Massenbilanzierung) und Massnahmen während dem Bau,

Wiederherstellung, Rekultivierung und Nachfolgebewirtschaftung festgelegt. Diese Arbeiten sind durch eine ausgebildete Fachperson zu begleiten.

8.3 Auswirkungen auf Wald

Anlässlich eines anderen Vorhabens wurde entlang der Ifis eine Waldfeststellung durchgeführt. Basierend auf dieser Grundlage ist zu entnehmen, dass die Bestockung am linken Ifisufer im Abschnitt Nidermoos, Bad und etwas ober davon als Wald ausgeschieden wurde. Unterhalb der Badbrücke im Bereich der Wintersite bis zur Bernstrassenbrücke verläuft die Ifis entlang von Waldareal. Weiter flussaufwärts ist der bestockte Uferbereich kein Wald wie auch generell die gesamte Bestockung am rechten Ifisufer.

Der steile Hangwald bei Wintersite ist gemäss Fachkarte Schutzwald (Geoportal Kanton Bern) mehrheitlich als Gerinneschutz- und Hangmurenschutzwald ausgewiesen und weist im mittleren und östlichen Teil einen hohen Nadelholzanteil auf.

Durch das Vorhaben werden infolge der geplanten wasserbaulichen Massnahmen Eingriffe in das Waldareal und in die Uferbestockung getätigt. Diese können erst nach Vorliegen des Bauprojekts qualitativ und quantitativ beurteilt werden. Zum derzeitigen Projektstand kann ausgesagt werden, dass mehrheitlich von temporären Rodungsflächen ausgegangen werden kann und die gesamte Rodungsfläche weniger als 5'000 m² betragen wird. Die wasserbaulichen Eingriffe erfolgen meist linear entlang der Ufer und viele Eingriffe erfolgen direkt in der Ifissole (Einbauten, Sohlenanhebung und -absenkung) mit teils lokalen Uferanpassungen im Waldbereich.

Bezüglich der Rodung muss das BAFU angehört werden (Rodung > 5'000 m²).

Das separate Rodungsdossier wird in der Phase Bauprojekt erarbeitet. Diesbezüglich und auch betreffend der definitiven Waldfeststellung findet noch ein Austausch mit der Waldabteilung statt.

Dem aktuellen Mitwirkungsossier liegen Entwürfe der Rodungspläne bei.

Im Bauprojekt muss der Nachweis erbracht werden, dass das geplante Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt zur Erfüllung der gesetzlich vorgeschriebenen Aufgaben auf diesen Wald-Standort angewiesen ist. Die Standortgebundenheit wird durch eine sorgfältige Abklärung von möglichen Alternativen und Projektoptimierungen erläutert und die verschiedenen Interessen werden sorgfältig abgewogen.

Auf den Situationsplänen des Vorprojekts ist der Wald gemäss Amtlicher Vermessung Stand Jan. 2025 dargestellt. Im Rahmen des Projekts Ifis Flüeacher – Ramsern wurde im Sommer 2024 eine Waldfeststellung gemacht, welche in der AV Stand Jan. 2025 noch nicht enthalten ist. Die neuen Waldgrenzen werden im Rodungsgesuch berücksichtigt.

8.4 Auswirkungen auf Ortsbild und Landschaft

Entlang der Ifis sind drei im Bauinventar der kantonalen Denkmalpflege aufgeführten Bauten verzeichnet:

- Schützenswerter Wohn- und Gewerbebau Sägestrasse 33 ca. 20 m neben der Ifis.
- Erhaltenswerter Militärbau von 1892, Güterstrasse 5b ca. 35 m von der Ifis entfernt.
- Schützenswerte Moosbrücke von 1797. Die Moosbrücke wurde im Jahr 1974 um 500 m an den heutigen Standort auf Höhe des Bads flussaufwärts versetzt und restauriert. Dieses historische Bauwerk (heute Badbrücke) ist gemäss Bauinventar des Kantons Bern als schützenswert eingestuft und ist im Inventar der historischen Verkehrswege (IVS) als Objekt von regionaler Bedeutung ausgeschieden.



Abb. 30: Geschützte Moosbrücke

Beim historischen Gebäude an der Sägestrasse 33 bleibt der bestehende Uferweg am rechten Ufer unangetastet, währenddem beim inventarisierten Gebäude an der Güterstrasse 5b der 25 m daneben liegende Uferweg leicht erhöht werden muss. Dieser Eingriff hat minimale Auswirkungen auf dieses Kulturdenkmal.

Zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes muss die alte Holzbrücke von 1797 um ca. 40 cm angehoben werden. Schon bereits bei der Verlegung wurde die Brücke mit neuen, nicht bauzeitlichen Zugängen für die Fussgänger und Velofahrer ausgestattet, womit die geplante Brücken-Anhebung sich weniger negativ auf das Landschafts- und Ortsbild auswirken wird.

In den kommunalen Planungsgrundlagen sind am Ifisufer keine geschützten Einzelbäume ausgeschieden. Vorkommende, wertvolle und alte Bäume werden im Rahmen der Kartierung der Lebensräume erfasst (Hauptuntersuchung) und beurteilt, ob diese durch das Vorhaben nicht beeinträchtigt werden können.

Die notwendigen Ufererhöhungen und Weganhebungen sind teilweise hoch und prägen insbesondere das Landschaftsbild im Abschnitt Ost mit. Wo die Platzverhältnisse dies zulassen, werden sie als Schüttdämme und so natürlich wie möglich gestaltet und rasch bepflanzt. Eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes lässt sich allerdings nicht ganz verhindern, da die Hochwasserschutzfunktion auch durch das Anlegen von neuen Ufermauern, bzw. Erhöhung bestehender Mauern sichergestellt werden muss. Durch die teilweise bereits bestehenden Dämme und die Bestockung entlang der Ifis wird der negative Aspekt jedoch relativiert. Im Abschnitt Mitte können die Ufererhöhungen grösstenteils durch Anhebungen bestehender Wege oder Strassen erreicht werden, wodurch das Ortsbild nur unwesentlich verändert wird.

Gemäss ISOS ist die Ilfis (U-Ri) ein unerlässlicher Teil des Ortsbildes mit dem Erhaltungsziel a, wonach die Beschaffenheit als Freifläche und der für das Ortsbild wesentlichen Vegetation erhalten werden soll. Dieses Ziel wird auch beim vorliegenden Wasserbauprojekt verfolgt.

Die ökologischen Aufwertungsmassnahmen führen auch zu einer Verbesserung des Landschaftsbildes. Bei der Inselisperre kann gegenüber heute ebenfalls eine Aufwertung erreicht werden.

8.5 Auswirkungen auf Geschiebehaushalt und Morphologie

8.5.1 Morphologie

Die Sohlbreite der Ilfis wird unterhalb der Flühacherbrücke (Aufweitung) ungefähr verdoppelt und das linke Ufer soll stark abgeflacht werden. Dadurch werden sich unterschiedliche Strömungsbereiche mit verschiedenen Körnungen in der Sohle einstellen, welche Lebensräume für alle Altersstadien der Bachforelle bieten werden (langsam- und schnellfliessende Zonen) mit variablen Wassertiefen und Strukturen).

Die Sohle der Ilfis wird im Raum Langnau durch die geplanten Massnahmen aufgrund der intensiven Bebauung im Dorfbereich und der ungünstigen Topografie bei Wintersite nur geringfügig verbreitert. Aufgrund des Schwellenersatzes durch viele Riegeleinbauten und strukturierte Blockrampen sowie durch das Anlegen von zahlreichen Strukturelementen (Holz- und Steinelemente) und Entfernung der Ufersicherung (z.B. Wintersite) werden sich die Sohlenstrukturen bezüglich der Körnung, Lagerung und der Tiefenverhältnisse vielfältiger entwickeln können und auch die Strömungsdiversität wird durch das Angleichen des Sohlengefälles (höheres Nettogefälle zwischen den Einbauten) deutlich verbessert. Auch die morphologische Struktur der Ufer wird gegenüber heute ökologisch aufgewertet, so dass neue Mesohabitate für Fische entstehen können (Einstandsgebiete, Rückzugshabitate etc.).

Die morphologischen Auswirkungen der Aufweitung unterhalb der Flühacherbrücke sowie im Bereich der eigendynamischen Aufweitung bei der Ilfis-Halle werden im Bauprojekt detailliert untersucht.

8.5.2 Geschiebe

Der Geschiebetrieb in der Ilfis ist aufgrund der stark geschiebeführenden Seitenbäche sehr ausgeprägt und die jährliche Geschiebefracht der Ilfis bei Langnau wird im Ist-Zustand auf ca. 6'500 m³/a geschätzt.

Bisher hat sich aufgrund des uniformen, eingeschnürten Gerinnes trotz ausreichenden Geschiebefrachten kein strukturreicher Zustand der Sohle eingestellt. Die vorgesehenen Wasserbaumassnahmen werden die Gewässersohle hinsichtlich ihrer Struktur vielfältiger gestalten und bietet dadurch auch verbesserte Habitatbedingungen für vorkommende Fische und das Makrozoobenthos.

Die geplante Flussaufweitung wird den Weitertransport der in die Ilfis eingetragenen Geschiebemengen nicht relevant verändern. Bei einem Hochwasser wird die Geschiebefracht auch weiterhin grösstenteils vor Erreichen des Spitzenabflusses durch die Ilfis weitertransportiert, da das Vorhaben auch nicht zu einer relevanten Veränderung der Abflusskapazität führen wird.

8.6 Auswirkungen auf Grundwasser und belastete Standorte

Im Rahmen des Vorprojekts wurden bisher keine hydrogeologischen Untersuchungen durchgeführt. Es wurde angenommen, dass die geplanten Massnahmen keine grossräumigen Auswirkungen auf das Grundwasser haben. Im Rahmen der Fachplanung Hydrogeologie und Altlasten werden die hydrogeologischen Verhältnisse in der Bauprojektphase für den Projektbereich im Detail erarbeitet. Mögliche Projektauswirkungen auf die hydrogeologischen Verhältnisse und folglich auf belastete Standorte und Grundwassernutzungen werden anhand von Grundwassermodellierungen beurteilt und allenfalls notwendige Massnahmen definiert.

Schutzzonen und Schutzareale

Zwischen der Mündung des Hüenerbachs und dem Siedlungsgebiet bestehen links der Ilfis grossräumige Grundwasserschutzzonen und -areale. In diesem Bereich verzichtet das Vorprojekt auf eine wesentliche Veränderung des Gerinnequerschnitts, die Massnahmen beschränken sich hauptsächlich auf Ufererhöhungen. Im Zu- und Abstrombereich sind allerdings Aufweitungen und lokale Sohlabenkungen geplant. Deren Einfluss auf die Grundwasserverhältnisse werden ebenfalls mit Grundwassermodellierungen geprüft.

Die bisher durchgeführten Untersuchungen mit Pump- und Markierversuch am geplanten neuen Fassungsstandort haben gezeigt, dass eine hydraulische Verbindung zwischen der Ilfis und dem gefassten Grundwasser besteht und dass die 10-Tages-Isochrone bei Pumpbetrieb gemäss Markierversuch bis zur Ilfis reicht. Die Schutzzone S2 muss demnach, in Absprache mit dem AWA, bis zum Ufer der Ilfis und die Schutzzone S3 bis an das rechte Ilfisufer ausgeschieden werden.

Die Projektauswirkungen auf das Grundwasser und die belasteten Standorte werden im Bauprojekt in einem separaten Bericht dargestellt und erläutert.

Das bereinigte Modellkonzept der geplanten hydrogeologischen Untersuchungen ist im *Anhang I* dokumentiert.

8.7 Auswirkungen auf bestehende Nutzungen

Im Bereich des Projektperimeters bestehen zwei rechtsgültige Wasserrechte für die Nutzung der Wasserkraft der Ilfis:

- Wasserrückgabe KW Bärau unterhalb Gohlmündung
- Wasserentnahme Ilfiskanal Langnau bei der Inselisperre (7 Kleinwasserkraftwerke)

Die Wasserentnahme für den Ifiskanal bei der Inselisperre wird flussaufwärts verschoben, ohne Auswirkungen auf den Weiterbetrieb. Die im Variantenstudium Inselisperre untersuchten Lösungen beinhalten durchwegs einen Weiterbetrieb der Wasserfassung für die Ableitung in den Ifiskanal und die geplanten Wasserbaumassnahmen werden die bestehende Wasserkraftnutzung in Langnau nicht beeinträchtigen. Diese Nutzung bekam in Jahr 2020 eine neue Wasserrechtskonzession mit neuen Restwasserbestimmungen für den Weiterbetrieb der Wasserkraftnutzung für die nächsten 60 Jahre.

Die Wasserrückgabe des KW Bärau unterhalb der Gohlmündung wird im Wasserbauplan berücksichtigt und es sind keine nachteiligen Auswirkungen auf die dortige Kraftwerksnutzung zu erwarten.

8.8 Auswirkungen auf Naherholung

8.8.1 Langsamverkehr

Die Ifis ist im Raum Langnau beidseitig von begehbaren Wegen erschlossen, welche häufig zum Wandern und Spazieren genutzt werden. Gemäss dem kommunalen Verkehrsrichtplan ist der Weg am rechten Ufer ab der Moosbrücke Richtung Emmenmatt auch ein Veloweg, ebenso der linksufrige Abschnitt zwischen Schwimmbad und Moosbrücke. Der linksufrige Uferweg zwischen Flüeacher und Bad ist im Richtplan als geplante Freizeitroute eingetragen.

Die Ifis stellt ein Naherholungsgebiet dar, welches beidseitig mit Wegen für Fussgänger und teils auch für Velofahrer durchgehend erschlossen ist. Dieses gilt es zu erhalten und wo möglich zu verbessern.

Die bestehenden Wege entlang der Ifis werden insbesondere bei Flüeacher und Moos stellenweise verlegt. Mehrere Wegabschnitte werden zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes angehoben, bleiben aber alle an Ort durchwegs erhalten.

Die Beschattung der Wege wird gegenüber heute nicht verschlechtert. Die Stellen mit geplanten ökologischen Aufwertungsmassnahmen vor allem im oberen Ifisabschnitt bieten ausserdem die Möglichkeit für einen Ausbau der Erholungsnutzung. Dazu sind in der weiteren Planung allenfalls Möblierungs- und Lenkungsmassnahmen einzuplanen.

Während der Bauphase ist mit Bauverkehr im Bereich der Baustellen sowie deren Zufahrtsrouten zu rechnen. Aufgrund der teils lärmigen Bauarbeiten sind lokal erhöhte Lärm- und Erschütterungsemissionen zu erwarten, welche durch lärmschonende Bauweisen während den üblichen Arbeitszeiten (keine Arbeiten an Wochenenden und in der Nacht) sowie mit weiteren Massnahmen für die betroffene Anwohnerschaft möglichst erträglich ausfallen sollten.

Während den Bauarbeiten müssen abschnittsweise aus bauphysikalischen und Sicherheitsgründen die Uferwege temporär für den Langsamverkehr gesperrt werden. Dabei werden diese Verbindungen mit Wegumlegungen ständig sichergestellt und in Absprache mit der Gemeinde und Berner Wanderwege entsprechend signalisiert.

8.8.2 Fischerei

Während den Bauarbeiten in der Flusssohle und an den Ufern kann die Angelfischerei in der Ilfis (öffentliches Patengewässer) lokal und vorübergehend eingeschränkt werden. Die Ausübung des Angelsports wird nach Fertigstellung der Wasserbauarbeiten wieder ohne Einschränkungen gewährleistet sein, wobei es die Schonzeit vom 16. März bis zum 15. September zu beachten gilt. Im Bereich der geplanten Flussaufweitung und bei den Abschnitten mit neuen Struktureinbauten in der Sohle und im Uferbereich, bei den lokalen Gerinneanpassungen etc. wird künftig die Attraktivität für die Fischerei gesteigert.

8.9 Auswirkungen auf Pegelmessstation

Zur Erstellung der neuen Wasserfassung für den Ifiskanal muss die Pegelmessstation Ilfis Langnau des BAFU neu gebaut werden und in die Wasserfassung (Coanda-Rechen) integriert werden.

Die technischen Details der Wasserfassung und BAFU-Pegelmessstation werden bis zur Vorprüfung Q1/2026 geklärt.

9 VERBLEIBENDE GEFAHREN + RISIKEN

9.1 Überlastfall

Mit einer Überlast des geplanten Systems ist im Siedlungsgebiet bei Ereignissen $EHQ > HQ_{300}$ zu rechnen. Die geplanten Ufererhöhungen sollen so gesichert werden, dass unkontrollierte Breschenbildungen bei einer Überlast verhindert werden. Ein Überlastkorridor ausserhalb des Siedlungsgebiets ist nicht möglich, im Überlastfall ist mit Überflutungen des Siedlungsgebiets zu rechnen.

Die geplanten Ufererhöhungen verhindern, dass im Überlastfall ausgetretenes Wasser zurück in die Ifis fliesst. Dies könnte gegenüber heute eine Verschlechterung der Situation bedeuten. Aus diesem Grund ist bei den Ufererhöhungen das Zurückfliessen von aufgestautem Wasser zu ermöglichen, z.B. durch Dammbereiche, wo im Extremfall eine gezielte Intervention der Wehrdienste möglich ist (Durchlass mit Schieber, maschineller Abtrag des Damms). Dies gilt insbesondere für die Bereiche um die Moosbrücke (linkes Ufer) und rechtsufrig oberhalb der Bernstrasse, wo gemäss bestehender Gefahrenkarte ausgetretenes Wasser in die Ifis zurückfliesst. Entsprechende Uferbereiche werden auf den Plänen zu einem späteren Zeitpunkt gekennzeichnet.

Eine detaillierte Beurteilung der Überflutungen der Ifis bei einem Extremereignis EHQ erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt, im Hinblick auf die Anforderungen des BAFU für Mehrleistungen.

9.2 Gefahren und Risiken nach Massnahmen

Die geplanten Schutzmassnahmen gewährleisten für das Siedlungsgebiet einen Schutz gegenüber HQ_{100} inklusive eines Freibords von 0.9 m. Die Wasserspiegel- und Energiehöhen bei HQ_{300} liegen 20 – 30 cm höher als diejenigen bei HQ_{100} und das verbleibende Freibord bei HQ_{300} beträgt rund 60 cm. Unter Annahme eines Beurteilungsfreibords (berücksichtigt die Unschärfen bei der Prognose der Sohlage und bei der hydraulischen Berechnung, jeweils 30 cm) von 40 cm kann davon ausgegangen werden, dass die Gefahrenkartierung bis und mit HQ_{300} für das Siedlungsgebiet keine Überflutungen mehr ausweist, dort also nur noch eine Restgefährdung verbleibt.

Oberhalb der Mündung der Gohl sind ausser eines Damms entlang der Bahn-Trasse keine Schutzmassnahmen vorgesehen, hier ist ausschliesslich Landwirtschaftsland durch Überflutungen ab Ereignissen grösser HQ_{30} (aktuelle Gefahrenkarte: Überflutung bei HQ_{100}) betroffen.

Im Gebiet Moos, östlich des Schwimmbads, besteht gemäss aktuell gültiger Gefahrenkarte trotz der geplanten Schutzmassnahmen entlang der Ifis weiterhin eine Hochwassergefährdung durch den Hüenerbach. Die Sicherstellung der Hochwassersicherheit am Hüenerbach wird bei Bedarf im Rahmen eines separaten Projekts geprüft.

9.3 Umgang mit verbleibenden Gefahren

Nach der Umsetzung der relevanten Projektmassnahmen kann die Feuerwehr die Notfallplanung überarbeiten und den neuen Gegebenheiten anpassen, siehe auch Kap. 5.2.

Raumplanerisch abgebildet wird die verbleibende Gefahr durch die Überarbeitung der Naturgefahrenkarte und deren Umsetzung in der Richt- und Nutzungsplanung.

10 KOSTEN UND KOSTENWIRKSAMKEIT

10.1 Kostenschätzung

Die Gesamtkosten (ohne Neubau Moosbrücke) werden auf rund **29.8 Mio. CHF** geschätzt, mit einer Kostengenauigkeit von +/-25%. Der Neubau der Moosbrücke ist als eigenständiges Projekt im Investitionsprogramm der Gemeinde vorgesehen.

10.2 Kostenteiler und Kostenträger

Die Kosten werden durch Bund, Kanton (inkl. Renaturierungsfonds), Gemeinde und durch Dritte finanziert.

Die Restkosten für die Gemeinde an den beitragsberechtigten Wasserbaukosten betragen rund 6 - 10%.

10.3 Nutzen-Kosten-Verhältnis (EconoMe)

Im Rahmen des Vorprojekts wurde keine Wirtschaftlichkeitsanalyse der geplanten Massnahmen durchgeführt.

Diese folgt in einer späteren Projektphase.

11 TERMINE UND VERFAHREN

Für das Gesamtprojekt ist grundsätzlich ein Wasserbauplanverfahren vorgesehen.

Ob für die Anpassung der Inselisperre / Wasserfassung ein separates Verfahren notwendig ist, ist in der nächsten Planungsphase abschliessend zu klären.

Die Abklärungen, ob die Anpassung der Moosbrücke ein separates Strassenplanverfahren notwendig ist, erfolgen in weiteren Planungsphasen.

Der Baustart v.a. im Bereich der Inselisperre hat zwingend vor dem 31.12.2030 zu erfolgen.



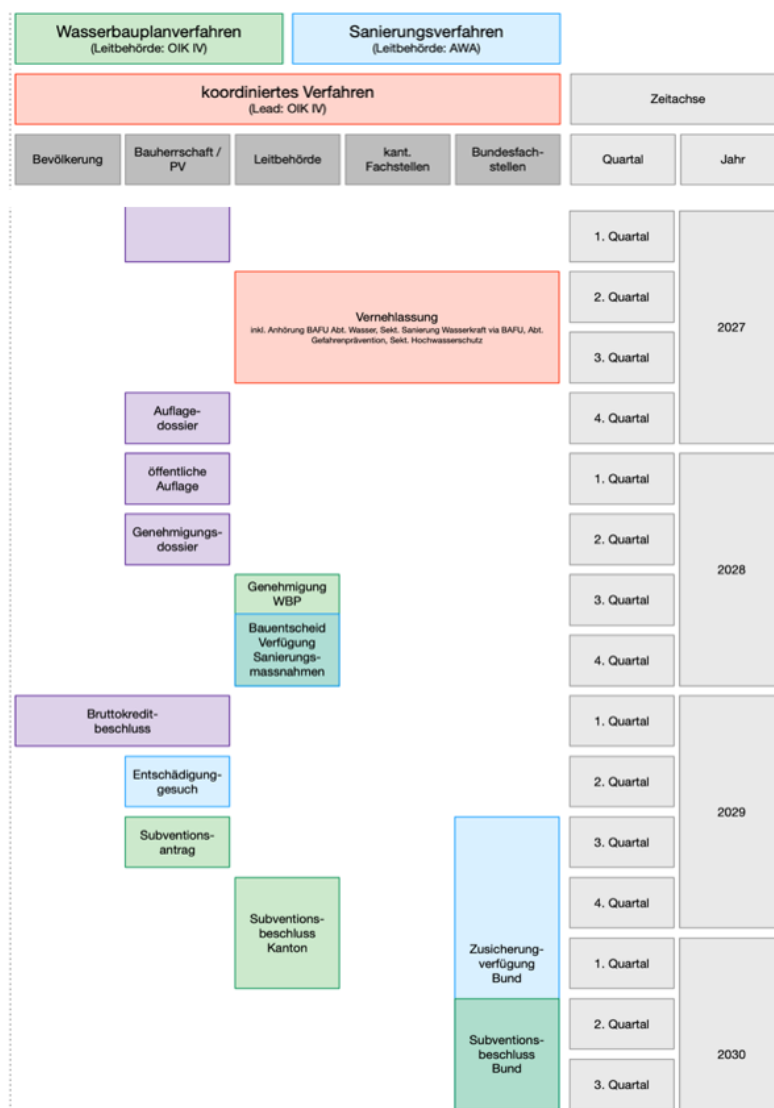


Abb. 31: Termine und Verfahren, Stand Mai 2025

12 GRUNDLAGENVERZEICHNIS

- [1] Kommission für Hochwasserschutz KOHS des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes: Positionspapier Freibord; Arbeitsgruppe Freibord; April 2012
- [2] Kanton Bern: Risikostrategie Naturgefahren: Umgang mit dem Risiko von Wasser-, Massenbewegungs- und Lawinenereignissen; Grundlagenpapier für die Klausursitzung des Regierungsrates vom 10. August 2005
- [3] Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern, Tiefbauamt des Kantons Bern, OIK IV, Trub, Trubschachen, Langnau i.E., Signau, Lauperswil: Hochwasserschutzkonzept Ilfis; Hunziker, Zarn & Partner AG; August 2016
- [4] Geoportal des Kantons Bern; diverse Geodaten
- [5] Tiefbauamt des Kantons Bern, OIK IV; Verkehr und Infrastruktur des Kantons Luzern, vif: Massgebende Hochwasserabflüsse an der Ilfis und an verschiedenen Seitenbächen; Scherrer AG, SoilCom; September 2012
- [6] Tiefbauamt des Kantons Bern, OIK IV, Trub, Trubschachen, Langnau i.E., Signau, Lauperswil: Gefahrenkarte Wasser, Aktualisierung Gefährdung Ilfis & Perimetererweiterung Hämelbachbode und Ramsere; Hunziker, Zarn & Partner AG; Juli 2014
- [7] Kanton Bern: Strategische Planungen 2011-2014 nach GSchG/GSchV, Sanierung des Geschiebehaushaltes im Kanton Bern – Gewässersystem Emme; Flussbau AG SAH; 2014
- [8] Gemeinde Langnau i.E.: Inseli Schwelle an der Ilfis – Sanierung Fischgängigkeit, Variantenstudie; Hydro-Solar Water Engineering AG; 13. Sept. 2024
- [9] Gemeinde Langnau i.E.: Tromschwelle [Inselisperre] Ilfis, Sanierung Fischgängigkeit, Fischökologische Bewertung der Varianten; Fischwerk GmbH; Juli 2024
- [10] Gemeinde Langnau i.E.: Kurzbericht Ersatzneubau Moosbrücke; Kissling + Zbinden AG; 21. Juni 2018
- [11] map.geo.admin.ch; diverse Geodaten
- [12] Gemeinde Langnau i.E.: Festlegung der Gewässerräume, Erläuterungsbericht; BHP Raumplan AG; 15. Juli 2024
- [13] Bundesamt für Umwelt (BAFU): Handbuch Programmvereinbarung im Umweltbereich 2025-2028, 2023
- [14] Fotodokumentation Unwetterereignis 16. Juli 2002; Gemeinde Langnau i.E.
- [15] Hydrologie Ilfis, Abklärungen zu neuen Niederschlagsdaten und Umgang mit der Klimaänderung; E-Mail Georg Heim TBA OIK IV vom 19.09.2024

13 ANHANG

Verzeichnis

Anhang A - Variantenstudium Ilfis Langnau Ost	64
Anhang A1 - Beschreibung Variantenstudium	64
Anhang A2 - Aktennotiz Besprechung 22.12.2017	64
Anhang A3 - Präsentation zur Besprechung 22.12.2017	64
Anhang B - Variantenstudium Ilfis Langnau Mitte	65
Anhang B1 - Aktennotiz Besprechung 26.11.2018	65
Anhang B2 - Aktennotiz Besprechung 12.12.2018	65
Anhang C - Übergeordnetes Variantenstudium Ost und Mitte	66
Anhang D - Sanierung Fischgängigkeit Inselisperre	67
Anhang D1 - Bericht Variantenstudie vom 13.09.2024	67
Anhang E - Variantenstudium Inselisperre 2025	68
Anhang E1 - Variantenbeschrieb V1 - V6	68
Anhang E2 - Beurteilungsmatrix inkl. Sensitivitätsanalyse	68
Anhang F - Hydraulische Berechnungen	69
Anhang F1 - Bericht Hunziker, Zarn & Partner AG	69
Anhang G - Fotodokumentation	70
Anhang H - Kostenschätzung	71
Anhang H1 - Zusammenzug Kostenschätzung	71
Anhang I - Modellkonzept Hydrogeologische Abklärungen	72
Anhang I1 - Bericht CSD vom 20.03.2025	72

ANHANG A - VARIANTENSTUDIUM ILFIS LANGNAU OST

Anhang A1 - Beschreibung Variantenstudium

Anhang A2 - Aktennotiz Besprechung 22.12.2017

Anhang A3 - Präsentation zur Besprechung 22.12.2017

1 Vorgehen

Im Rahmen des Variantenstudiums wurden die Varianten Hochwasserschutz mittels Sohlabsenkung, Aufweitung oder Ufererhöhung definiert. Die Varianten wurden hinsichtlich ihrer räumlichen, wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen verglichen. In Absprache mit der Gemeinde und dem OIK IV wurde schliesslich eine Bestvariante definiert.

Hydraulik

Für die Dimensionierung der Hochwasserschutzmassnahmen auf Stufe Variantenstudium wurden die relevanten Wasserspiegellagen der Ilfis mit einem Staukurvenmodell (Programm HEC-RAS; im Rahmen des Konzepts Ilfis erstellt) berechnet. Darauf basierend konnten die notwendigen Massnahmen vordimensioniert werden.

Querprofile Gerinne

Ufererhöhungen kommen wenn möglich so zu liegen, dass die bestehenden Uferböschungen nicht tangiert werden. Sohlabsenkungen wurden so geplant, dass die Sohlbreite nicht verändert wird und die Uferböschungen rund 2:3 geneigt sind. Dies führt in den meisten Fällen dazu, dass eine Sohlabsenkung eine Verbreiterung des Gerinnes mit sich bringt. Da verhältnismässig wenig vermessene Querprofile vorliegen, wurde die Projektgeometrie in den Bereichen zwischen den Querprofilen in der vorliegenden Projektstufe interpoliert. Im Rahmen der weiteren Projektphasen sind ergänzende Querprofilaufnahmen notwendig.

Vorprojekt

Nach der Definition der Bestvariante wurde diese auf Stufe Vorprojekt ausgearbeitet. Dazu wurde die Projektgeometrie detailliert im Staukurvenmodell eingebaut und es wurden, wo nötig und sinnvoll, Anpassungen vorgenommen, in Absprache mit den tangierten kantonalen Fachstellen und dem Bundesamt für Umwelt. Für eine genauere Definition der Massnahmen wurden anhand des digitalen Geländemodells zusätzliche Querprofile erstellt.

2 Varianten

2.1 Variante Aufweitung

Die Hochwasserschutzdefizite allein durch Aufweitungen zu lösen, ist aufgrund der vorliegenden Randbedingungen wie Grundwasserschutzzonen im Gebiet Moos und nahe der Ilfis gelegener Bauzonen beim Objekt Langnau Ost nicht möglich. Als Gesamtes ist diese Variante demnach nicht realisierbar.

Eine einzelne Aufweitung wird jedoch als ökologische Aufwertungsmassnahme in der gewählten Bestvariante (Vorprojekt) umgesetzt (siehe Kap. 4).

2.2 Variante Ufererhöhung

Beschreibung

Eine Erhöhung der Gerinnekapazität mittels Ufererhöhungen ist technisch meist vergleichsweise einfach umzusetzen. Die Kosten sind oft tiefer als bei anderen Varianten und es wird weniger Platz beansprucht. Demgegenüber bieten Ufererhöhungen zusätzliche Hochwasserschutzrisiken durch mögliche Damm- oder Mauerbrüche sowie Verhinderung eines Zurückfliessens von Wasser (Überlastfall oder Oberflächenabfluss).

Beim Objekt Langnau Ost gibt es bezüglich der Durchführbarkeit einige Herausforderungen. Im westlichen Teil sind die Platzverhältnisse aufgrund von bestehenden Gebäuden und Strassen eng. Auf der rechten Flussseite verläuft in nahem Abstand die Bahntrasse der BLS. Im Gebiet Moos besteht auf der linken Flussseite bereits ein Damm, welcher als Basis für eine allenfalls notwendige Erhöhung dienen kann.

Mit Ausnahme der rechtsseitigen Strecke zwischen der Gohlmündung und dem Gebiet Bäraugrund sind im gesamten Objektperimeter beidseitig Ufererhöhungen notwendig. Die Dammhöhen bewegen sich, je nach Abschnitt, zwischen ca. 0.5 und 1.6 m ab bestehendem Terrain. Wo es die lokalen Gegebenheiten nicht zulassen, muss anstelle eines Damms mit Mauern gearbeitet werden.

Beurteilung

Als kostengünstige Massnahme ist die Ufererhöhung attraktiv. An der Badbrücke wären für einen vollständigen Hochwasserschutz (Schutz vor HQ₁₀₀ mit 1.3 m Freibord) allerdings ergänzende Massnahmen notwendig.

2.3 Variante Sohlabenkung

Beschreibung

Sohlabenkungen haben betreffend Ökologie ein gewisses Potential, beispielsweise bei der Sanierung von Wanderhindernissen. Analog zu den Dammerhöhungen wird die Höhendifferenz zwischen gewachsenem Ufer und der Kote HQ₁₀₀ plus 0.9 m Freibord als Dimensionierungsgrösse zur Vordimensionierung verwendet.

Wesentliche Sohlabenkungen führen sowohl zu Höhenunterschieden, die überbrückt werden müssen, als auch meistens zu einem Neubau der Ufer. Im Variantenstudium wurde daher in Gebieten mit ausgeprägten

Kapazitätsdefiziten die Sohlabsenkung reduziert und mit Ufererhöhungen kombiniert.

Der oberste Abschnitt mit einer Sohlabsenkung befindet sich zwischen der Gohlmündung und dem bestehenden Damm im Gebiet Moos. Hier wird die Sohle auf einer Länge von rund 315 m um ca. 1 m unter die bestehende Sohlage abgesenkt. Die Sohlabsenkung kann durch die Aufhebung eines bestehenden Absturzes an deren unteren Ende erreicht werden. Eine Blockrampe überbrückt den zusätzlichen Höhenunterschied bei den Schwellen unterhalb der Gohlmündung.

Eine zweite Sohlabsenkung beginnt rund 100 m oberhalb der Badbrücke mit einer Blockrampe und führt bis zur Inselisperre. Die bestehende Schwelle der Messstation muss für die nötige Höhendifferenz entfernt und durch eine Blockrampe ersetzt werden. Um die tiefe Sohlage bis an den unteren Rand des Objekts realisieren zu können, ist ein Umbau der Inselisperre (oberste Schwelle) notwendig.

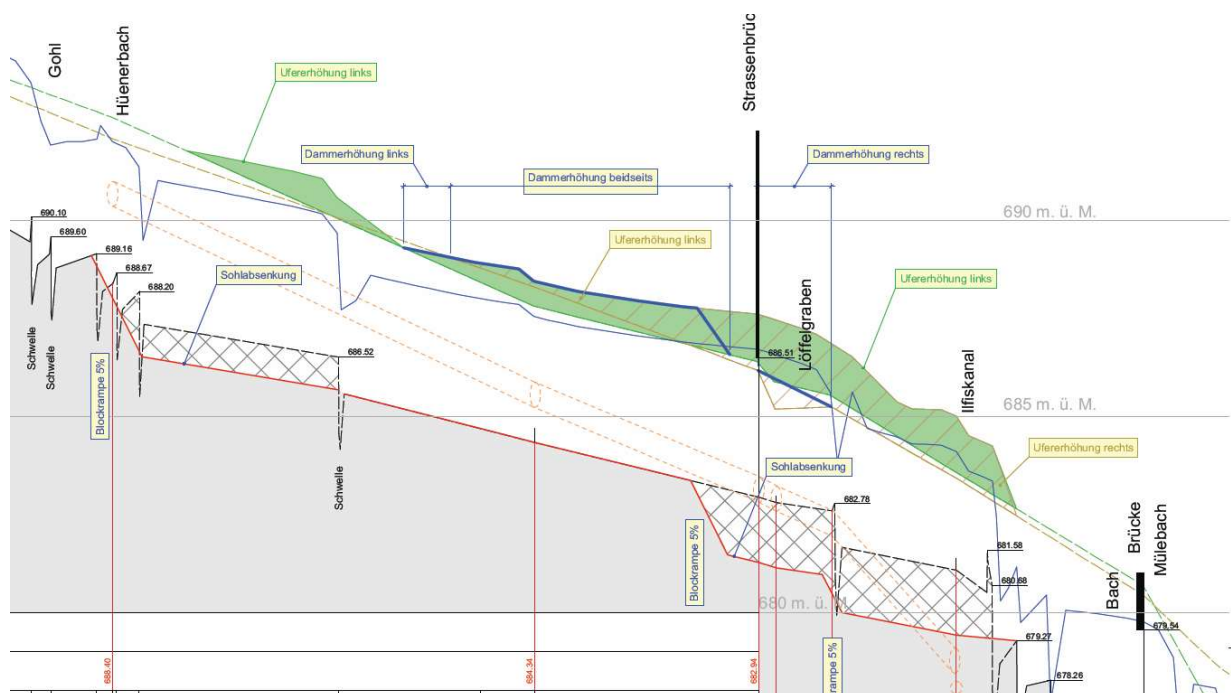


Abb. 1: Längsprofil Variante Sohlabsenkung. Die Sohlabsenkungen sind schraffiert.

Beurteilung

Den Hochwasserschutz allein durch Sohlabsenkungen sicherzustellen, bedingt bauliche Massnahmen an der Inselisperre. Von dort aus zweigt der Gewerbekanal ab, welcher mehrere Kraftwerksnutzungen speist. Vor diesem Hintergrund wurde in Absprache mit der Gemeinde Langnau beschlossen, mindestens im Bereich der Inselisperre auf eine Sohlabsenkung zu verzichten. Die Variante als Ganzes ist ausserdem deutlich aufwendiger als die Variante Ufererhöhung.

3 Grobkostenschätzungen der Varianten

Bei den Kostenschätzungen im Rahmen des Variantenstudiums handelt es sich um die Gesamtkosten pro Variante mit einer Genauigkeit von +/- 30 %. Nicht enthalten in der Kostenschätzung sind allfällige Massnahmen an den Seitenbächen, Planungsleistungen, Landerwerbskosten und Inkonvenienzen sowie allfällige von Bund und/oder Kanton getragene Subventionen. Die Aufweitung zwischen Flueacherbrücke und Mündung Hüenerbach muss ebenfalls bei beiden Varianten addiert werden.

	Kosten Sohlabsenkung (CHF)	Kosten Ufererhöhung (CHF)
Flussbau, HWS	4'600'000	700'000
Anpassungen Wehr ¹	+ 4'500'000	+ 0
Massnahmen Holzbrücke ²	+ 0	+ 1'000'000
Aufweitung	+ 1'900'000	+ 1'900'000
Total	<u>= 11'000'000</u>	<u>3'600'000</u>
Enthaltene Aufwände	Rodung Abbruch Schwellen Sohlabsenkung Ufersicherungen Bau Blockrampen Anpassung Wehranlage Installation, Regie; Wasserhaltung, Unvorhergesehenes, MwSt.	Rodung Ufererhöhungen Staukragen/Verschalung Brücke Installation, Regie, Wasserhaltung, Unvorhergesehenes, MwSt.

4 Variantenentscheid Vorprojekt

In Absprache mit der Gemeinde Langnau und den Kantonsvertretern wurde entschieden, dass eine Kombination der beiden Varianten Ufererhöhung und Sohlabsenkung für die Lösung der Hochwasserschutzdefizite weiterverfolgt werden soll. Um einen ökologischen Mehrwert erzielen zu können, wird die

¹ Grob abgeschätzte Pauschale. Benötigt in der weiteren Planung entsprechende Fachleute. Bei der Holzbrücke sind für die Kostenschätzung ein Staukragen und eine Brückenverschalung vorgesehen. Die Kosten der Variante Brückenanhebung liegen voraussichtlich rund bei der Hälfte.

Aufweitung Flühacker im obersten Bereich des Objekts Langnau Ost ebenfalls beibehalten. Einerseits spielen die Kosten beim Variantenentscheid eine wichtige Rolle, andererseits sind weitere Rahmenbedingungen ausschlaggebend. So wurde auf eine Anpassung der Inselisperre zu Gunsten einer Ufererhöhung verzichtet. Um die Massnahmen an der Badbrücke so gering wie möglich zu halten, wird die Sohle in diesem Abschnitt soweit abgesenkt, wie es die bestehende Inselisperre ohne bauliche Anpassungen zulässt. In Kombination mit einer Ufererhöhung wird so die notwendige Kapazität erreicht. Die beschriebene Bestvariante wird bis auf Stufe Vorprojekt ausgearbeitet.

Hochwasserschutz und Revitalisierung Ifis Langnau West

Aktennotiz:

Besprechung Variantenstudium HWS Ifis Langnau Ost vom 22. Dezember 2017,
Bauverwaltung Langnau

Teilnehmer:	Olivier Hartmann (OH) Maya Büttikofer (MB) Walter Sutter (WS) Beat Gerber (BG) René Wyss (RW) Michael Auchli (MA) Marco Serraino (MS)	Fischereiinspektorat Kt. Bern Tiefbauamt Kt. Bern, OIK IV Gemeinderat Langnau Gemeinderat Langnau Bauverwaltung Langnau Hunziker, Zarn & Partner (HZP) Hunziker, Zarn & Partner (HZP)
Entschuldigt:	Oliver Mischler (OM)	Bauverwaltung Langnau
Verteiler:	alle Teilnehmer Adrian Schertenleib	Bundesamt für Umwelt

Traktanden:

1. Begrüssung und Zielsetzung
2. Übersicht Gefahrenkarte Ifis Langnau Ost
3. Vorstellung der Varianten
4. Diskussion der Varianten
5. Variantenentscheid
6. Weiteres Vorgehen
7. Verschiedenes

1. Begrüssung und Zielsetzung

Walter Sutter begrüsst alle Anwesenden. Das Ziel der Besprechung ist, die untersuchten Varianten für das Objekt Langnau Ost und den entsprechenden Bewertungsvorschlag vorzustellen. Anschliessend sollen die Varianten und die Bewertung diskutiert und allfällige Einwände oder Ergänzungen zusammengetragen werden. Nach Möglichkeit ist ein Variantenentscheid anzustreben. Die vorgeschlagene Traktandenliste wird übernommen.

2. Übersicht Gefahrenkarte Ilfis Langnau Ost

- Wesentliche Wasseraustritte bereits bei häufigen Ereignissen HQ30 (Ereignis, welches im Mittel alle 30 Jahre auftritt). Am linken Ufer liegen die Schwachstellen im Gebiet Moos und beim Bad. Rechtsseitig beim Bad und oberhalb der Inselisperre. Es kommt zu grossflächigen Überflutungen des Siedlungsgebiets Langnau mit schwacher (Wassertiefe bzw. Wassertiefe * Fliessgeschwindigkeit kleiner 0.5 m über Terrain) und mittlerer (0.5 – 2.0 m über Terrain) Intensität.
- Gegenüber HQ30 kommen bei seltenen und sehr seltenen Ereignissen (HQ100, HQ300) keine wesentlichen Schwachstellen hinzu. Die Überflutungsflächen und insbesondere die Flächen mit mittlerer Intensität werden jedoch grösser.
- Aufgrund der grossen Eintretenswahrscheinlichkeit und der mittleren Intensitäten zeigt die Gefahrenkarte Wasser für den Grossteil der betroffenen Gebiete eine mittlere Gefährdung (blaue Flächen; Pflicht zur Massnahmengreifung für Bauherren). An den Rändern der Überflutungsflächen ist eine geringe Gefährdung (gelb) ausgewiesen. Hohe Gefährdung (rot) tritt ausserhalb des Gerinnes nur sehr lokal in Unterführungen oder auf Strassen in Langnau auf.

3. Vorstellung der Varianten

- Die detaillierten Resultate sind in der angehängten Präsentation einsehbar und werden in der Aktennotiz nicht näher beschrieben.
- Der Untersuchungsperimeter und die Varianten entsprechen denjenigen aus dem Konzept Ilfis.
- Im Gegensatz zu Langnau West wurde das Objekt Langnau Ost nicht in Abschnitte unterteilt. Über den gesamten Objektperimeter ist eine hinsichtlich Ökologie, Hochwasserschutz, Landverbrauch und Kosten ausgeglichene Lösung zu finden.
- Die Varianten umfassen die Massnahmentypen
 - o Sohlenabsenkung
 - o Ufererhöhung
 - o Aufweitung, Gerinneverbreiterung (ausschliesslich als ökologische Kompensationsmassnahme)
 - o Massnahmen an Brücken
- Die vorgeschlagenen Varianten umfassen jeweils die Massnahmentypen Sohlenabsenkung und Ufererhöhung (inkl. Aufweitung oberhalb der Gohl) sowie eine Kombination aus Sohlenabsenkung und Ufererhöhung (inkl. zusätzlichen Massnahmen an der Badbrücke).
- Das Bemessungskonzept wurde aus dem Konzept Ilfis übernommen. Für das Objekt Langnau Ost gilt aufgrund der betroffenen Siedlungsgebiete HQ100 + Freibord (0.9 m beim Gerinne, 1.3 m bei den Brücken) als Dimensionierungsszenario. Dies gilt auch für die Schwachstellen ausserhalb des Siedlungsgebiets, da diese Überflutungen der Siedlungsgebiete zur Folge haben.

4. Diskussion der Varianten

Im vorliegenden Protokoll sind sämtliche vorgebrachten Argumente und die Variantenentscheide aufgeführt.

Schwelle, Wasserentnahme Inselisperre

- RW: Massnahmen an der obersten Schwelle der Inselisperre würden zu Lasten der Konzessionäre gehen.
Momentan läuft ein Rechtsstreit zwischen den Konzessionären und der Bewilligungsbehörde für die Verlängerung der Konzession.
- OH: Die installierte Leistung, welche von den Wasserentnahmen bei der Inselisperre abhängt, liegt in der Grössenordnung von 300 – 350 kW. Die Konzessionäre sind zum heutigen Zeitpunkt an einer Weiterführung der Konzession interessiert. Ersatzzahlungen für die Stromproduktion wären voraussichtlich kostenintensiv.
- Sämtliche Anwesenden sind sich einig, dass im Rahmen von Hochwasserschutzmassnahmen bei der Inselisperre auf grössere bauliche Massnahmen verzichtet werden soll.

Badbrücke

- RW: Bei vergangenen Hochwasserereignissen wurde bereits der Anprall von Schwemmholz an der Brücke beobachtet.
In nächster Zeit ist geplant, das Dach der Brücke zu erneuern.
- RW: Zwischen der Brücke und der nächsten unterwasserseitigen Schwelle wird die Ilfis durch eine Wasserleitung unterquert (1943). Im betonierte Leitungsblock (b x h = 100 x 80 cm) verlaufen die Wasserleitung (Durchmesser 250 mm) sowie ein Hüllrohr (Durchmesser 100 mm). Die Oberkante des Betonblocks liegt minimal ca. 1 m unter der heutigen Ilfis-Sohle. RW liefert die Plangrundlagen an HZP.
- RW: Da die Brücke nur für nichtmotorisierten Verkehr zugänglich ist, wäre eine fixe Anhebung denkbar. Die Anpassungen an den Zugängen wären verhältnismässig gering.
MB: Bei einer Hubbrücke wäre zu beachten, dass die Anhebung für die Gefahrenkarte nach Massnahmen möglicherweise nicht berücksichtigt werden darf.

Fischgängigkeit:

- OH: Die Hochwasserschutzmassnahmen sind allenfalls mit Massnahmen für die Verbesserung der Fischgängigkeit der Inselisperre zu koordinieren.
MA: Rein technisch können die Massnahmen unabhängig voneinander geplant werden, da abgesehen von der Ausführung voraussichtlich keine Abhängigkeiten bestehen.
Massnahmen an der Inselisperre werden im Vorprojekt Langnau Ost nicht berücksichtigt. Für die bestehenden Wanderhindernisse im

erledigt

Projektperimeter beinhaltet das Vorprojekt allerdings Sanierungsmassnahmen.

- OH: Bezüglich der Fischgängigkeit ist der Abschnitt «Langnau Mitte» kritisch. Aufgrund der verhältnismässig geringen Hochwasserschutz-Defizite wird dieser Abschnitt allerdings nicht prioritär bearbeitet. Aus Sicht Fischerei wäre eine übergeordnete Betrachtung und eine Zustandsaufnahme für Langnau Mitte wünschenswert. Evtl. löst der RenF einen separaten Auftrag aus.
RW: Linksseitig ist im Abschnitt Mitte das Ufer teilweise beschädigt. Auf der rechten Seite bestehen keine wesentlichen Schäden am Gerinne.

Allgemein:

- MB: Die Subventionen von Seite Kanton und Bund betragen mind. 60 %. Mit der Erfüllung von zusätzlichen Anforderungen können weitere Prozentpunkte, maximal rund 80 %, erreicht werden.
[In einer E-Mail vom 10.01.2018 an die Sitzungsteilnehmer erläutert MB die Subventionierungsmöglichkeiten detailliert.](#)
OH: Sofern die geplanten ökologischen Aufwertungsmassnahmen einen Mehrwert zum IST-Zustand darstellen, ist eine Subventionierung von Seite RenF möglich. Nebst bspw. Gerinneaufweitungen und Ufer-revitalisierungen können auch «in-stream-Massnahmen» (Strukturierungen des Gerinnes, bspw. mit Mikrobuhnen oder Totholz) als ökologische Aufwertung subventioniert werden.
- MA: Ist in der weiteren Planung, nach dem Vorprojekt, eine ökologische Bilanzierung der Massnahmen vorzusehen?
OH: Eine Bilanzierung ist nicht zwingend notwendig. Stattdessen sind die baulich und bzgl. Aufwand maximal realisierbaren Aufwertungs-massnahmen anzustreben.
- Da die Massnahmen im Objekt Langnau Ost häufig im Nahbereich der Bahnanlagen liegen, sind diese in den Plänen explizit einzuzeichnen.

5. Variantenentscheid

Für das Objekt Langnau Ost ist ein hinsichtlich Ökologie, Landverbrauch, Kosten und Hochwasserschutz ausgeglichenes Projekt anzustreben. Die vorgestellte Aufweitung oberhalb der Gohl-Mündung ist daher bei jeder Variante miteinzubeziehen. Form und Umfang der Aufweitung und der Revitalisierungsmassnahmen sind in der weiteren Planung zu definieren.

Für die Längsvernetzung der Ilfis sind die wichtigsten Wanderhindernisse im Projektperimeter zu sanieren.

Bei den Hochwasserschutzmassnahmen wird die vorgeschlagene Kombinationsvariante von allen Anwesenden als Bestvariante beurteilt:

- Grundsätzlich Variante Ufererhöhung
- Sohlenabsenkung im Bereich der Badbrücke

- Staukragen oder fixe Anhebung der Badbrücke Die vorgesehenen Massnahmen sind in der weiteren Projektierung noch zu dimensionieren. Grundlage dafür ist eine detaillierte Projekthydraulik.	
6. Weiteres Vorgehen 1. Festhalten des Variantenentscheids Langnau Ost im vorliegenden Protokoll. 2. Ausarbeitung Vorprojekt Objekt Langnau Ost. 3. Erstellung Leistungsverzeichnis für die Projektierungsarbeiten Langnau Ost. 4. Vorprojekt und Leistungsverzeichnis Objekt Langnau West.	HZP, sofort HZP, bis Frühling 2018
7. Verschiedenes -	

9. Januar 2018 / [19.02.2018](#)

Michael Auchli, Marco Serraino - Hunziker, Zarn & Partner

Hochwasserschutz Ilfis Objekt 3 – Langnau Ost

Variantenstudium



Ziele der Sitzung

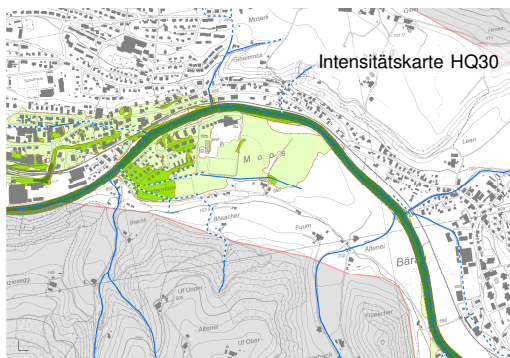
- Vorstellen der Varianten und des Bewertungsvorschlags
- Zusammentragen von Einwänden zu den Varianten oder zur Bewertung
- Diskussion der Varianten, nach Möglichkeit Variantenentscheid und/ oder Definition weiteres Vorgehen

Inhalt

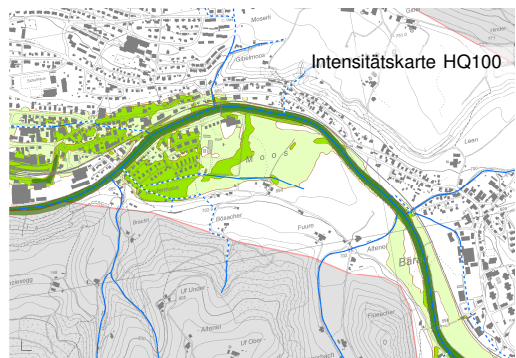
- Gefahrenkarte Ilfis Langnau Ost
- Vorstellung der Varianten
 - Bemerkungen
 - Situationen
 - Querprofile / Längenprofile
 - Kostenschätzung
 - Bewertungsvorschlag
- Diskussion
 - Randbedingungen, die nicht berücksichtigt wurden?
 - Aspekte in der Bewertung, die nicht berücksichtigt wurden?
 - Gewichtung der Bewertung?
 - «Vetos» zu einzelnen Varianten oder Kombinationen davon?
- Variantenentscheid, weiteres Vorgehen

Gefahrenkarte Ilfis Langnau Ost

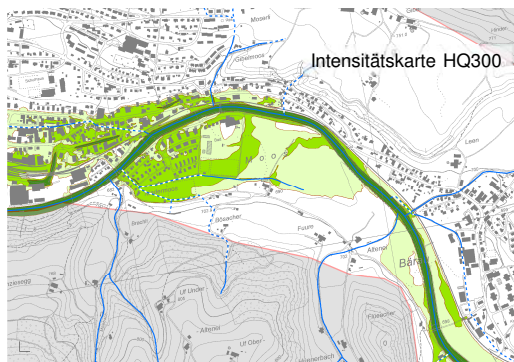
Gefahrenkarte



Gefahrenkarte



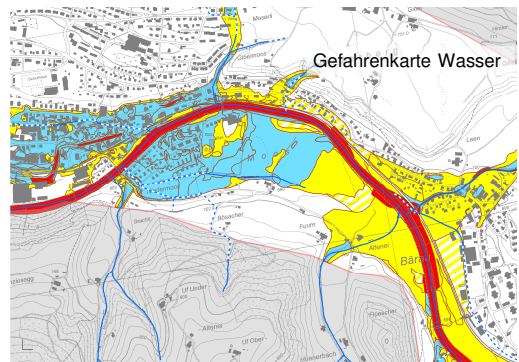
Gefahrenkarte



7

Hunziker, Zarn & Partner
Ingenieurbüro für Raum und Umwelt

Gefahrenkarte



8

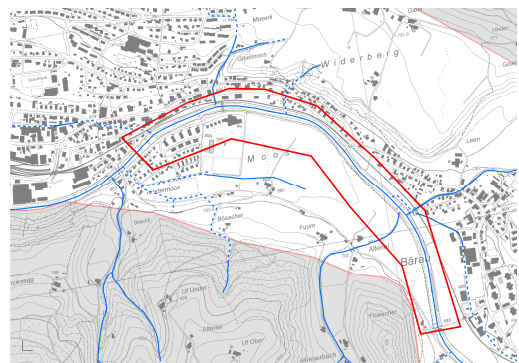
Hunziker, Zarn & Partner
Ingenieurbüro für Raum und Umwelt

Vorstellung der Varianten

9

Hunziker, Zarn & Partner
Ingenieurbüro für Raum und Umwelt

Übersicht untersuchter Abschnitt



10

Hunziker, Zarn & Partner
Ingenieurbüro für Raum und Umwelt

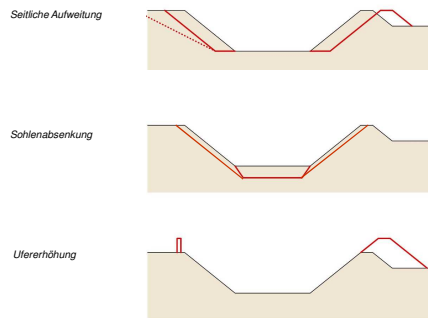
Bemerkungen zu den Varianten

- Varianten stammen aus dem «Konzept Hochwasserschutz und Revitalisierung Ilfis»
- Massnahmen sind vordimensioniert anhand vereinfachter Berechnungen
- Bestehende Randbedingungen wurden soweit wie möglich berücksichtigt
- Grobkostenschätzung: $\pm 30\%$
- Bewertung: Vorschlag HZP

11

Hunziker, Zarn & Partner
Ingenieurbüro für Raum und Umwelt

mögliche Massnahmen



12

Hunziker, Zarn & Partner
Ingenieurbüro für Raum und Umwelt

Bemessungskonzept

- Geschlossene Siedlungen, Gewerbe:
 - Schutzziel: **HQ100**
 - Freibord (Gerinne) 0.9 m
 - Freibord (Brücken) 1.3 m
 - (1.3 – 1.5 x HQ100 Gerinne bordvoll)
- Bewohnte Einzelgebäude
 - **HQ50** mit 0.6 m Freibord
- Landwirtschaftszone
 - **HQ10** mit 0.1 m Freibord

13

Hunziker, Zarn & Partner
Architekten AG, Plan- und Baubüro

Bewertungsvorschlag

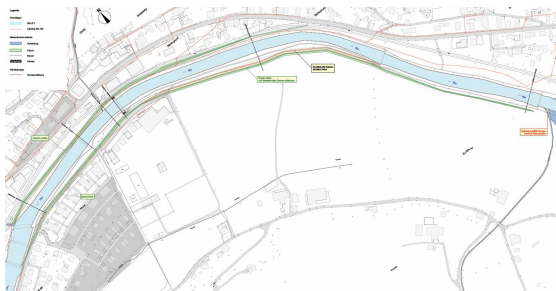
- Sämtliche tangierten Kategorien
- Je nach Erreichung 0 / 50 / 100 % der Punkte
- Alle Kategorien einheitlich gewichtet

Kategorie	Kriterium	Punkte
Durchführbarkeit	Gesamtliche Rahmenbedingungen	3
	Umsetzbarkeit / Planungssicherheit	3
	Verarbeitbarkeit / Planungsicherheit	3
Hochwassergefährdung	Erreichung Projektziele Hochwasserschutz und generelle Risikoreduktion	5
	Verhalten im Überfall	5
	Unterhaltsaufwand	5
	Ökologische Aufwertungsmöglichkeit	5
Natur und Landschaft	Bedarf an Landschaftsqualität	5
	Länge / Querschnittsmessung	5
	Landschafts- und Ortsbild	5
	Altkanal in der Bevölkerung	5
	Städteentwicklung	5
Soziale Aspekte	Wahrnehmung	5
	Realisierbare Massnahmen	5
Kosten	Länderspezifisch	5
	Erwartete Subventionen	5

14

Hunziker, Zarn & Partner
Architekten AG, Plan- und Baubüro

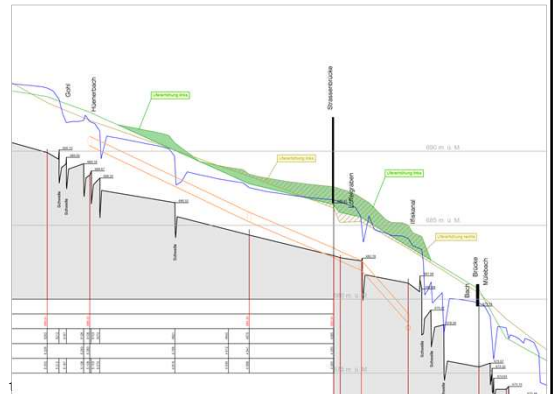
Variante Ufererhöhung – Situation (Ausschnitt)



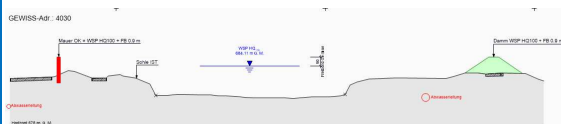
15

Hunziker, Zarn & Partner
Architekten AG, Plan- und Baubüro

Variante Ufererhöhung – Längsenprofil



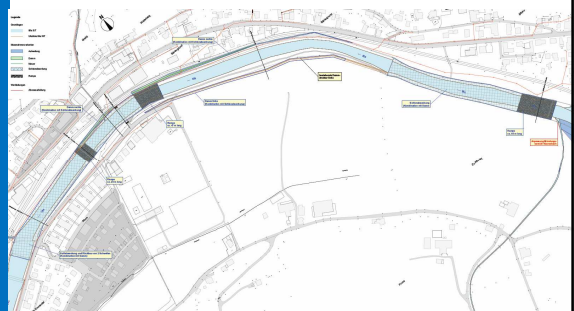
Variante Ufererhöhung – Querprofile



17

Hunziker, Zarn & Partner
Architekten AG, Plan- und Baubüro

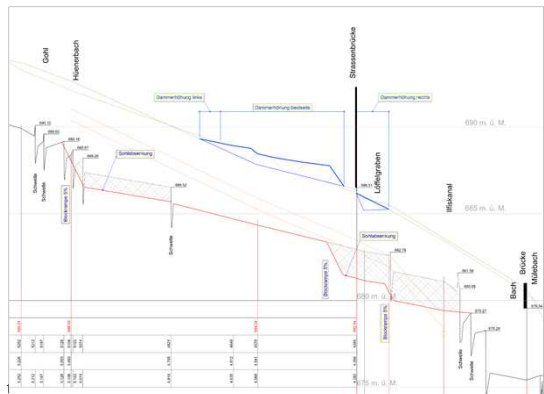
Variante Sohlabsenkung – Situation



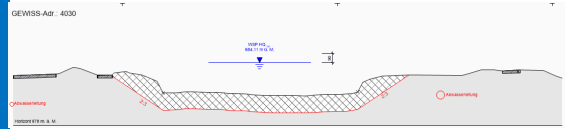
18

Hunziker, Zarn & Partner
Architekten AG, Plan- und Baubüro

Variante Sohlabsenkung – Längensprofil



Variante Sohlabsenkung – Querprofile



20

Hunziker, Zarn & Partner
Architekten AG, Partner des Kantons

Variante Sohlabsenkung – Gewerbekanal



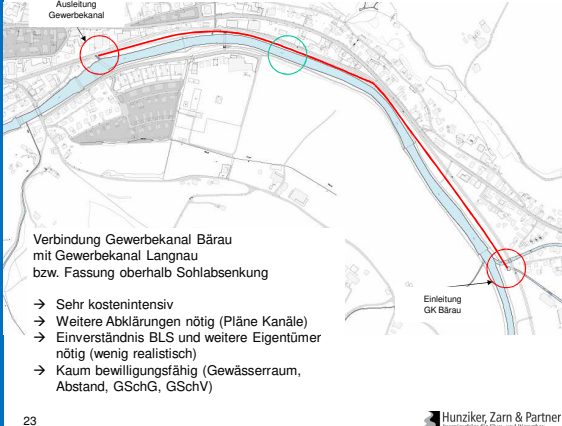
21

Hunziker, Zarn & Partner
Architekten AG, Partner des Kantons

Variante Sohlabsenkung – Gewerbekanal



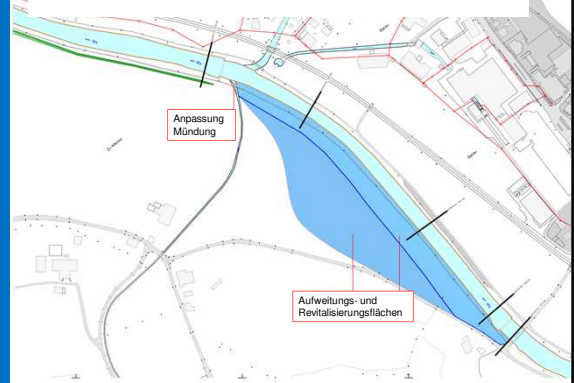
22

Hunziker, Zarn & Partner
Architekten AG, Partner des Kantons

23

Hunziker, Zarn & Partner
Architekten AG, Partner des Kantons

Kompensationsmassnahme Aufweitung – Situation

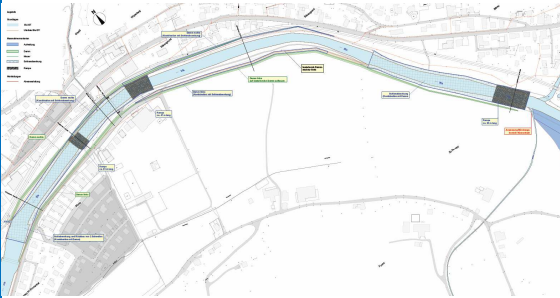




- Bei allen Massnahmen sind entweder an der Holzbrücke oder am Wehr/Kanal Anpassungen nötig.
- Variante Ufererhöhung ist deutlich kostengünstiger, weist bei der Badbrücke jedoch ein Defizit bzgl. HWS auf.
Ein Kompromiss ist sinnvoll.
- Denkmalschutz Badbrücke...?
- Für die Bewilligungsfähigkeit des Projekts sind ökologische Ausgleichmassnahmen notwendig (z.B. Aufweitung)



Zusammenfassung



31

Diskussion

32

Fragen / Diskussion

- Randbedingungen, die nicht berücksichtigt wurden?
- Aspekte in der Bewertung, die nicht berücksichtigt wurden?
- Gewichtung der Bewertung?
- «Vetos» zu einzelnen Varianten oder Kombinationen davon?

33

Besten Dank für Ihre Mitarbeit!

34

ANHANG B - VARIANTENSTUDIUM ILFIS LANGNAU MITTE

Anhang B1 - Aktennotiz Besprechung 26.11.2018

Anhang B2 - Aktennotiz Besprechung 12.12.2018

Hochwasserschutz und Revitalisierung Ilfis

Abschnitt Langnau Mitte

Aktennotiz:

Besprechung Vorgehen Inselisperre und Langnau Mitte

26. November 2018,

Bauverwaltung Langnau

Teilnehmer:	Maya Bütikofer (MB) Beat Gerber (BG) Olivier Hartmann (OH) Klaus Niederhauser (KH) Adrian Schertenleib (AS) René Wyss (RW) Xaver Zürcher (XZ) Marco Serraino Michael Auchli (MA)	Tiefbauamt Kt. Bern, OIK IV Gemeinderat Langnau Fischereiinspektorat Kt. Bern Anwohner Inselisperre Bundesamt für Umwelt BAFU Bauverwaltung Langnau Gesellschaft KW-Besitzer Ilfiskanal Hunziker, Zarn & Partner (HZP) Hunziker, Zarn & Partner (HZP)
Entschuldigt:	Fritz Gerber (FG) Thomas Maurer (TM) Michael Reist (MR)	Gesellschaft KW-Besitzer Ilfiskanal Fischereiaufsicht Kt. Bern Amt für Wasser und Abfall Kt. Bern
Verteiler:	alle Teilnehmer und Entschuldigte	

Ziele der Sitzung

- Vorstellung und Diskussion Vorschlag Bestvariante Hochwasserschutz und Längsvernetzung Langnau Mitte

Traktanden:

1. Begrüssung
2. Rückblick
3. Machbarkeitsuntersuchung Langnau Mitte
4. Vorstellung Bestvariante
5. Diskussion, weiteres Vorgehen

1. Begrüssung und Vorstellungsrunde

Beat Gerber begrüsst die Anwesenden.

2. Rückblick

MA gibt einen Überblick über die bisherigen und laufenden Projektierungsarbeiten an der Ilfis in Langnau:

- Langnau West: Bestvariante definiert, Ausarbeitung Vorprojekt
-

beauftragt.

- Langnau Ost: Bestvariante definiert, Vorprojekt im Entwurf, Rückmeldungen aus dem Projektteam vorliegend.
- Langnau Mitte: Machbarkeitsstudie Längsvernetzung erfolgt, Vorschlag Bestvariante inkl. Hochwasserschutzmassnahmen zur Diskussion.
- Für die beiden Abschnitte Ost und Mitte wird ein gemeinsames Vorprojekt erstellt.

3. Machbarkeitsuntersuchung Langnau Mitte

In der Machbarkeitsuntersuchung Langnau Mitte wurden Varianten definiert, mit denen die Längsvernetzung und der Hochwasserschutz für das Objekt Langnau Mitte gewährleistet werden kann.

- Variante 1: Sanierung der Hindernisse mit Blockriegeln (Absturz pro Riegel max. ca. 40 cm, Abstand zwischen den Riegeln 20 – 30 m.
- Variante 2: Sanierung der Hindernisse mit Blockrampen (Längsgefälle rund 5 %, geschlossene, strukturierte Rampensohle mit Niederwasserrinne).
- Moosbrücke: Voraussichtlich Neubau der Brücke, Kontakt mit Brückenplaner (Kissling+Zbinden AG) bereits erfolgt (Beschluss gem. Projektteamsitzung vom 15.05.2018).
- Inselisperre: Aufgrund der Abflussaufteilung wird ein Fischpass am rechten Ufer prioritär weiterverfolgt (Beschluss gem. Projektteamsitzung vom 15.05.2018).

4. Vorschlag Bestvariante

- Längsvernetzung
 - o Kombination aus Blockrampen (geschlossen, strukturiert) und Abfolgen aus Blockriegeln (gem. Vorgaben Projektteamsitzung vom 15.05.2018). Grundsätzlich werden dort, wo die Gefällsverhältnisse es zulassen Blockriegel eingesetzt.
 - o Bei drei Abschnitten mit hohen Abstürzen (uh. Moosbrücke, uh. Ilfisstadion und beim Ilfisgraben) werden Blockrampen vorgeschlagen, da Riegelabfolgen (rund 1 % Bruttogefälle) dort sehr lange Bauwerke und Anhebungen des Wasserspiegels zur Folge haben (durchgehende Sohlabsenkungen wurden aufgrund der massiven Kosten ausgeschlossen).
 - o Bei den übrigen bestehenden Abstürzen werden Blockriegel vorgeschlagen.
- Hochwasserschutz
 - o Die Möglichkeiten bzgl. Verbreiterung des Gerinnes sind beschränkt auf lokale Aufweitungen. Daher muss das Gerinne mittels Sohlenabsenkung oder Ufererhöhung vergrössert werden.
 - o Synergien zwischen den Längsvernetzungsmassnahmen und einer

lokalen Sohlabsenkung, wurden berücksichtigt. Diese Kombinationen sind jedoch in der weiteren Planung bzgl. Kostenwirksamkeit zu optimieren.

- Auf einem Grossteil der untersuchten Strecke ergeben sich keine Synergien resp. wären Sohlenabsenkungen aufwändig und teuer, da die Ufer unterfangen oder neu erstellt werden müssten. Es werden deshalb Ufererhöhungen vorgeschlagen. Diese sind aufgrund der beschränkten Platzverhältnisse meist als Mauern auszuführen.
- Moosbrücke: Eine Anhebung der Brücke auf die vollständige Höhe (WSp.HQ₁₀₀ + 1.3 m Freibord) ist gemäss Brückenplaner technisch nicht realisierbar. Es wird eine möglichst grosse Anhebung der Brückenunterkante angestrebt, der Brückenträger hydraulisch optimiert und für einen Druckabfluss dimensioniert, um die erforderliche Hochwassersicherheit erreichen zu können.

5. Diskussion

- Ilfisgraben: Dort sind ab 2020 bauliche Massnahmen geplant. Eine Anbindung (Fischwanderung) an die Ilfis ist nicht vorgesehen. Der Ilfisgraben fällt daher für eine allfällige Sohlabsenkung an der Ilfis als Randbedingung weg.
- Moosbrücke:
 - Die Sanierung resp. voraussichtlich der Neubau des Brückenträgers ist 2021 – 2022 geplant.
 - AS: Bei einem Druckabfluss entsteht eine Kolkwirkung unter der Brücke. Die best. Abwasserleitung ist allenfalls entsprechend zu sichern.
 - MB: Ist bei einem Druckabfluss mit einem Rückstau zu rechnen und wurde dieser Berücksichtigt?
HZZP: Mit diesem Effekt ist zu rechnen, ist allerdings noch nicht berücksichtigt. Der Einfluss kann erst abgeschätzt werden, wenn das Lichtraumprofil und die Brückengeometrie bekannt sind.
- XZ: Wäre bei der Moosbrücke nicht eine Sohlabsenkung (mit gedückter Abwasserleitung) sinnvoller aufgrund des Strassenprofils? Gem. Brückenplaner lässt sich ein grosser Teil der angestrebten Anhebung durch ein obenliegendes Tragwerk (heute untenliegend) erreichen. Das Strassenprofil wird nicht wesentlich beeinflusst.
- Von Seite FI gibt es verschiedene Vorbehalte gegen die vorgeschlagenen Massnahmen:
 - Mehr Blockriegel anstelle von Blockrampen wären wünschenswert. Dies soll an einer gemeinsamen Begehung besprochen werden.
 - Die Blockriegel sollen nach Möglichkeit weiter voneinander entfernt liegen (30-50 m).
 - Die Blockrampen, welche stellenweise unumgänglich sind, sind möglichst steil (5 %) auszuführen, um die verbaute Fläche zu minimieren.

- Aufweitungen am linken Ufer sind zu berücksichtigen, auch für den Hochwasserschutz.
(HZP: Eine hydraulische Wirkung ergibt sich erst ab einer gewissen Länge, was in diesem Fall unwahrscheinlich und daher nicht berücksichtigt ist. Aufweitungen als ökologische Massnahmen bleiben aber weiterhin berücksichtigt. Eine allfällige hydraulische Wirkung ist zu gegebenem Zeitpunkt zu prüfen.)
- AS: Die Zustände der bestehenden Bauwerke sind im Variantenentscheid zu berücksichtigen.
- BG: Die vorgeschlagenen Massnahmen zur Längsvernetzung erscheinen problematisch bzgl. Niederwasser (Wassertiefen, Temperatur).
OH: Aus diesem Grund sind Blockriegel mit Kolklöchern zu bevorzugen.
MA: Mit strukturierten Blockrampen können durchgehend Becken mit Fliesstiefen von 0.5 bis 1 m, auch bei Niederwasser, realisiert werden.

6. Weiteres Vorgehen

- Um vor Ausarbeitung eines Vorprojekts eine Variante definieren zu können, die den verschiedenen Ansprüchen genügt, wird eine gemeinsame Begehung des Abschnitts gemacht.
Termin: **12. Dezember 2018, 13.00 Uhr, Werkhof Langnau**
Teilnehmer: M. Bütikofer, B. Gerber, O. Hartmann, T. Maurer, R. Wyss, X. Zürcher, A. Schertenleib (evtl.)

27. November 2018

Michael Auchli, Marco Serraino - Hunziker, Zarn & Partner

Hochwasserschutz und Revitalisierung Ilfis

Abschnitt Langnau Mitte

Aktennotiz:

Begehung Abschnitt Langnau Mitte und Besprechung Varianten Längsvernetzung

12. Dezember 2018, [Nachträge vom 11. Februar 2019](#)

Bauverwaltung Langnau

Teilnehmer:	Maya Bütikofer (MB) Beat Gerber (BG) Olivier Hartmann (OH) Thomas Maurer (TM) René Wyss (RW) Xaver Zürcher (XZ) Michael Auchli (MA)	Tiefbauamt Kt. Bern, OIK IV Gemeinderat Langnau Fischereiinspektorat Kt. Bern Fischereiaufsicht Kt. Bern Bauverwaltung Langnau Gesellschaft KW-Besitzer Ilfiskanal Hunziker, Zarn & Partner (HZP)
Entschuldigt:	Fritz Gerber (FG) Michael Reist (MR) Adrian Schertenleib (AS)	Gesellschaft KW-Besitzer Ilfiskanal Amt für Wasser und Abfall Kt. Bern Bundesamt für Umwelt BAFU
Verteiler:	alle Teilnehmer und Entschuldigte	

Ziele der Sitzung

- Begehung des Abschnitts
 - Besprechung Varianten Längsvernetzung
-

Beschlüsse

- Randbedingungen Moosbrücke
 - o Querung Kanalisationsleitung unterhalb Moosbrücke:
Ist die Leitung als harte Randbedingung zu betrachten?
Kosten einer Leitungsverlegung?
[Eine Verlegung der Leitung ist technisch realisierbar.](#)
Grobkostenschätzungen:
[Leitungsverlegung flussaufwärts: Fr. 250'000.-](#)
[Düker \(mit Pumpwerk\) Fr. 100'000.- \(zzgl. Betriebskosten\)](#)
Machbarkeit und Kosten einer Montage der Leitung am Brückenträger?
[Höhendifferenz \(Rohrsohle – Brücken-UK\): - 2.9 m](#)
[Voraussichtlich realisierbar mittels Hebeanlage.](#)
[Grobkostenschätzung: Fr. 150'000.- \(zzgl. Betriebskosten\)](#)

HZP

- Sohlabsenkung im Bereich der Brückenwiderlager:
Wie tief sind die bestehenden Widerlager fundiert (K+Z)?
Was ist im Brückenprojekt momentan bzgl. Widerlager/
Foundation vorgesehen?
Die bestehenden Widerlager sind rund 1.1 m unter der
Ilfissohle fundiert. Für eine Sohlabsenkung von mehreren dm
würden Unterfangungen der Widerlager notwendig.
Vorgesehene Bestvariante (K+Z): Neubau der Brücke mit
obenliegendem Tragwerk, geringe Anhebung,
Dimensionierung auf Druckabfluss.
Aufgrund der Kolkwirkung bei Druckabfluss ist ein Neubau der
Widerlager vorgesehen. Mit Unterfangungen oder Block-
vorlagen könnten voraussichtlich die bestehenden Widerlager
verwendet werden.
- Sollten die Randbedingungen mit verhältnismässigem
Aufwand zu beheben sein, wäre eine LV-Lösung mit
Blockriegeln und einer Sohlabsenkung unter der Brücke
anzustreben. Andernfalls wird eine Kombination Blockrampe/
Blockriegel weiterverfolgt.

- Brücke Bernstrasse

- Ist die Fundation der Br. Bernstrasse eine fixe Randbedingung?
Tragwerk Brücke Bernstrasse: Dreigelenkbogen
Die Bogenfundamente liegen hinter den Ufermauern, ca. auf Höhe der Ilfissohle, und sind durch die Hinterfüllung teilweise eingespannt. Eine Änderung des heutigen Zustandes würde die Belastung der Brücke grundlegend verändern und wäre für die Stabilität kritisch (Einschätzung Martin Schneider, OIK IV, und HZP). Für eine Sohlabsenkung wären daher voraussichtlich flankierende Massnahmen zur Sicherung der Brücke notwendig. Ausserdem ist aufgrund der Unterlagen damit zu rechnen, dass eine Sohlabsenkung in den anstehenden Felsen reichen würde.
- M. Bütikofer sucht nach Plänen der bestehenden Brücke.
Erhalten am 28.01.2019 von Martin Schneider, OIK IV.
- Sollten die Randbedingungen mit verhältnismässigem Aufwand zu beheben sein, wäre eine LV-Lösung mit Blockriegeln und einer Sohlabsenkung unter der Brücke anzustreben. Andernfalls wird eine Kombination Blockrampe/Blockriegel weiterverfolgt.

- Zustand bestehender Querbauwerke im Abschnitt Ifis-Stadion bis Brücke Bernstrasse

- o R. Wyss sucht nach Unterlagen

Die Gemeinde verfügt über keine relevanten Planunterlagen zu den Querbauwerken.

R. Wyss

- Einmündung Rohre bei GEWISS km 2.3 (Eindolungen von Seitenbächen)

- o Besteht die Möglichkeit, die Rohre flussabwärts entlang der Ifis zu verlängern und damit diese Randbedingung aufzuheben? Kosten?

Eine Verlängerung der Rohre bis GEWISS km 2.1 wäre technisch möglich (Neubau 2 Rohre, NW 1400, auf 200 m Länge).

Grobkostenschätzung: Fr. 450'000.-

HZP

- Einmündung Oberer Frittenbach: Aus fischereilicher Sicht besteht kein Bedarf für eine Vernetzung zwischen Ifis und Ob. Frittenbach (fällt regelmässig trocken).

Fazit

Mit der am 12.12.2018 vorgeschlagenen Variante (Kombination Blockriegel mit zwei möglichst kurzen Blockrampen) werden die Anforderungen der Fischerei grösstenteils erfüllt. Mit der Aufhebung der diskutierten Randbedingungen könnte durchgehend eine Blockriegel-Lösung erstellt werden.

Die Aufhebung der Randbedingungen wurde untersucht. Der dazu notwendige Aufwand wird im Verhältnis zum möglichen Mehrwert als hoch eingeschätzt. Eine Alternative mit Blockriegeln und Anhebung der Sohle ist in Bereichen von notwendigen Ufererhöhungen aus Sicht Hochwasserschutz und Überlastfall zu vermeiden. Daher schlagen wir vor, an der vorgestellten Variante festzuhalten.

Weiteres Vorgehen

- HZP wird, sobald die entsprechenden Grundlagen vorliegen, die beschriebenen offenen Punkte klären. Rücksprachen mit dem Projektteam je nach Bedarf.
 - Definition der Bestvariante mit Vernehmlassung durch Projektteam.
 - Ausarbeitung Entwurf Vorprojekt, Vernehmlassung durch Projektteam.
-

12. Dezember 2018 / [11. Februar 2019](#)

Michael Auchli - Hunziker, Zarn & Partner

ANHANG C - ÜBERGEORDNETES VARIANTENSTUDIUM OST UND MITTE



Ilfis Langnau Ost und Mitte Variantenstudium

Zielsetzung

Ausgangslage

- Langnau Ost: Entwurf Vorprojekt Wasserbauplan vorliegend
- Langnau Mitte: Variantenentscheid Stufe Konzept vorliegend

Fragestellungen

- Soll ein Wasserbauplan über beide Abschnitte ausgearbeitet werden?
Sind die Perimeter aufzuteilen?
- Welche Massnahmen sind im Wasserbauplan aufzunehmen?
Prioritäten?
- Welche Kosten entstehen für die Gemeinde?

Übersicht Unterlagen

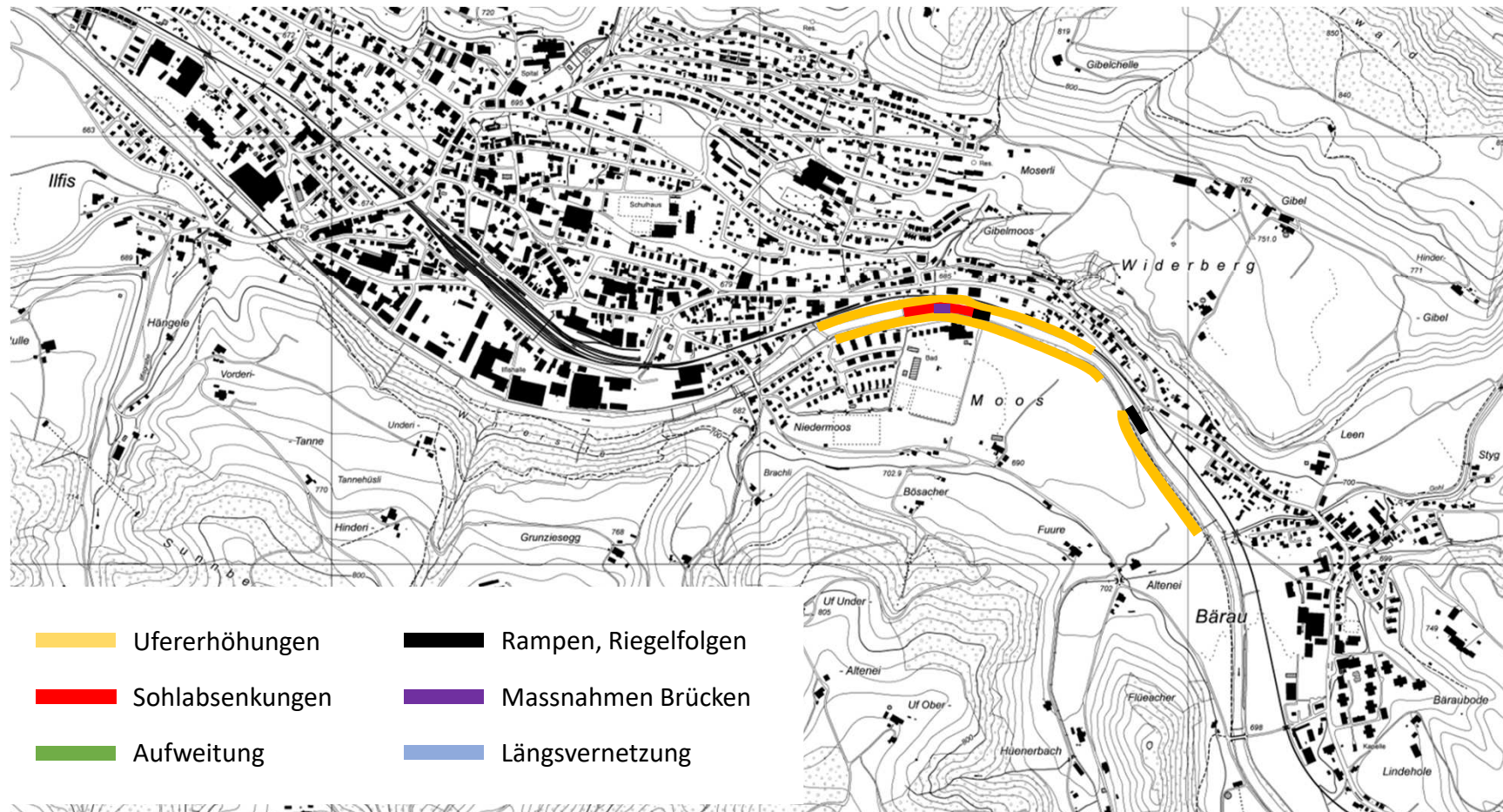
- Aufzeigen aller sinnvollen Varianten/ Kombinationen auf Stufe Konzept
- Aufzeigen der jeweiligen Vor- und Nachteile
- Kostenschätzungen inkl. möglicher Subventionsanteile

Übersicht Varianten

1. Minimalvariante
 - Hochwasserschutzmassnahmen Ost
 - exkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
 2. Minimalvariante mit Aufweitung
 - Hochwasserschutzmassnahmen Ost
 - inkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
 3. Reiner Hochwasserschutz
 - Variante 1 (HWS Ost)
 - Ufererhöhungen Langnau Mitte
 4. Hochwasserschutz plus Längsvernetzung
 - Variante 1 (HWS Ost)
 - Ufererhöhungen und Längsvernetzung/ Aufwertung Mitte
 - exkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
 5. Maximalvariante
 - Variante 4
 - inkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
- Option
- Absenkung Inselisperre, Entschädigung KW-Betreiber

1. Minimalvariante

- Hochwasserschutzmassnahmen Ost
- exkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
- Handlungsbedarf aus Sicht Hochwasserschutz vorhanden



1. Minimalvariante

Vorteile

- Grösste Schutzdefizite Langnau behoben
- Tiefe Kosten

Nachteile

- Kaum ökologischer Mehrwert
- Hochwasserschutz und Längsvernetzung Langnau Mitte nicht berücksichtigt
- Nicht bewilligungsfähig

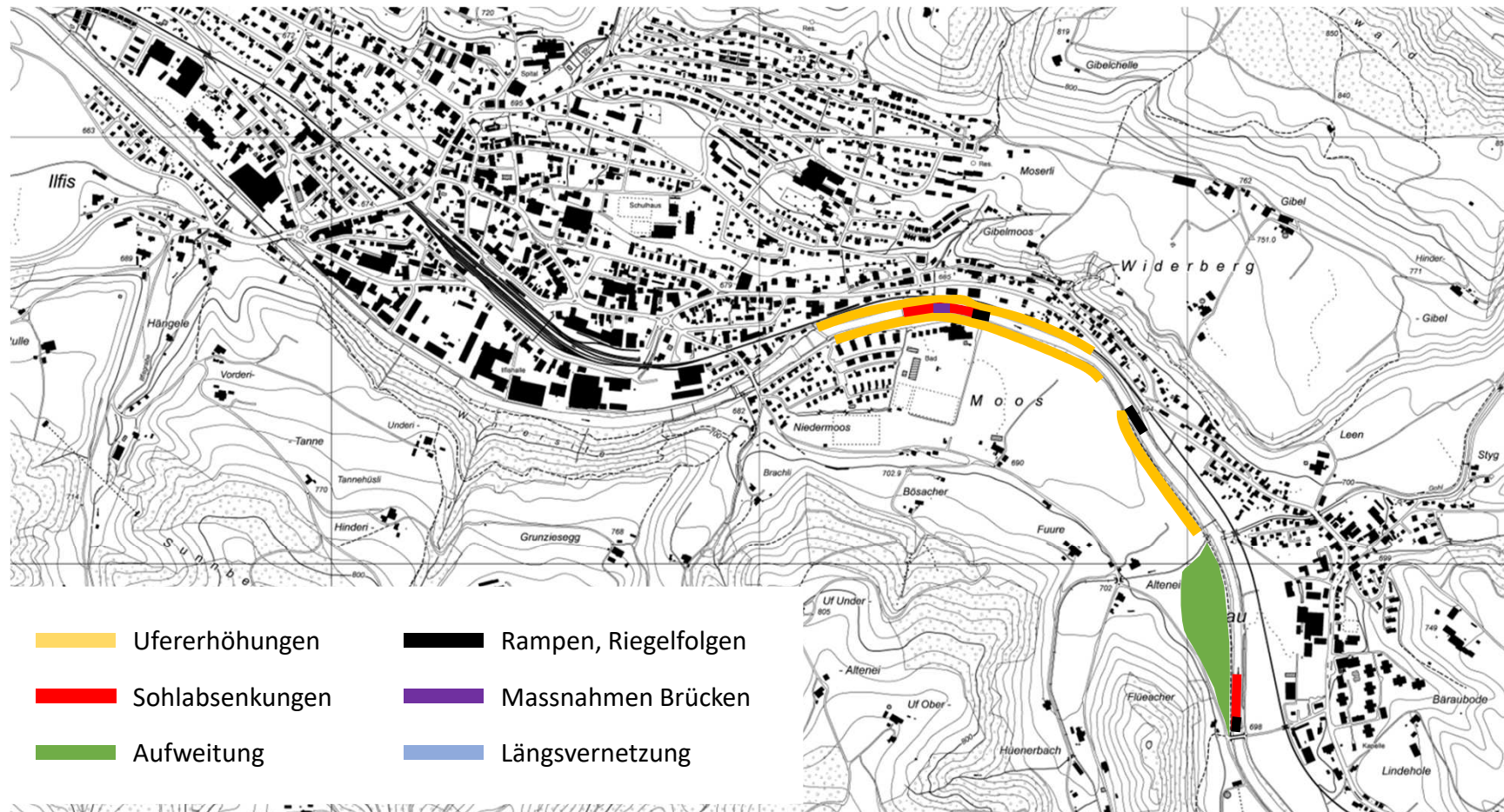
1. Minimalvariante

Grobkostenschätzung

Inkl. Installation, Regie, Wasserhaltung, Unvorhergesehenes und MWST. Genauigkeit +/- 30%

Kostenstelle	Betrag (CHF)
Hochwasserschutz Ost (Kombination Ufererhöhung/ Sohlabsenkung)	1'400'000
Massnahmen Badbrücke	800'000
Aufweitung Flüeacher	0
Hochwasserschutz Mitte (Ufererhöhung)	0
Längsvernetzung Mitte	0
TOTAL	2'200'000

- Hochwasserschutzmassnahmen Ost
- inkl. Aufweitung Flüeackerbrücke
- Handlungsbedarf aus Sicht Hochwasserschutz vorhanden



2. Minimalvariante mit Aufweitung

Vorteile

- Grösste Schutzdefizite Langnau behoben
- Ökologische Aufwertung ausserhalb der fixen Randbedingungen

Nachteile

- Hoher Landbedarf Aufweitung
- Hochwasserschutz und Längsvernetzung Langnau Mitte nicht berücksichtigt

2. Minimalvariante mit Aufweitung

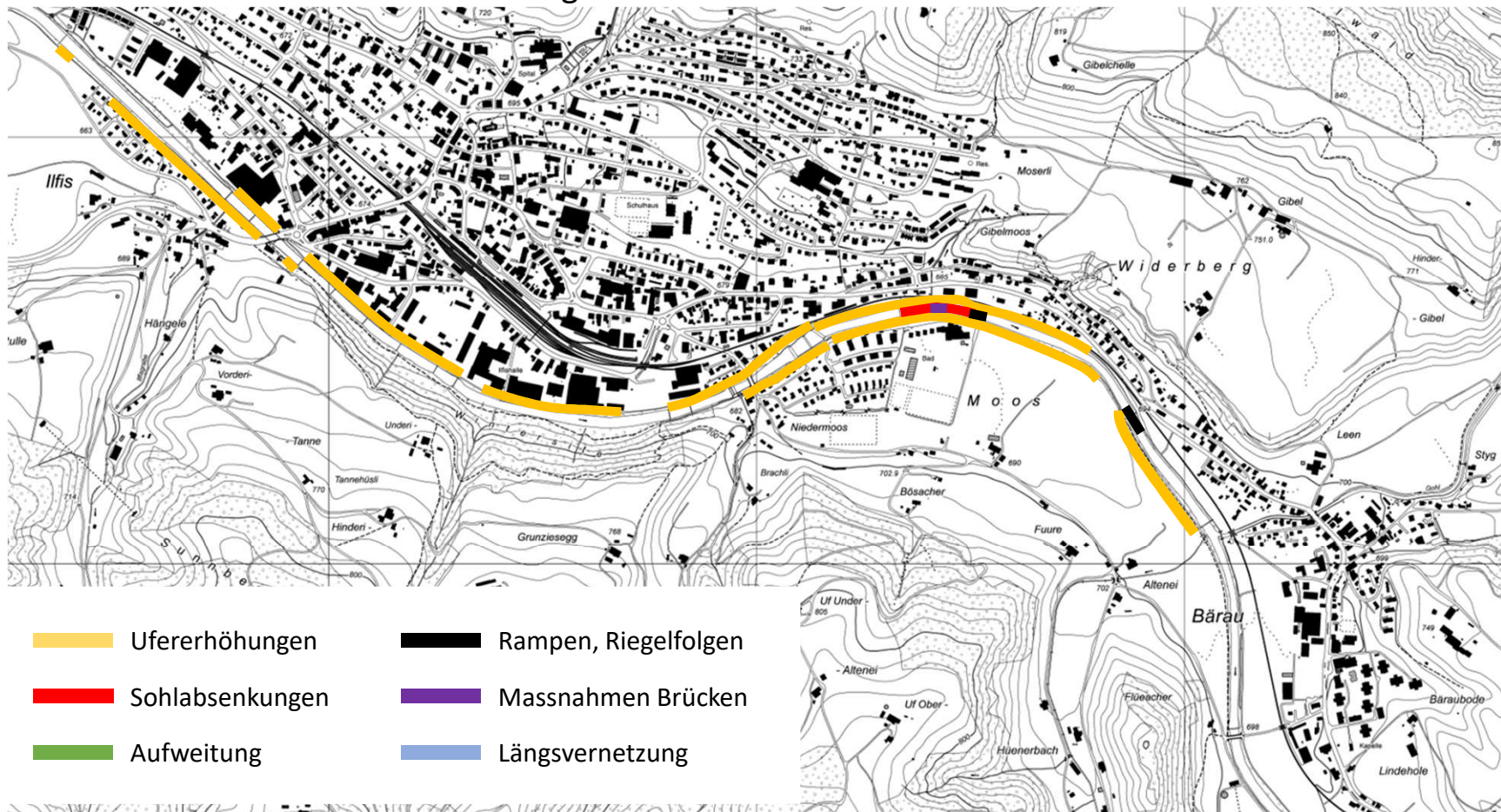
Grobkostenschätzung

Inkl. Installation, Regie, Wasserhaltung, Unvorhergesehenes und MWST. Genauigkeit +/- 30%

Kostenstelle	Betrag (CHF)
Hochwasserschutz Ost (Kombination Ufererhöhung/ Sohlabsenkung)	1'400'000
Massnahmen Badbrücke	800'000
Aufweitung Flüeachen	1'900'000
Hochwasserschutz Mitte (Ufererhöhung)	0
Längsvernetzung Mitte	0
TOTAL	4'100'000

3. Reiner Hochwasserschutz

- Hochwasserschutzmassnahmen Ost,
- Hochwasserschutzmassnahmen Mitte
- exkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
- Abschnitt Mitte: kein Handlungsbedarf aus Sicht Hochwasserschutz



3. Reiner Hochwasserschutz

Vorteile

- Schutzziel im gesamten Perimeter erreicht
- Vergleichsweise kostengünstig

Nachteile

- Kein ökologischer Mehrwert
- Längsvernetzung Langnau Mitte nicht berücksichtigt
- Grosser Perimeter, viele Projektrisiken
- Nicht bewilligungsfähig

3. Reiner Hochwasserschutz

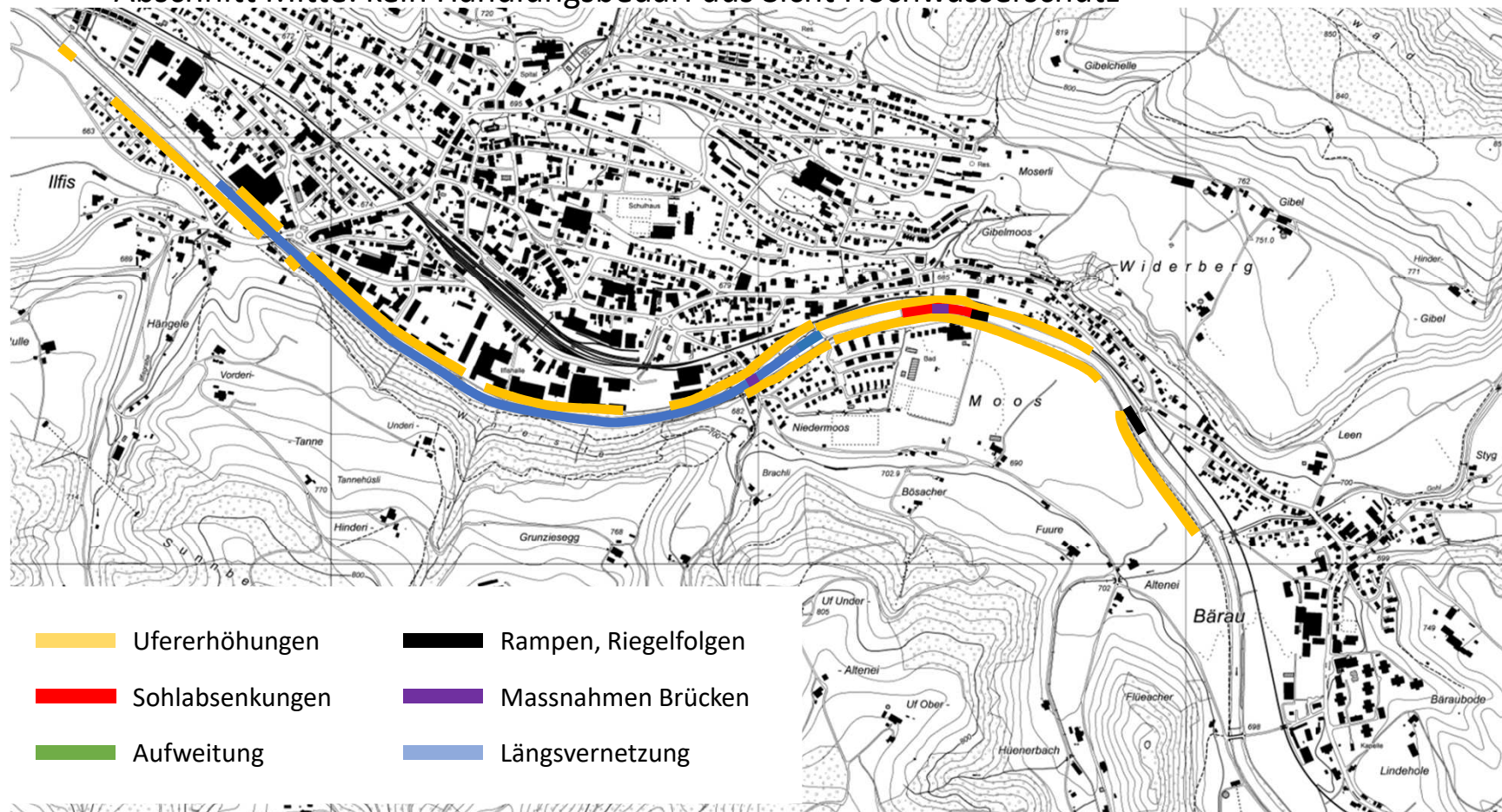
Grobkostenschätzung

Inkl. Installation, Regie, Wasserhaltung, Unvorhergesehenes und MWST. Genauigkeit +/- 30%

Kostenstelle	Betrag (CHF)
Hochwasserschutz Ost (Kombination Ufererhöhung/ Sohlabsenkung)	1'400'000
Massnahmen Badbrücke	800'000
Aufweitung Flüeachen	0
Hochwasserschutz Mitte (Ufererhöhung)	2'400'000
Längsvernetzung Mitte	0
TOTAL	4'600'000

4. Hochwasserschutz plus LV

- Hochwasserschutzmassnahmen Ost
- Hochwasserschutzmassnahmen und Längsvernetzung/ max. Aufwertung Mitte
- exkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
- Abschnitt Mitte: kein Handlungsbedarf aus Sicht Hochwasserschutz



4. Hochwasserschutz plus LV

Vorteile

- Schutzziel im gesamten Perimeter erreicht
- Längsvernetzung Mitte erreicht
- Unterhalt Mitte mittelfristig reduziert

Nachteile

- Kostenintensiv
- Grosser Perimeter, viele Projektrisiken
- **Nicht bewilligungsfähig**

4. Hochwasserschutz plus LV

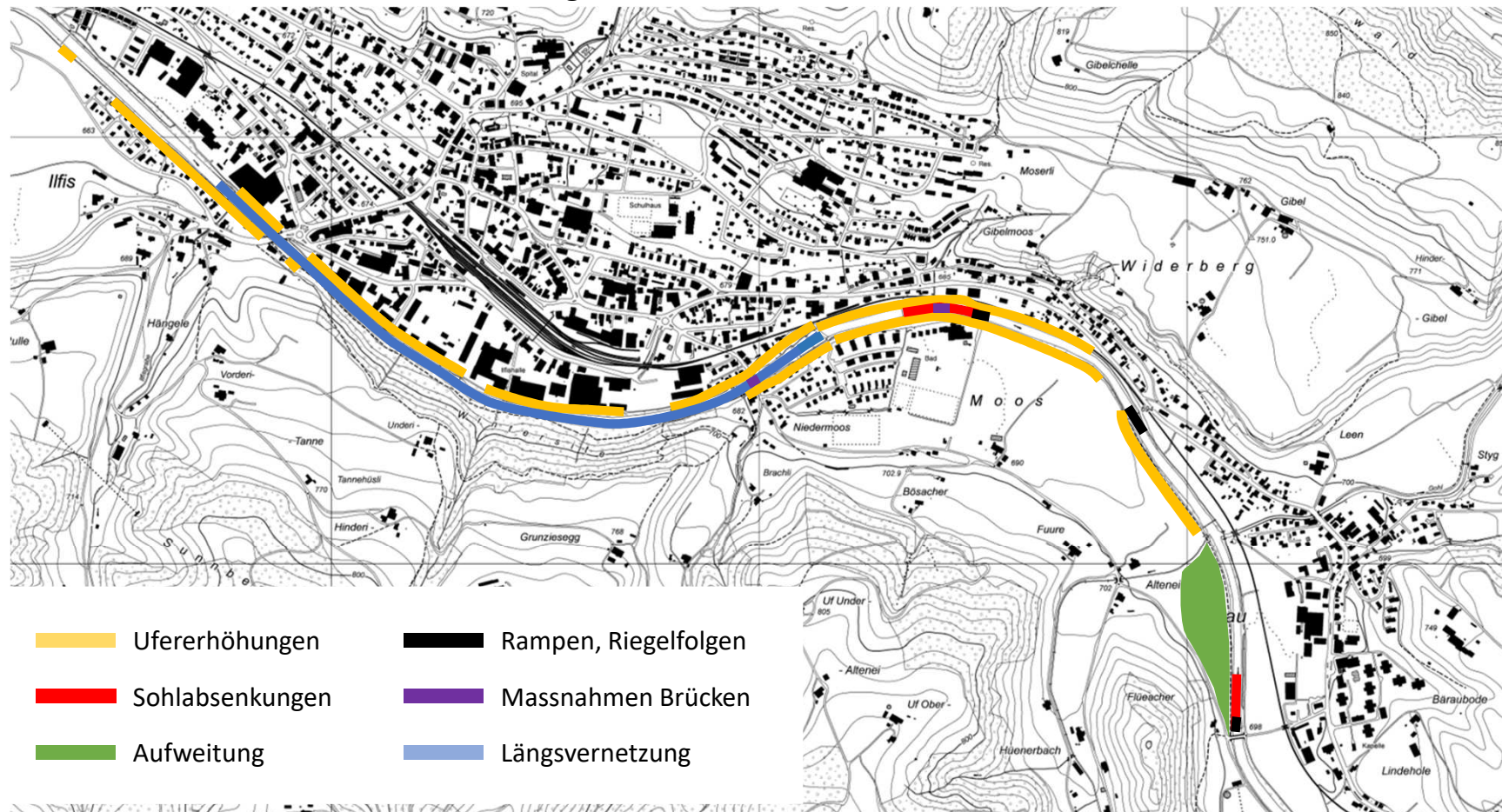
Grobkostenschätzung

Inkl. Installation, Regie, Wasserhaltung, Unvorhergesehenes und MWST. Genauigkeit +/- 30%

Kostenstelle	Betrag (CHF)
Hochwasserschutz Ost (Kombination Ufererhöhung/ Sohlabsenkung)	1'400'000
Massnahmen Badbrücke	800'000
Aufweitung Flüeachen	0
Hochwasserschutz Mitte (Ufererhöhung)	2'400'000
Längsvernetzung Mitte	6'200'000
TOTAL	10'800'000

5. Maximalvariante

- Hochwasserschutzmassnahmen Ost
- Hochwasserschutzmassnahmen und Längsvernetzung/ max. Aufwertung Mitte
- inkl. Aufweitung Flüecherbrücke
- Abschnitt Mitte: kein Handlungsbedarf aus Sicht Hochwasserschutz



5. Maximalvariante

Vorteile

- Schutzziel im gesamten Perimeter erreicht
- Längsvernetzung Mitte erreicht
- Ökologischer Mehrwert
- Unterhalt Mitte mittelfristig reduziert

Nachteile

- Kostenintensiv
- Grosser Perimeter, viele Projektrisiken

5. Maximalvariante

Grobkostenschätzung

Inkl. Installation, Regie, Wasserhaltung, Unvorhergesehenes und MWST. Genauigkeit +/- 30%

Kostenstelle	Betrag (CHF)
Hochwasserschutz Ost (Kombination Ufererhöhung/ Sohlabsenkung)	1'400'000
Massnahmen Badbrücke	800'000
Aufweitung Flüeachen	1'900'000
Hochwasserschutz Mitte (Ufererhöhung)	2'400'000
Längsvernetzung Mitte	6'200'000
TOTAL	12'700'000

Zusammenfassung

1. Minimalvariante
 - Hochwasserschutzmassnahmen Ost
 - exkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
2. Minimalvariante mit Aufweitung
 - Hochwasserschutzmassnahmen Ost
 - inkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
3. Reiner Hochwasserschutz
 - Variante 1 (HWS Ost)
 - Ufererhöhungen Langnau Mitte
4. Hochwasserschutz plus Längsvernetzung
 - Variante 1 (HWS Ost)
 - Ufererhöhungen und Längsvernetzung/ Aufwertung Mitte
 - exkl. Aufweitung Flüeacherbrücke
5. Maximalvariante
 - Variante 4
 - inkl. Aufweitung Flüeacherbrücke

Bewilligungsfähig

Bewilligungsfähig

Zusammenfassung Kosten

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
Inhalt	HWS Ost	HWS Ost Aufweitung	HWS Ost HWS Mitte	HWS Ost HWS Mitte LV	HWS Ost Aufweitung HWS Mitte LV
Gesamtkosten	2'200'000	4'100'000	4'600'000	10'800'000	12'700'000
Subventionen Kanton und Bund		60% 2'460'000			70% 8'890'000
Subventionen RenF		50% Restk. 820'000			80% Restk. 3'048'000
Ökofonds					
Restkosten Gemeinde		820'000			762'000

ANHANG D - SANIERUNG FISCHGÄNGIG- KEIT INSELISPERRE

Anhang D1 - Bericht Variantenstudie vom 13.09.2024

Gemeinde Langnau i.E

Inseli Schwelle an der Ilfis, Langnau i.E.

Sanierung Fischgängigkeit, Variantenstudie



Auftraggeber:

Gemeinde Langnau im Emmental

Bauverwaltung

Alleestrasse 8

Postfach 42

CH-3550 Langnau i. E.

Berichtverfasser:

HYDRO-SOLAR Water Engineering AG

Langenhagstrasse 20, CH-4127 Birsfelden

10.07.2024/rev. 13.09.2024



Revisionsvermerk:

Datum	Bemerkungen
18.06.2024	Vorabzug zur Beurteilung an Fischwerk GmbH
10.07.2024	Vorabzug an Bauherrenvertretung
13.09.2024	Anpassungen Projektbesprechung mit J.Hess (Flussbau AG) und M. Auchli (HZP)

Impressum

Auftraggeber: Gemeinde Langnau im Emmental
Bauverwaltung
Alleestrasse 8
Postfach 42
CH-3550 Langnau i. E.

Auftragnehmer: HYDRO-SOLAR Water Engineering AG
Langenhagstrasse 20,
CH-4127 Birsfelden

Autoren: Leif Karcheter / Marco Weisskopf

Zitiervorschlag: HYDRO-SOLAR Water Engineering AG 2024: Schwelle Inseli an der Ilfis,
Sanierung Fischgängigkeit, Variantenstudie. Technischer Bericht. 50 S. +
Anhänge

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangssituation	1
1.1	Verwendete Grundlagen	1
1.2	Sanierungspflicht Fischgängigkeit.....	2
1.3	Flankierende Massnahmen.....	3
2	Beschrieb der bestehenden Anlagen	5
2.1	Gesamtanlage	5
2.2	Wehranlage	5
2.3	Ausleitung, Einlaufschütz und Rechen.....	7
2.4	Restwasserstrecke	8
2.5	Produktion	9
2.6	Wasserrechtssituation	10
3	Defizite des Standorts und Sanierungsziele.....	11
4	Bemessungsgrundlagen	14
4.1	Hydrologie	14
4.2	Bemessungsgrundlagen für technische Anlagen	16
4.3	Zielarten und Betriebszeiten	16
4.4	Erfolgskontrolle	17
5	Variantenstudium.....	18
5.1	Allgemein.....	18
5.2	Variante 1a und 1b	20
5.3	Variante 1c	27
5.4	Variante 2	30
5.5	Variante 4 – Rückbau	36
5.6	Variante 0	37
5.7	Verworfen Variante Fischaufstieg	40
5.8	Verworfen Variante Denilfischpass	41
5.9	Verworfen Variante seitliche Anordnung Grundentnahme.....	42
6	Variantenbeurteilung, Empfehlung.....	44
6.1	Kostenträger	49
6.2	Schlussbemerkung und Empfehlung.....	49

Anhang 1: Variantenstudium Wasserbauplan HW-Schutz Ilfis Langnau Mitte-Ost, 2023

Anhang 2: Berechnung Schlitzpass

Anhang 3: Grobkostenschätzung

Anhang 4: Entwurf Kostenteiler

Anhang 5: Bericht Variantenbewertung Firma Fischwerk GmbH

Anhang 6: Planbeilagen

1 Ausgangssituation

Die Inseli-Schwelle an der Ilfis in Langnau (GEWISS Adr. 3984) sichert den Aufstau für die Ausleitung des Gewerbekanals Langnau.

Der Gewerbekanal speist acht Kleinwasserkraftwerke, welche gesamthaft über eine Nutzungsbewilligung (Wasserkraftrecht Nr. 40079) verfügen, welche bis 2074 die Produktion elektrischer Energie aus Wasserkraft legitimiert.

Wasserrecht

Mit der Konzessionsurkunde vom 29.06.2020 werden die Inhaber (GWBIL) des Wasserrechts Nr. 40079 verpflichtet, die Fischgängigkeit und den Fischschutz an der Tromschwelle Hinterdorf (Schwelle Inseli) sicherzustellen. Aus den vorangegangenen Abklärungen geht hervor, dass die Massnahmen zur Sanierung Fischgängigkeit mit den Hochwasserschutzmassnahmen zu koordinieren sind, weshalb bereits Varianten entwickelt wurden (vergl. Hunziker, Zarn & Partner AG: Entwurf Vorprojekt Hochwasserschutzprojekt vom August 2018, Hydro-Solar: Vorstudie – Optimierung Wasserausleitung Ilfiskanal im Hinblick auf die Sanierung Fischgängigkeit und des Hochwasserschutzprojekts vom Januar 2022).

Sanierungsbedarf

In einem nächsten Schritt sollen die vorhandenen Ideen vertieft ausgearbeitet und gegenübergestellt werden (Kosten-Wirksamkeitsanalyse). Dieses Dokument dient den Kantons- und Bundesbehörden als Entscheidungsgrundlage für die Weiterverfolgung der Bestvariante.

Variantenstudium

Die Ausarbeitung der Variantenstudie erfolgt mehrheitlich auf Basis der bereits geleisteten Abklärungen. Zusätzlich soll eine Gewässerökologin hinzugezogen werden, welche die Varianten prüft und den Entscheid zur Bestvariante aus fischökologischer Sicht untermauern kann.

1.1 Verwendete Grundlagen

Grundlagen und verwendete Dokumente, die im Bericht Erwähnung finden und nicht beigelegt sind (Liste nicht abschliessend):

Grundlagen

- [1] GEKOBÉ Strategische Planung nach GSchG zur Wiederherstellung der Fischwanderung im Kanton Bern: Objektblatt Sanierung Fischaufstieg und Fischabstieg Tromschwelle Hinterdorf, Stand 31.12.2014.

- [2] Bauverwaltung Gemeinde Langnau i.E.: Hochwasserschutzprojekt Langnau Mitte –Ost, Entwurf Vorprojekt, Hunziker, Zarn und Partner AG vom August 2018 und laufender Ergänzungen.
- [3] Bau- und Verkehrsdirektion Kanton Bern, Amt für Wasser und Abfall: Wasserkraftkonzession Langnau i. E., Wasserkraftrecht Nr. 40079, Ilfis, Wasserkraftwerke am Ilfiskanal / Gewerbekanal von Langnau vom 29.06.2021
- [4] HYDRO-SOLAR Water Engineering AG: Optimierung Wasserausleitung Ilfiskanal im Hinblick auf die Sanierung Fischgängigkeit und des Hochwasserschutzprojekts, Vorstudie vom 14.01.2022/rev. 28.01.2022
- [5] Bauverwaltung Gemeinde Langnau i.E.: Variantenstudium Fischgängigkeit an der Inselisperre, Ilfis Langnau, Kurzbericht, Hunziker, Zarn und Partner AG vom 01.06.2023.

1.2 Sanierungspflicht Fischgängigkeit

Wer im Besitz eines Wasserkraftrechts ist, wird gemäss dem geltenden Gewässerschutzgesetz (GSchG) verpflichtet, geeignete Sanierungsmassnahmen zur Wiederherstellung der freien Fischwanderung zu treffen. Für bestehende Kraftwerke geben das GSchG und das BGF (Bundesgesetz über die Fischerei) die Sanierungsziele für die Fischgängigkeit vor. Der Kanton Bern erfasste den Handlungsbedarf 2014 [1] im Rahmen eines Gewässerentwicklungskonzepts (GEKOB) und liess sich diesen durch das BAFU genehmigen.

Strategische Planung

Auf Basis dieser strategischen Planung kann der Kanton – wie im vorliegenden Fall – die Sanierungspflicht verfügen.

Sanierungsverfügung

Der Konzessionär ist dann angehalten, ein Sanierungsprojekt, gemäss den gesetzlichen Vorgaben, einzureichen und im Falle einer rechtskräftigen Bewilligung, bis 2030 umzusetzen. Mit der Konzessionsurkunde vom 29.06.2020 [3] werden die Inhaber des Wasserrechts Nr. 40079 verpflichtet, die Fischgängigkeit und den Fischschutz an der Tromschwelle Hinterdorf (Schwelle Inseli) sicherzustellen.

Die Verfügung stützt sich dabei auf Art. 83a des GSchG, in welchem die Inhaber eines Wasserrechts verpflichtet werden, geeignete Sanierungsmassnahmen zu treffen, um die vom Kanton festgestellten Mängel zu beheben.

Gewässerschutzgesetz

Konkret ist eine Sanierung nötig, da die Anlage die Fischwanderung behindert, respektive der vorhandene Fischschutz nicht ausreichend ist.

Die in diesem Zusammenhang entstehenden Kosten werden durch den Bund vollständig entschädigt (Artikel 34 des Energiegesetzes vom 30. September 2016, Stand am 1. Januar 2018).

Das Anrecht auf eine Entschädigung entsteht ab dem Zeitpunkt der formellen Verpflichtung zur Sanierung, was mit der Zustellung der Verfügung – im konkreten Fall der Konzession zum Wasserkraftrecht Nr. 40079, vom 29.06.2021 – gegeben ist. Dies gilt auch für alle damit verbundenen Abklärungen und Planungsaufwendungen der Wasserrechtsinhaberin und ihrer Beauftragten.

Entschädigung

1.3 Flankierende Massnahmen

Die Gemeinde Langnau i. E. ist zur Umsetzung von Hochwasserschutzmassnahmen am Ilfisabschnitt zwischen Flüeacherbrücke und Berufsschule Langnau verpflichtet. Die Inseli-Schwelle befindet sich etwa auf halber Strecke, mit dessen Aufstau die Ausleitung des Gewerbekanals Langnau sichergestellt wird.

Hochwasserschutz

Um den Hochwasserschutz im betrachteten Gewässerabschnitt sicherzustellen, werden von der Hunziker, Zarn & Partner AG zeitgleich folgende Massnahmen in Betracht gezogen [2] & [5]:

Varianten HWS

- **Variante 0**

- Ufererhöhungen auf ganzer Länge (keine Absenkung der Schwelle am bestehenden Fassungsstandort)
- Fischpass für Längsvernetzung der unteren beiden Schwellen der Inselisperre
- Sohlenabsenkung im Bereich Badbrücke
- Gerinneaufweitung zwischen Badbrücke und Inselisperre

- **Variante 1 (Stauklappe)**

- Stauklappe Inselisperre (Absenkung bei HW 1-1.5m)
- Ufererhöhungen auf ganzer Länge (niedrigere Dämme vor Inselisperre)
- Fischpass für Längsvernetzung der unteren beiden Schwellen der Inselisperre
- Sohlenabsenkung im Bereich Badbrücke

→ Gerinneaufweitung zwischen Badbrücke und Inselisperre

– **Variante 2**

→ Verschiebung Wasserfassung zum Messwehr der BAFU-Pegelmessstation (Iffis - Langnau 2603)

→ Absenkung und Umgestaltung der Sperre Inseli in eine fischgängige Blockrampe

→ Ufererhöhungen auf ganzer Länge (evtl. niedrigere Dämme vor Inselisperre)

→ Keine Sohlenabsenkung am Messwehr

→ Steile Ufer (Mauern) im Bereich Badbrücke

→ Anhebung der Badbrücke um 0.4 m

Diese Massnahmen tangieren zum einen die bestehende Wasserentnahme sowie das Grundeigentum der GWBIL (Parzellen Nr. 1216, 813 und 811).

2 Beschreibung der bestehenden Anlagen

2.1 Gesamtanlage

Die Ausleitung erfolgt am südöstlichen Rand von Langnau ca. 200 m unterhalb der BAFU Messstelle. Die Wasserfassung erfolgt durch den künstlichen Aufstau der Inselisperre.

[Anlagenübersicht](#)

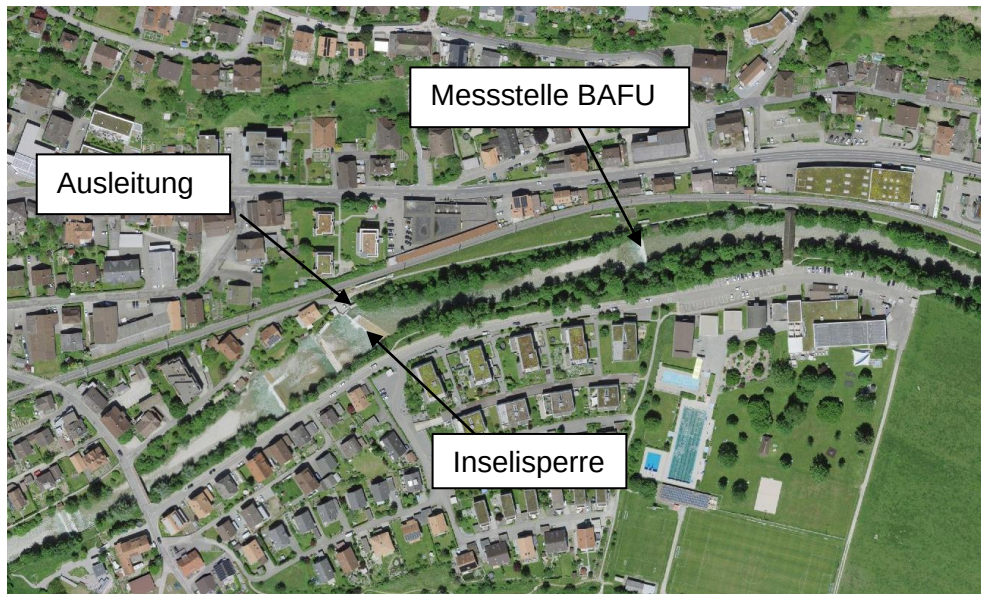


Abbildung 1 Anlagenübersicht Wasserfassung

Am anschliessenden Gewerbekanal befinden sich insgesamt 8 Wasserkraftwerke. Die maximal mögliche Leistung ab Generator aller Anlagen (installierte Generatorleistung aller Anlagen) beträgt Momentan 329 kW [3]. Die Wasserrückgabe erfolgt unterhalb der Iffissperre im Gebiet Eyschache, Koordinaten 2'625'102 / 1'199'300.

2.2 Wehranlage

Der Aufstau erfolgt über eine dreistufige, starre Wehranlage. Die oberste Schwelle ist für die Wasserfassung massgebend und besteht aus einem massivem Körper aus Beton oder Mauerwerk (Abbildung 2). Auf der rechten Seite, im Bereich der Ausleitung, ist eine tiefer angeordnete, klappbare Stahlkonstruktion für die Spülung des Einalufbereichs angebracht. Die oberste Schwelle ist mit einer 0.3 – 0.4 m hohen Holz-/ Stahlkonstruktion versehen, welche sich bei Hochwasser ablegt.

[Stauwehr](#)



Abbildung 2 Ansicht Wehranlage (oberste der drei Schwellen)

Kerndaten

WSP Stauziel Wasserfassung	681.40 m ü.M
WSP Unterwasser Q_{330}	ca. 679.26 m ü.M
Wasserspiegeldifferenz Brutto (massgebend für Vernetzung der oberen Schwelle)	ca. 2.14 m
Ausleitwassermenge Q_A	1.60 m ³ /s
Restwassermenge	0.52 m ³ /s
Mittlerer Abfluss	5.22 m ³ /s
Hochwassermenge (HQ_{100})	408.000 m ³ /s
Einzugsgebiet	Ca. 188 km ²
WSP Wasserrückgabe	654.49 m ü M
Nutzbare Bruttofallhöhe	26.93 m
Länge der genutzten Gewässerstrecke	2'455 m

Tabelle 1: Kenngrößen Wasserfassung und Gewerbekanal

Unmittelbar nach dem Stauwehr befinden sich zwei weitere Querbauwerke (Abbildung 3), welche mit einer integrierten Blockrampe die Fischgängigkeit gewährleisten sollen. Inwiefern sich diese als Vernetzungskorridore eignen, ist nicht bekannt. Dem Augenschein nach wird, aufgrund der hohen Energieumwandlung, die aufwärtsgerichtete Migration eher schwimmstarken adulten Einzelexemplaren vorbehalten sein. Die Sanierung der unteren beiden Schwellen ist nicht Gegenstand der vorliegenden Sanierungsverfügung [3].

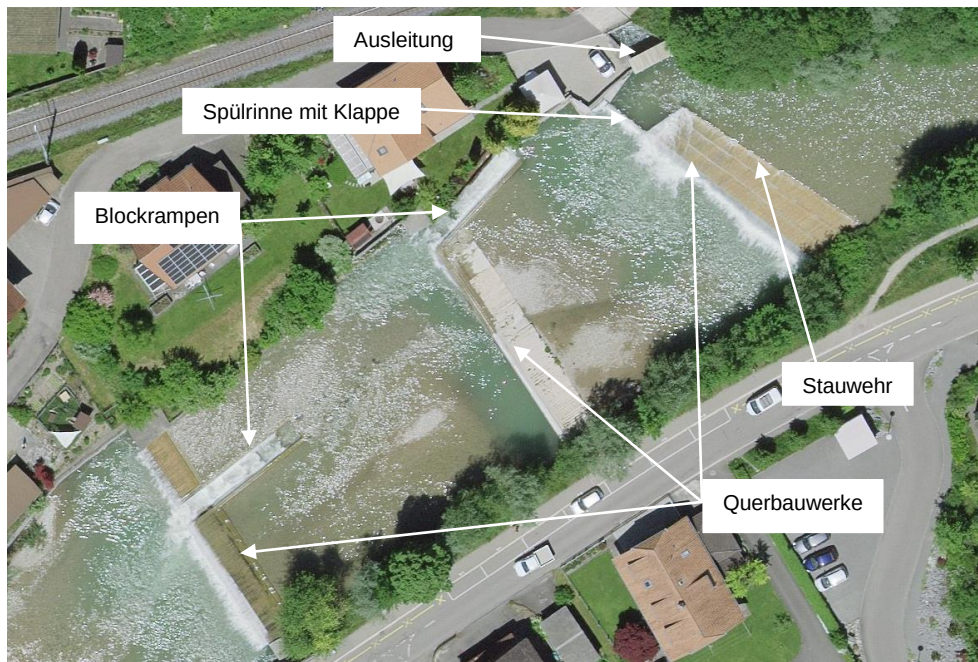


Abbildung 3 Übersicht Sperre Inseli

2.3 Ausleitung, Einlaufschütz und Rechen

Die Ausleitung erfolgt auf der orographisch rechten Gewässerseite über einen betonierten Rechteckkanal. Dieser verläuft knapp 15 m offen, respektive wird lokal von der Brücke Inseliweg überdeckt, bevor er eingedolt das Bahntrasse unterquert.

Ausleitung

Zur Iffis kann der Kanal mittels der drei handbetriebschen Einlaufschützen abgesperrt werden (Abbildung 4).

Einlaufschütze



Abbildung 4: Kanaleinlaufschütze vor der Ausleitung in den Gewerbekanal

Kurz vor der Bahnunterquerung ist ein Geschwemmselrechen angeordnet (Abbildung 5). Der Stababstand variiert zwischen 20 – 25 mm.

Rechen

Auf der in Fliessrichtung linken Seite befindet sich ein Hubschütz, mit welchem angelandetes Kies und Treibgut händisch zurück in die Ilfis gespült werden kann.



Abbildung 5: Offener Oberwasserkanal und Spülschieber (links) Feinrechen (rechts)

2.4 Restwasserstrecke

Die Restwasserstrecke beginnt unterhalb der Ausleitung (Tromschwelle, Koordinaten 2'627'135 / 1'198'552) und endet nach rund 2'455 m mit der Einmündung des Gewerbekanals in die Ilfis (Koordinaten 2'625'103 / 1'199'300).

Restwasserstrecke

Die Restwassermenge ist im Wasserkraftsrecht Nr. 40079 vom 29. Juni 2020 [3], mit 0.52 m³/s festgelegt.

min. Restwasser

Die Wasserrückgabe erfolgt unterhalb der Ilfissperre im Gebiet Eyschache, Koordinaten 2'625'102 / 1'199'300 auf der linken Gewässerseite. Die Rückgabe erfolgt im unmittelbaren Anschluss an das Wasserkraftwerk Stämpfli. Gemäss GEKOB [1] besteht am Standort der Wasserrückgabe kein sanierungspflichtiges Defizit.

Rückgabe



Abbildung 6: Situation Wasserrückgabe in die Iffis (Luftbild Swisstopo)



Abbildung 7: Wasserrückgabe in die Iffis

2.5 Produktion

Am Gewerbekanal befinden sich derzeit sieben betriebsbereite Kraftwerkzentralen mit einer elektrischen Gesamtleistung von rund 260 kW.

Leistung

Aufgrund der geringen Ausleitwassermenge ist im Durchschnitt während etwa 75% des Jahres mit Vollastbetrieb ($Q_A = 1.6 \text{ m}^3/\text{s}$) zu rechnen.

Daraus lässt sich eine mittlere Jahresarbeit von ± 1.8 GWh pro Jahr abschätzen.

Produktion

Kraftwerk	Lauenstein	Leibundgut	Emmeleder	Dorfmühle	GEWA	Zürcher	Stämpfli
Oberwasser [m ü.M.]	681.36	679.21	677.67	674.94	671.71	668.91	663.70
Unterwasser [m ü.M.]	679.41	677.92	676.40	672.24	669.31	664.58	654.72
Bruttogefälle [m]	1.96	1.29	1.28	2.70	2.44	4.33	8.97
Nettogefälle [m]	1.92	1.28	1.25	2.70	2.38	4.19	8.95
Leistung bei Volllast [kW]	25	14	14	30	26	52	100

Tabelle 2: Zusammenstellung Kraftwerke

2.6 Wasserrechtssituation

Die 8 Kraftwerke am Gewerbekanal wurden per 29. Juni 2020 zusammen mit dem Wasserkraftrecht 40079 neu konzessioniert. Die Konzession ist 60 Jahre gültig und tritt rückwirkend auf das am 13.01.2014 abgelaufene Wasserkraftrecht Nr. 40080 in Kraft. Die Konzession endet am 13. Januar 2074.

Konzession

3 Defizite des Standorts und Sanierungsziele

Im Rahmen der strategischen Planung führte das kantonale Amt für Wasser und Abfall (AWA) die im Gewässerschutzgesetz, in der Gewässerschutzverordnung und in der Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei geforderten Abklärungen zu Gewässersanierung durch. Diese Abklärungen haben ergeben, dass ein Sanierungsbedarf der Fischgängigkeit an der Inseli Schwelle, respektive der Wasserfassung für den Gewerbekanal Langnau, vorhanden ist. Konkret werden Massnahmen zur Längsvernetzung – im vorliegenden Fall für den verletzungsfreien Fischeauf- und Fischabstieg – am obersten der drei Wehrschwellen gefordert. Diese Gefällsstufe beträgt eine massgebende Wasserspiegeldifferenz von 2.14 m und stellt derzeit ein unüberwindbares Hindernis für den Fischeaufstieg dar. Diesbezüglich ist ein Aufstiegsgerinne zu installieren.

Die unteren beiden Schwellen haben rechtsufrig resp. in der Mitte eine Blockrampe als Fischeauf- und abstieg eingebaut. Die unteren beiden Schwellen sind nicht Gegenstand der Sanierungsverfügung, sollten jedoch im Gesamtprojekt berücksichtigt werden.

Längsvernetzung



Abbildung 8: Wehrrücken mit Dotieröffnungen

Aufgrund der geringen Ausbauwassermenge von $1.6 \text{ m}^3/\text{s}$, geht der Wehrüberfall erst bei einem Q_{270} zurück. Dies bedeutet, dass der Abstieg an über 70% der Tagen pro Jahr potentiell über das Stauwehr erfolgen kann. Momentan ist der höchste Punkt am Wehr deutlich zurückversetzt, weshalb absteigende Fische nicht direkt in den Wehrkolk absteigen können, sondern auf den 5 – 6 m breiten Wehrrücken aufschlagen.

Während der restlichen Tage wird das Dotierwasser über vier Öffnungen in der seitlichen Begrenzung der Spülrinne abgegeben (vergl. Abbildung 8). Auch hier wird das Wasser erst auf den Wehrrücken abgegeben, bevor es den Wehrkolk erreicht. Aufgrund der Anordnung darf von einer – für den Fischabstieg – ungünstige Anordnung der Dotieröffnungen ausgegangen werden. Sie liegen gegenüber der Ausleitung wodurch diffuse Anströmbedingungen zu erwarten sind. Bei zunehmendem Wehrüberfall werden die Öffnungen unterwasserseitig einer starken Querströmung ausgesetzt, welche das Verletzungsrisiko weiter verschärfen.

Der Fischabstieg müsste dahingehend optimiert werden, dass für den Bemessungszeitraum ein verletzungsfreier Abwanderung gewährleistet werden kann.

Der bestehende Geschwemmselrechen vor der Zulaufleitung zu den Kraftwerken befindet sich mit 15 m relativ weit vom Gewässer entfernt und entspricht aufgrund der hohen Anströmung ($>0.5 \text{ m/s}$) und des grossen Stababstands ($> 15 \text{ mm}$) nicht einem Fischschutz nach dem aktuellen Stand der Technik.

Fischschutz

Die fehlende Abstiegsmöglichkeit kann für schwache Schwimmer zu einer unausweichlichen Falle werden, weshalb der Fischschutz neu erstellt werden sollte. Diesbezüglich wäre der Fischschutz (Rechen) in Kombination mit einem Fischabstieg zu etablieren.

Sanierungsmassnahmen betreffend Schwall/Sunk und Geschiebehaushalt sind nicht Gegenstand der Verfügung.

Dem Sanierungsbedarf wird eine mittlere Priorität (Prio. IV) eingeräumt. Die Sanierungsmassnahmen sind bis am 31. Dezember 2030 durchzuführen. Die Vorgaben an die oben aufgeführten Grundlagen sind bei der Planung und Umsetzung zu beachten. Der aktuelle Stand der Technik ist zu berücksichtigen.

Priorität

sichtigen. Für die Planung der Massnahmen ist grundsätzlich von der Leitart Bachforelle mit einer massgebenden Körperlänge TL von 50 cm auszugehen.

Der Kraftwerkskanal, sowie eine mögliche Fehlleitung in den Unterwasserkanal werden in der strategischen Planung und der Sanierungsverfügung nicht als sanierungsbedürftig eingestuft.

Die Sanierungsmassnahmen sollen vollumfänglich mit der Restwassermenge von 0.52 m³/s betrieben werden. Die Anlagendisposition der umzusetzenden Massnahmen ist den bestehenden Gegebenheiten anzupassen. Im Weiteren müssen die Sanierungsmassnahmen im Einklang mit den Hochwasserschutzbemühungen entlang der Ilfis erfolgen.

Hochwasserschutz

4 Bemessungsgrundlagen

4.1 Hydrologie

Das Einzugsgebiet Nr. 156252 an der Ausleitung erstreckt sich über eine Fläche von ca. 187.45 km² und entspricht praktisch dem Bilanzgebiet der BAFU-Messstelle (Nr. 2603 Ilfis, Langnau), welche rund 200 m oberhalb der Ausleitung angeordnet ist.

Einzugsgebiet

Etwa 45 % der Fläche wird landwirtschaftlich genutzt, rund 50 % sind bestockt, weitere 3 % sind Siedlungsgebiet und rund 2 % sind anderen unproduktiven Flächen zuzuordnen.

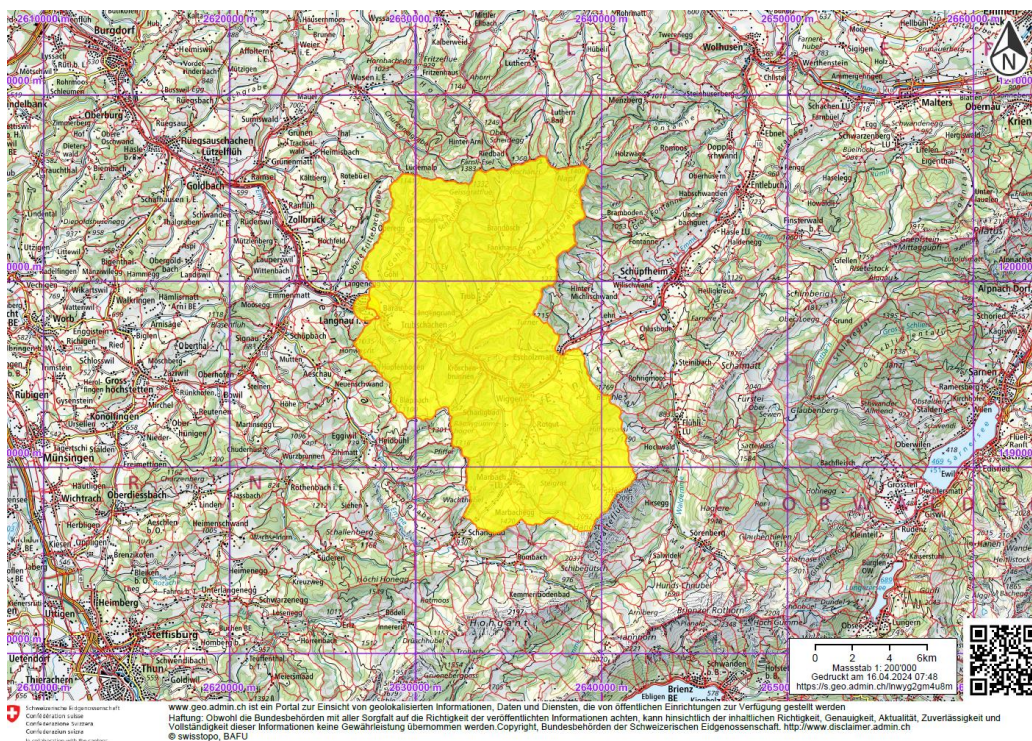


Abbildung 9: Einzugsgebiet Ausleitung Gewerbekanal Langnau, Messstelle Nr. 2603 BAFU

Dauerkurve und Abflussmengen

Die Abflussmengen für den betrachteten Standort können den Aufzeichnungen der Messstation BAFU 2603 entnommen werden. Bis zur Ausleitung sind keine nennenswerten Zuflüsse bekannt.

Abflussmessung

Für die folgende Betrachtung der Abflussdauerkurve wurden die Tagesmittelwerte der Jahre 1990-2020 unverändert ausgewertet.

Tabelle 3 Abflüsse Periode 1990-2020 der Messstation 2603 Ilfis, Langnau

Tage	1	3	6	9	18	36	55	73	91	114	137	160
[m³/s]	43.80	30.80	23.80	20.30	14.70	10.60	8.48	7.08	6.13	5.15	4.41	3.84
Tage	182	205	228	251	274	292	310	329	347	356	362	365
[m³/s]	3.39	3.01	2.67	2.38	2.11	1.91	1.73	1.51	1.24	0.84	0.84	0.73

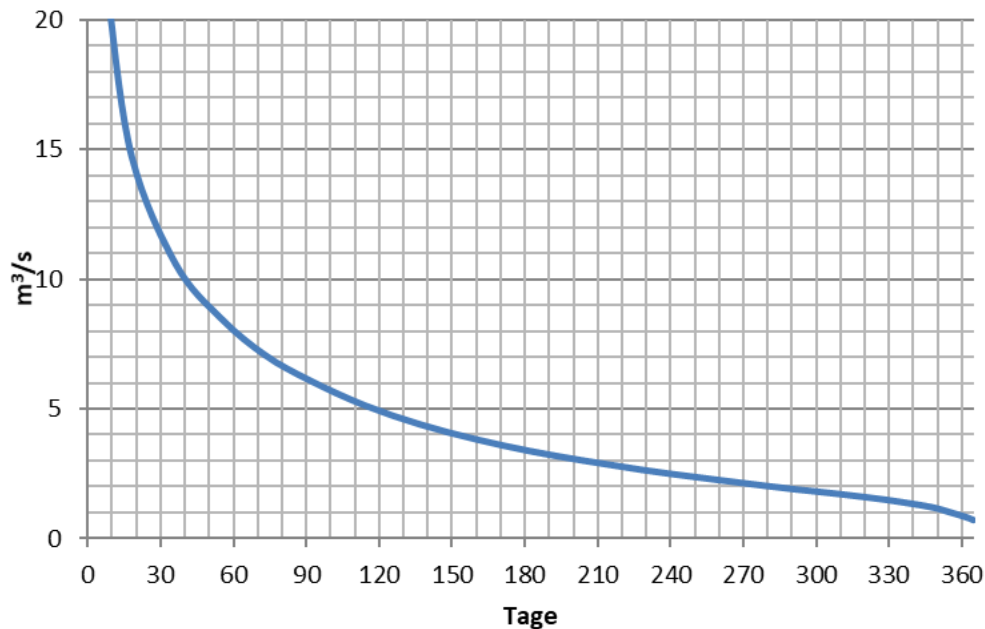


Abbildung 10 : Abflussdauerkurve der Periode 1990-2020 der Messstation 2603 Ilfis, Langnau

Derzeit beträgt die Restwasserabgabe bei der Ausleitung gemäss dem ausgeübten Wasserkraftrecht [3] 0.52 m³/s. Eine Erhöhung der Restwassermenge ist nicht Gegenstand der Verfügung.

Restwassermenge

Die Überwachung der Restwassermenge ist mit dem Hochwasserschutzprojekt respektive mit der Sanierung Fischgängigkeit umzusetzen. Die Restwassermenge muss von den zuständigen Behörden jederzeit kontrolliert werden können (siehe auch WAKRA Nr. 40079, Absatz 3.2.3).

Die Hochwassermengen wurden aus dem Bericht Hunziker, Zarn & Partner vom August 2018 übernommen.

Hochwassermengen

Die hydrologischen Werte der Ilfis basieren auf der Auswertung der Messstation Langnau (Einzugsgebietsgrösse: 188 km²) und auf der Hydrologiestudie Ilfis von Scherrer.

Statistische Kenngrösse	Abfluss (m ³ /s)
Q1	44.9
Q91	6.32
Qm	5.35
Q182	3.47
Q274	2.16
Q347	1.29
HQ2	133
HQ10	246
HQ30	322
HQ100	408
HQ300	493

Tabelle 4 Abflussstatistik BAFU-Messstation Langnau

Die aktuelle Gefahrenkarte und das Hochwasserschutzkonzept 2016 basieren auf den Abflusswerten der Hydrologiestudie von Scherrer (2012). Aufgrund einer Häufung von Ereignissen zwischen HQ₃₀ und HQ₁₀₀ wurden die Abflüsse im Vergleich zur alten Gefahrenkarte von 2008 erhöht (vgl. Tabelle 5). [5].

[Gefahrenkarte](#)

Jährlichkeit	Abfluss (m ³ /s)
HQ30	280
HQ100	345
HQ300	390

Tabelle 5 massgebende Hochwasserabflüsse

4.2 Bemessungsgrundlagen für technische Anlagen

Die Kennwerte für die Dimensionierung und Gestaltung der vorgesehenen Fischauf- und Fischabstiegsanlagen basieren auf folgenden Bemessungsgrundlagen:

- **Fischaufstieg:** Merkblatt DWA –M 509: Ausgabe Mai 2014
- **Fischabstieg:** G. Ebel et al.: Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen Ausgabe 2024

4.3 Zielarten und Betriebszeiten

Gemäss der strategischen Planung (vergl. Objektblätter GEKOB [1]), wird die Ilfis als Forellenregion definiert. Darin wird die Bachforelle und die Groppe als Leitfischart angegeben. Mit der Restwassermenge von

[Leitfischart](#)

0.53 m³/s kann eine grosszügige Bemessung der Vernetzungskorridore für Bachforellen mit einer Körperlänge von TL = 0.6 m anstelle der geforderten 0.5 m bemessen werden (analog Oberliegerkraftwerk Bärau).

Die Angaben zu den Körperproportionen gemäss Ebel et al.:

- Proportionsindex $H_{\text{Fisch}}/B_{\text{Fisch}} = 1.90$
- Fischhöhe $H_{\text{Fisch}} = 0.19 \times TL = 0.114 \text{ m}$
- Fischbreite $B_{\text{Fisch}} = 0.10 \times TL = 0.060 \text{ m}$

Diese Grösse ist ausschlaggebend für die geometrische Abmessung der Wanderkorridore und somit auch für deren Betriebswassermenge.

Die Anforderungen an die vollständige Funktion der Anlage betragen 300 Tage im Jahr (von Q_{30} bis Q_{330}). Das heisst, nur an Tagen mit geringem Abfluss ($< Q_{330}$) oder bei Hochwasser ($> Q_{30}$) darf die Funktionsfähigkeit des Fischeinfahr- und Abstiegs mehr oder minder eingeschränkt sein. Im vorliegenden Fall deckt dieser Zeitraum den Abfluss von 1.51 m³/s (Q_{330}) bis ca. 11.5 m³/s für (Q_{30}) ab.

Betriebszeiten

Gemäss der Dauerlinie aus Kapitel 4.1 ist an ca. 270 Tagen im Jahr mit Wehrüberfall (Abfluss $> 2.12 \text{ m}^3/\text{s}$) zu rechnen.

Wehrüberfall

4.4 Erfolgskontrolle

Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine Anlage mit grossen Vernetzungspotential, sofern die anderen bestehenden Hindernisse im Ober- und Unterwasser ebenfalls entfernt werden. Derzeit befindet sich bereits 200 m oberhalb der Inselisperre das Messwehr der Landeshydrologie, und 160 m unterhalb ein weiteres mehrstufiges Schwellenensemble.

In der vorliegenden Planung wird mehrheitlich auf erprobte Bemessungsgrundsätze zurückgegriffen, weshalb empfohlen wird, die Anlage vor und nach der Fertigstellung einer technischen Wirkungskontrolle zu unterziehen, in welcher die für den Fischeinfahrt, den Fischeinfahrt und den Fischeinfahrt massgebenden geometrischen und hydraulischen Parameter mit den Planungswerten abgeglichen werden.

technische
Erfolgskontrolle

Die Durchführung einer biologischen Erfolgskontrolle sollte, aufgrund der hohen Kosten, erst mit der Vernetzung der angrenzenden Hindernisse im Ober- und Unterwasser erfolgen.

biologische
Erfolgskontrolle

5 Variantenstudium

5.1 Allgemein

Gemäss den Ausführungen der Wasserkraftkonzession [3], mit welcher die Sanierungsmassnahmen verfügt wurden, müssen folgende Defizite behoben werden:

Sanierungsziele

1. Massnahmen zur Sicherstellung der Aufwärtswanderung
2. Massnahmen zur Gewährleistung des Fischschutzes
3. Massnahmen für den verletzungsfreien Abstieg in den Wehrkolk

Die entwickelten Varianten berücksichtigen jeweils alle drei Aspekte und sind aufeinander abgestimmt, weshalb die einzelnen Massnahmen nur bedingt variantenübergreifend miteinander kombinierbar sind.

Die Hochwasserschutzmassnahmen müssen berücksichtigt werden.

Für aufwärts wandernde Fische ist eine attraktive Leitströmung bereitzustellen, welche die Auffindung des Einstiegs in die Fischaufstiegshilfe erleichtert. Der Einstieg sollte möglichst in räumlicher Nähe zur Hauptströmung und dem Wanderhindernis angeordnet werden.

Leitströmung

Damit das Aufstiegsgerinne seinen Zweck erfüllen kann, sind die geometrischen und hydraulischen Parameter an die vorkommende Fischfauna anzupassen.

In Anlehnung an das Merkblatt 509 der DWA werden die Becken für künstliche Aufstiegsgerinne (Vertical-Slot-Pass) mit einer lichten Länge von 1.95 m und einer lichten Breite von 1.50 m vordimensioniert, um den Ansprüchen der grössten Art gerecht zu werden. Die Schlitzbreite wird mit 0.20 cm gewählt ($\geq 3 \times B_{\text{Fisch}}$) und die minimale Wassertiefe sollte 50 cm nicht unterschreiten ($h_u > h_{gr}$). Daraus ergibt sich bei einer Wasserspiegeldifferenz von ± 15 cm eine Betriebswassermenge von rund 165 l/s. Die zulässige Maximalgeschwindigkeit in den Durchlässen darf 1.8 m/s nicht überschreiten und die Energiedichte in den Becken sollte unter 225 W/m³ zu liegen kommen.

Fischaufstieg

Flussabwärtswandernde Fische folgen der Hauptströmung und gelangen dadurch zwangsläufig in die Nähe der Ausleitkanäle. Im vorliegenden Fall soll dies mit einem horizontalen Feinrechen unterbunden werden, welcher grundsätzlich überall zwischen der Fassung und dem Einlauf zur Turbine

Fischschutz

angeordnet werden kann (Fischschutz). Der Feinrechen wird bis auf Weiteres mit einem lichten Stababstand von 15 mm vorgesehen und gemäss den aktuellen Erkenntnissen (Ebel et al.) auf einer Sohlleitwand von min. 0.5 m Höhe abgestellt.

Um den abstiegswilligen Fischen eine verletzungsfreie Passage ins Unterwasser zu ermöglichen, soll im Anschluss an den Rechen ein Abstiegsbypass angeordnet werden. Weil eine Geschwemmselentnahme bei Rechenanlagen dieser Bauart nicht möglich ist, kommt dem Abstiegsbypass auch eine Abschwemm- und Spülfunktion zu.

Die Rechenfläche wird so gross gewählt, dass die orthogonale Anströmgeschwindigkeit den empfohlenen Grenzwert von 0.38 m/s für juvenile Bachforellen einhält. Schwimmschwache, bodenorientierte Arten (Groppe) werden im Schutz der Sohlleitwand zum Abstiegsbypass geleitet.

Die Mindestabmessung des massgebenden Profils im Abstiegsbypass für eine Bachforelle mit 0.6 m Länge beträgt, nach der Modellrechnung nach Ebel, in der Breite 0.32 m und in der Höhe 0.49 m.

Fischabstieg

Die Abstiegsklappe wird im Betrieb mit einem maximalen Winkel von 30° zur Sohle angestellt, damit auch bodenorientierten Fische, wie die Groppe, den Abstieg ins Unterwasser bewältigen können.

Die komplette Restwassermenge von 0.52 m³/s ergibt sich aus den beiden Wassermengen aus der Fischaufstiegshilfe 0.17 m³/s und des Fischabstieges welche auf die Restwassermenge angepasst wird und somit 0.35 m³/s beträgt.

Es wird davon ausgegangen, dass die Blockrampen bei den unteren zwei Schwellen ihre zugedachte Funktion erfüllen. Anpassungen und Optimierungen sind im Rahmen des Gesamtprojektes zu prüfen.

Untere Schwellen

Die folgende Variantenbezeichnung korrespondiert mit den vorangegangenen Dokumenten [4] und [5] und orientiert sich an der Variantenbezeichnung des Hochwasserschutzprojekts (vergl. Kapitel 1.3).

5.2 Variante 1a und 1b

Für diese Varianten ist folgendes Vernetzungskonzept vorgesehen:

Konzept

- Fischaufstieg mit technischem Gerinne (Vertical-Slot-Pass) auf der rechten Gewässerseite
- Fischschutz mit einem Horizontalrechen vor Ausleitung
- Fischabstieg über einen neuen Abstiegsbypass im Anschluss an den Fischschutz

Ferner ist der Aufstau durch ein Regelorgan zu ergänzen, um den Fliessquerschnitt im Oberwasser zu erhöhen. Die Massnahmen korrespondieren mit der im Hochwasserschutzprojekt (vergl. [3] & [5]) beschriebenen Variante 1: *Die oberste Überfallkante der Inselisperre wird so ausgebildet, dass sie bei Hochwasser um einen Meter abgesenkt werden kann (Schlauchwehr oder Stauklappe).*

Ein Entwurf der Anlagendisposition ist dem beigelegten Plan Nr. 21.310 - 21 für Variante 1a (Klappwehr) und Nr. 21.310 - 22 für Variante 1b mit Schlauchwehr zu entnehmen.

Fischaufstiegshilfe

Bis auf weiteres wird davon ausgegangen, dass der Einstieg in den Fischaufstieg aus dem Wehrkolk der obersten Schwelle erfolgt, da die unteren Schwellen bereits durch eine fischgängige Bresche mit Blockrampe vernetzt sind.

Disposition

Das Aufstiegsgerinne sollte unter dem Kanaleinlauf hindurchgeführt werden und ein gutes Stück oberhalb der Ausleitung an die Ilfis anschliessen. Innerhalb der Unterquerung werden, aufgrund der Zugänglichkeit, keine Einbauten installiert, da in diesem Abschnitt ein regelmässiger Unterhalt nicht zumutbar ist. Um eine attraktivere Fliessgeschwindigkeit zu erreichen, sollte das Gerinne in diesem Bereich schmaler ausgestaltet werden (0.8 - 1.0 m).

Um den geforderten Vernetzungsstandard einhalten zu können, wird ein Vertical-Slot-Pass in Anlehnung an das Merkblatt DWA-M 509 vorgeschlagen. Um die Höhendifferenz auf der vorgegebenen Distanz abbauen zu können, sind 13 Becken notwendig. Die Becken werden ferner durchgehend mit einem Sohlsubstrat von 20 cm versehen.

Vertical-Slot-Pass

Die detaillierte Berechnung kann dem Anhang entnommen werden.

Die Einstiegsöffnung ist parallel zum neuen Abstiegsbypass, respektive zur Fliessrichtung der Ilfis angeordnet. Somit dient die Einleitung des Abstiegsbypasses zur Intensivierung der Leitströmung des Fischaufstiegs. Der Ausstieg erfolgt situationsbedingt rechtwinklig zur Ilfis. Der Ein- und Ausstieg erfolgt mit Anschluss an die Gewässersohle, damit die Groppe den Ein- und Ausstieg ebenfalls bewältigen kann.

Das Aufstiegsgerinne ist mit einem Bediensteg aus demontierbaren Gitterrosten versehen, um einen lückenlosen und aufwandsarmen Unterhalt zu ermöglichen.

Unterhalt

Fischschutz

Vor der Ausleitung ist ein Horizontalrechen mit einem lichten Stababstand von mindestens 15 mm anzuordnen.

Horizontalrechen

Der Rechen verhindert zum einen den Geschwemmseleintrag und zum anderen das Einschwimmen der Fische.

Mit einer Rechenfläche von ca. 4.2 m^2 ($6.0 \times 0.7 \text{ m}$) wird der über der Fläche gemittelte orthogonale Anströmvektor (V_{Normal}) bei Q_A etwa 0.38 m/s .

Anström-
geschwindigkeit

Damit werden die Dauerschwimmgeschwindigkeiten juveniler Bachforellen (gem. Ebel) nicht überschritten.

Dem Horizontalrechen wird ferner eine Leitfunktion zugewiesen, um abwandernden Fischen den Weg zu einem Abstiegsbypass zu vereinfachen. Durch die schräge Anordnung des Feinrechens im Gewässer, entsteht eine für Fische wahrnehmbare Tangentialströmung entlang der Rechenstäbe bis zum Ende der Barriere. Dies wird durch die hohe Betriebswassermenge des Abstiegsbypasses ($\geq 20\%$ von Q_A) weiter begünstigt.

Leitwirkung

Da die Anströmgeschwindigkeit und der Stababstand so klein wie möglich zu halten sind, treten die Strömungsverluste oft zu Gunsten eines niedrigen Reinigungsaufwands in den Hintergrund. Als Alternative zum strömungsoptimierten Walzprofil werden Rundstähle mit einem aufgeschweissten Rechtecksteg empfohlen. Sie vereinen folgende Vorteile:

Stabform

- Reduzierte Verletzungswahrscheinlichkeit für Fische aufgrund des kantenlosen Profilkopfes
- Gute Reinigungseigenschaften und geringere Tendenz zur Verstopfung aufgrund der punktuellen Engstelle

- Günstig in der Herstellung (im Vergleich zu Sonderprofilen)
- moderate Strömungsverlustbeiwerte von ca. 1.61 [-] (im Vergleich: ungünstiger Rechteckquerschnitt = 2.42, strömungsoptimiertes Rechenstabprofil = 0.76)

Dem Rechenfeld ist eine, zur Unterwasserseite geneigte, Rinne vorgelagert, in der sich abgesetztes Grundlaub und Geschiebe ablagern kann. Zu Unterhaltszwecken kann das Geschieberinne mit den Kanaleinlaufschützen vom Stauraum abgetrennt werden und über den Spülschütz mit aufgesetzter Klappe entleert werden. Das Rechenfeld befindet sich dann – dank der Sohlleitwand – ausserhalb des benetzten Bereichs und kann so unproblematisch unterhalten oder ersetzt werden.

Geschiebe

Zukünftig wird das in der Wasserrfassung ankommende Geschwemmsel nicht in den Ausleitkanal eingetragen, sondern verbleibt im Gewässer und wird über die Regulierklappe und den Spülschütz mit aufgesetzter Klappe abgeschwemmt.

Geschwemmsel

Die Anlagensteuerung mit den Hilfsbetrieben (SPS, Hydraulikaggregat, Überwachung/Alarmierung etc.) werden in einer wetterfesten Aussenkabine untergebracht.

Steuerung

Fischabstiegsbypass

Der Abstieg ins Unterwasser erfolgt über einen separaten Korridor, der im Anschluss an das abströmende Ende des Rechens angeordnet ist. Die Beaufschlagung des Abstiegs erfolgt mit den verbleibenden 0.35 m³/s der verpflichtenden Restwassermenge.

Als Kontrollorgan kommt eine Klappe mit Kronenausschnitt (Abmessung B x H = 0.32 x 0.49 m) zur Anwendung, welche mit maximal 30° angestellt wird, um bodenorientierten Arten wie der Groppe das Überwinden zu erleichtern. Die Klappe kann zu Spülzwecken vollkommen abgelegt, respektive zu Wartungszwecken, auch vollständig geschlossen werden.

Abstiegsquerschnitt

Der Bypass hat eine lichte Breite von 0.8 m im Bereich der Regulierklappe und eine abgerundeten Verengung von 0.45 m beim Einstieg. Unterwasserseitig wird der Überfallstrahl in ein Wasserpelster von min. 1.20 m eingeleitet. Die Sohle unterhalb des Überfallstrahls ist gegen Erosion zu sichern (Kolksschutz).

Wehranlage

Eine Erhöhung der Abflusskapazität im Hinblick auf den Hochwasserschutz an der Schwelli Inseli lässt sich, aufgrund der seitlich angrenzenden Überbauung, (Inselweg, Schützenweg) am besten im Gerinne lösen. Eine Absenkung des Wehrkörpers liegt deshalb auf der Hand. Der höhere Einstau hat für die Ausleitung, mit Ausnahme des zusätzlichen Unterhalts, keine negativen Auswirkungen.

Absenkung Wehrschwelle

Als Stauorgan können entweder zwei Stauklappen (Variante 1a) oder ein luftgefülltes Schlauchwehr (Variante 1b) eingesetzt werden. Eine Stauklappe über der ganzen Breite wird aufgrund der Abmessung von rund 30 m nicht empfohlen. Ein Schlauchwehr in dieser Ausdehnung leistet beispielsweise seit 2012 für das Elektrizitätswerk Hinterrhein am Kraftwerk Nüland zuverlässig seine Dienste.

Wehrklappe oder Schlauchwehr

Wie weit die Schwelle abgesenkt werden muss, soll abschliessend durch die Vorgaben des Hochwasserschutzes definiert werden. In der beigelegten Zeichnung wird von - 1.5 m gegenüber dem Stauziel von 681.40 m ü.M. ausgegangen.

Sollten zwei Stauklappen zum Einsatz kommen, muss für den Bemessungsfall unter Umständen eine der beiden Klappen als geschlossen angenommen werden (n-1). Dies ist bei einer Weiterverfolgung dieser Variante zu berücksichtigen. Die schräge Anordnung der Wehrschwelle wäre allerdings besser für ein Schlauchwehr geeignet, weil damit auf einen Trennpfeiler verzichtet werden kann und die n-1 Regel nicht zwingend angewendet werden muss. Es darf davon ausgegangen werden, dass ein Schlauchwehr auch im Falle einer Fehlfunktion der Steuerung händisch abgesenkt werden kann. Ein mechanisches Versagen kann praktisch ausgeschlossen werden.

Bemessungsfall (n-1)

Der bestehende Wehrkörper wird abgesenkt und mit einer neuen Betonschwelle verstärkt. Sofern nötig, wird mit einer überschnittenen Bohrpfahlwand, oder einem Spundwandriegel die Schwelle fundiert. Die Bohrpfahlwand resp. die Spundwände verhindern, neben der Stabilisierung des Wehrkörpers, eine rückschreitende Erosion des Wehrkolks, welche aufgrund des fehlenden Tosbeckenbodens zu erwarten ist.

Foundation

Seitlich wird die Wehrschwelle von der bestehenden Ufermauer und der Wasserfassung mit dem Fischaufstieg (rechte Seite) gehalten.

Die Wehrklappe wird vorzugsweise so angeordnet, dass der Überfallstrahl direkt in den darunterliegenden Wehrkolk mündet. Dies lässt sich mit einem Schlauchwehr nicht realisieren, da der Schlauch im entleerten Zustand auf einem ebenen Ablagetisch abgelegt werden muss. Bei der Wahl eines Schlauchwehres könnte allerdings ein grosszügig bemessener Spülschutz mit aufgesetzter Geschwemmselklappe, dahingehend für Abhilfe sorgen, dass darüber ein Grossteil des Überfallwassers schadlos in den Unterwasserkolk geleitet wird. Mit einer Abflusskapazität von 10 m³/s könnte bis zu einem Q₃₀ der Abstieg ohne Wehrüberfall sichergestellt werden.

Fischschutz und Wehrüberfall

Die empfindlichen Anlageteile (Antriebe, Aggregate, Hilfsbetriebe, etc.) müssen mit einem entsprechenden Freibord versehen werden.

HQ-Sicherheit

Der Einstau der Fischeaufstiegshilfe durch das Unterwasser wird für Abflüsse ab > Q₃₀ hingenommen. Die entsprechenden Hochwasserpegel sind im Rahmen des Hochwasserschutzprojekts abschliessend zu ermitteln und bilden die Grundlage für die vertiefte Planung der Wehranlage.

Grobkostenschätzung:

Die nachfolgende Grobkostenschätzung basiert weitgehend auf Erfahrungswerten von kürzlich ausgeführten oder projektierten Anlagen vergleichbarer Bauart und Grössenordnung. Die Kostengenauigkeit ist entsprechend der Bearbeitungstiefe eines Vorprojekts mit ± 20 % zu verstehen. Als Preisbasis gilt Juni 2024.

Investitionskosten

Massnahmen	Variante 1a Klappwehr	Variante 1b Schlauchwehr
1) Baumeisterarbeiten	1'985'000	1'985'000
2) Ausrüstungen / Bauhandwerker	1'005'000	825'000
3) Baunebenkosten und Planung	660'000	620'000
4) Entschädigung Produktionsausfall Bauzeit	270'000	270'000
5) Wirkungskontrolle	120'000	120'000
Total Investitionskosten	4'040'000	3'820'000

Tabelle 6: Grobkostenschätzung Variante 1a und 1b in CHF exkl. MwSt.

Allein für die Umsetzung der Baumassnahmen inklusive Planung und Bauleitung sind CHF 3'650'000 resp. 3'430'000.- vorzusehen.

Bau

Dazu kommen noch etwa CHF 270'000.- Entschädigung für den baubedingten Betriebsunterbruch (Annahme: Bauzeit 12 Monate).

Produktionsausfall

Für die technische und biologische Wirkungskontrolle werden bis auf weiteres CHF 120'000 vorgesehen.

Fazit Variante 1a:

- + Generell werden nur erprobte Systeme implementiert, welche sich über die hydraulischen und geometrischen Parameter gut planen lassen und dessen Funktion an zahlreichen Objekten belegt werden kann:

Der Abstiegsbypass kann unmittelbar im Anschluss an den Fischschutz angeschlossen werden. Diesbezüglich kann eine optimale Leitwirkung vom Rechen zur Abstiegsöffnung erreicht werden. Anfallendes Geschwemmsel wird ebenfalls über den Abstiegsbypass kontinuierlich abgeschwemmt.

Optimale Auslegung des Fischabstiegsbypasses mittels Regulierklappe. Die Reinigung erfolgt durch eine erweiterte Teilöffnung während des Spülvorgangs, bei dem erfahrungsgemäss sämtliche Fremdkörper im Abstiegsquerschnitt mobilisiert werden können. Eine gezielte Geschiebespülung vor dem Rechen ist durch den Grundablass möglich, ohne dass der Staubereich abgesenkt werden muss.

Die Einleitung des Abstiegsbypasses erfolgt nahe am Einstieg in die FAH. Die Auffindbarkeit bei Restwasserbedingungen ist somit gegeben.

- + Durch den Neubau der Stauanlage kann der Wehrüberfall in den darunterliegenden Wehrkolk geleitet werden. Damit kann ein verletzungsfreier Abstieg bei Wehrüberfall vorausgesetzt werden. Dies gilt allerdings nur, wenn ein Klappwehr zum Einsatz kommt. Bei einem Schlauchwehr, fällt der Überfallstrahl auf den Ablagetisch und der verletzungsfreie Abstieg muss über den Spülschutz garantiert werden.
- + Mit der vorgesehenen Absenkung der Wehrschwelle in Kombination mit den Stauklappen oder einem Schlauchwehr, lässt sich der Abflussquerschnitt erheblich vergrössern. Eine Absenkung bis -1.5 m ist möglich.
- + Mit Variante 1a (und 1b) verbleibt die Staustufe am bestehenden Standort und kann, zu einem späteren Zeitpunkt, auch mit einem

Dotierkraftwerk nachgerüstet werden. Mit einer Aufgabe des Ausleitkanals wäre auch ein Durchlaufkraftwerk denkbar.

- Der Unterhaltsaufwand wird sich mit den sicherheitsrelevanten Regelorganen, gegenüber dem Ist-Zustand, erheblich erhöhen. Es ist fraglich, ob die Aufwendungen – insbesondere für Ersatzinvestitionen – über die Genossenschaftsbeiträge langfristig gesichert werden können.
- Die neue Wehranlage, bestehend aus den beiden Wehrklappen respektive dem Schlauchwehr, ist eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes. Das vorherrschende Erscheinungsbild bekommt gegenüber dem Ist-Zustand einen sehr technischen Charakter (Akzeptanzproblem).
- Bei einem allfälligen Rückbau der Anlage sind erhebliche Mittel erforderlich, um die Stauanlage zurückzubauen und fischgängig wieder herzustellen. Der vorgesehene Fischaufstieg funktioniert nur mit dem vorgesehenen Einstau und muss dementsprechend umgebaut werden.
- Sicherheit: Die Stauorgane erfordern ein hohes Mass an Sicherheit, damit zum einen im Hochwasserfall der Querschnitt für den Abfluss freigegeben und zum anderen im Regelbetrieb das Stauziel gehalten wird. Eine Fehlfunktion oder Manipulation kann in beiderlei Fällen verheerende Konsequenzen zur Folge haben (Flutwelle, Leerlaufen des Stauraums und des Kanalsystems).
- Der Wehrkolk wird während der Restwasserperiode, respektive wenn kein Wehrüberfall stattfindet, nicht durchströmt (ca. 90 Tage pro Jahr).
- Das neue Stauorgan dient ausnahmslos dem Hochwasserschutz und bringt keinen Mehrwert für den Kraftwerksbetrieb.

Fazit Variante 1b:

Grundsätzlich hat diese Variante mehrheitlich die gleichen Vorzüge wie die oben beschriebenen Variante 1a. Ergänzend kann aber festgehalten werden, dass

- + mit einem Schlauchwehr eine 1 – feldrige Lösung möglich ist, und somit auf den Mittelpfeiler verzichtet werden kann,

- + keine Installationen auf der linken Seite erforderlich sind (Hydraulik links entfällt),
- + die n-1 Regel möglicherweise nicht zu Anwendung kommt, da das Schlauchwehr immer abgesenkt werden kann und die Investitionskosten tiefer liegen.
- Bei einem Schlauchwehr fällt der Überfallstrahl auf den Ablagetisch und der verletzungsfreie Abstieg muss über den Spülschutz garantiert werden.
- Im Hinblick auf das Geschiebemanagement ist eine 2-feldrige Lösung zu bevorzugen, da die Klappen einzeln geöffnet werden können und mit deutlich weniger Wasser gespült werden kann.
- Das neue Stauorgan dient ausnahmslos dem Hochwasserschutz und bringt keinen Mehrwert für den Kraftwerksbetrieb.

5.3 Variante 1c

Variante 1c ist im Hinblick auf die Wasserfassung und die Entnahme vergleichbar mit Variante 1a und 1b, mit dem Unterschied, dass die Fischaufstiegsanlage auf der linken Seite angeordnet wird.

Konzept

Diese Variante wurde bereits zu einem früheren Zeitpunkt in Erwägung gezogen (vergl. Fischaufstiegshilfe Sperre Inseli, Baugesuchsdossier Hydro-Solar vom Mai 2011). Aufgrund der Sohlabsenkung durch das neue Stauorgan darf, im konkreten Fall, von einer deutlich besseren Anbindung an das Oberwasser ausgegangen werden. Damals wurden ungünstige Sohlveränderungen und Bankbildungen berücksichtigt (vergl. Fischaufstieg Ilfis Langnau, hydraulische Machbarkeit; Flussbau AG Bern, November 2008), was zu einem deutlich aufwendigerem Bauwerk geführt hätte.

Fischaufstiegshilfe

Der Einstieg in die Fischaufstiegshilfe ist in einem ca. 30° Winkel zur Fliessrichtung der Ilfis angeordnet. Während der Restwasserperiode (ca. 90 Tage pro Jahr) wird der Wehrkolk auf der gesamten Breite durchströmt. Das Aufstiegsgerinne kann im Gegensatz zu Variante 1a und 1b ohne Kehre ausgebildet werden.

Fischabstiegsbypass und Fischschutz

Fischabstieg und Fischschutz erfolgen mit dem gleichen Prinzip und den Regelorganen wie bei der Variante 1a und 1b.

Grobkostenschätzung:

Im Unterschied zur Grobkostenschätzung von Variante 1a und auch 1b wird Variante 1c mit einem Fischaufstiegsgerinne auf der linken Seite ausgerüstet. Dies hat zur Folge, dass zusätzliche Wasserhaltungsmassnahmen vorzusehen sind. Dies wirkt sich negativ auf die Kosten aus. Ferner lassen sich weniger Synergien in der Bausubstanz nutzen, weshalb zusätzliche Abbruch- und Betonkubaturen zu erwarten sind.

Für die Umsetzung der Baumassnahmen inklusive Planung und Bauleitung sind CHF 3'910'000.00 vorzusehen. Dazu kommen noch etwa CHF 270'000.- Entschädigung für den baubedingten Betriebsunterbruch, wenn von einer Unterbruchzeit von 12 Monaten ausgegangen wird.

Auch für diese Variante werden für die technische und biologische Wirkungskontrolle CHF 120'000 vorgesehen.

Investitionskosten

Massnahme Variante 1c	CHF exkl. MwSt.
1) Baumeisterarbeiten	2'200'000
2) Ausrüstungen / Bauhandwerker	1'005'000
3) Baunebenkosten und Planung	705'000
4) Entschädigung Produktionsausfall Bauzeit	270'000
5) Wirkungskontrolle	120'000
Total Investitionskosten Variante 3	4'300'000

Tabelle 7 Grobkostenschätzung Variante 1c exkl. MwSt.

Fazit Variante 1c:

Die Vor- und Nachteile dieser Variante entsprechen mehrheitlich denen der Variante 1a und werden der Vollständigkeit halber nochmals aufgeführt.

Die ergänzenden Argumente sind **fett** gedruckt.

- + Generell werden nur erprobte Systeme implementiert, welche sich über die hydraulischen und geometrischen Parameter gut planen lassen und dessen Funktion an zahlreichen Objekten belegt werden kann:

Der Abstiegsbypass kann unmittelbar im Anschluss an den Fischschutz angeschlossen werden. Diesbezüglich kann eine optimale

Leitwirkung vom Rechen zur Abstiegsöffnung erreicht werden. Anfallendes Geschwemmsel wird ebenfalls über den Abstiegsbypass kontinuierlich abgeschwemmt. Optimale Auslegung des Fischabstiegsbypasses mittels Regulierklappe. Die Reinigung erfolgt durch eine erweiterte Teilöffnung während des Spülvorgangs, bei dem erfahrungsgemäss sämtliche Fremdkörper im Abstiegsquerschnitt mobilisiert werden können.

Eine gezielte Geschiebespülung vor dem Rechen ist durch den Grundablass möglich, ohne dass der Staubereich abgesenkt werden muss (analog zur Variante 1a und 1b).

- + Durch den Neubau der Stauanlage kann der Wehrüberfall in den darunterliegenden Wehrkolk geleitet werden. Damit kann ein verletzungsfreier Abstieg bei Wehrüberfall vorausgesetzt werden (analog zur Variante 1).
- + Mit der vorgesehenen Absenkung der Wehrschwelle in Kombination mit den Stauklappen, lässt sich der Abflussquerschnitt erheblich vergrössern. Eine Absenkung bis -1.5 m ist möglich (analog zur Variante 1).
- + Mit Variante 1c verbleibt die Staustufe am bestehenden Standort und kann zu einem späteren Zeitpunkt auch mit einem Dotierkraftwerk nachgerüstet werden. Mit dem Rückbau des Ausleitkanals wäre auch ein Durchlaufkraftwerk denkbar (analog zur Variante 1a und 1b).
- + **Der Wehrkolk wird auch während der Restwasserperiode, respektive wenn kein Wehrüberfall stattfindet, durchströmt (ca. 90 Tage pro Jahr).**
- Der Unterhaltsaufwand wird sich mit den sicherheitsrelevanten Regelorganen, gegenüber dem Ist-Zustand, erheblich erhöhen. Es ist fraglich, ob die Aufwendungen – insbesondere für Ersatzinvestitionen – über die Genossenschaftsbeiträge langfristig gesichert werden können (analog zur Variante 1a und 1b).
- Die neue Wehranlage, bestehend aus den beiden Wehrklappen, ist eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes. Das vorherrschende Erscheinungsbild bekommt gegenüber dem Ist-Zustand einen sehr technischen Charakter (Akzeptanzproblem analog zur Variante 1a und 1b).

- Bei einem allfälligen Rückbau der Anlage sind erhebliche Mittel erforderlich, um die Stauanlage zurückzubauen und fischgängig wieder herzustellen. Der vorgesehene Fischaufstieg funktioniert nur mit dem vorgesehenen Einstau und muss dementsprechend umgebaut werden (analog zur Variante 1a und 1b)
- Sicherheit: Die Stauorgane erfordern ein hohes Mass an Sicherheit, damit zum einen im Hochwasserfall der Querschnitt für den Abfluss freigegeben und zum anderen im Regelbetrieb das Stauziel gehalten wird. Eine Fehlfunktion oder Manipulation kann in beiderlei Fällen verheerende Konsequenzen zur Folge haben (Flutwelle, Leerlaufen des Stauraums und des Kanalsystems analog zur Variante 1a und 1b).
- **Die Einleitung des Abstiegsbypasses erfolgt nicht am Einstieg in die FAH. Die Auffindbarkeit wird durch die Einleitung des Abstiegsbypasses gestört.**
- Das neue Stauorgan dient ausnahmslos dem Hochwasserschutz und bringt keinen Mehrwert für den Kraftwerksbetrieb.

5.4 Variante 2

Als alternativer Lösungsansatz wird eine Verschiebung der Wasserentnahme um rund 200 m flussaufwärts, zur bestehenden Messschwelle des BAFU (Station Nr. 2603 Ilfis – Langnau) vorgeschlagen, welche sich diesbezüglich bestens eignet. An diesem Standort wäre eine Grundentnahme, analog zu einem Tirolerwehr, vorzusehen. Damit sollen die erforderlichen 1.6 m³/s im Gewässer gefasst und über eine innerhalb der rechten Uferböschung verlegten Druckleitung dem bestehenden Gewerbekanal zugeführt werden.

Die Vernetzung der Inseli-Sperre erfolgt durch eine Unterbrechung der Schwelle mit einer befestigten Blockrampe in Anlehnung an die beiden unteren Schwellen. Die Messschwelle selbst sollte im Rahmen der Massnahmen ebenfalls mit einem Umgehungsgerinne ergänzt werden.

Diese Variante korrespondiert mit der Variante 2.2 aus dem Variantenstudium vom 1. Juni 2023 [5].

Konzept

Fischabstieg und Wasserfassung

Die Wehrkrone ist durch die bestehende Messschwelle mit einer Höhenkote von 682.78 m ü.M. gegeben und soll nicht verändert werden.

Die Wasserentnahme ist mittels eines Coandarechens mit Geschiebeprotektoren konzipiert. Bei einer Entnahmemenge von etwa 75 l/s pro Laufmeter Überfallkante, wären 19 Elemente mit einer Standardbreite von 1.15 m zu installieren. Dies entspricht einer Abwicklung von knapp 22 m, was der Breite des bestehenden Messwehrs gleich kommt. Die Überfallkante des Coandarechens wird standardmässig orthogonal zum Anströmvektor angeordnet. Das Wasser wird unter dem Feinrechen in einer Sammelrinne aufgefangen und seitlich abgeleitet.

Coandarechen



Abbildung 11: Beispiel einer Wasserfassung mit Coandafeinrechen: KW Schanielabach, St. Antönien (hydraulischer Höhenverlust = 1.95 m bei 2.0 m³/s Entnahme)

Eine seitliche Anordnung – analog zu einem Streichwehr – erfordert eine Kanalisierung auf einer Seite des Gewässers, womit zusätzliche Bauwerke und Regelorgane erforderlich wären.

Der Coandarechen ist so dimensioniert, dass Partikel > 0.60 mm über den Rechen weitergeleitet werden und nicht ins Fassungsbauwerk gelangen. Auf eine anschliessende Entsandung des Wassers kann somit verzichtet

Auslegung

werden. Die Vorzüge der Wasserentnahme mit Coandarechen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Der Coandarechen ist zum Grossteil selbstreinigend
- Auf die Anordnung einer Rechenreinigungsanlage kann verzichtet werden
- Der Sandeintrag in die Wasserfassung ist durch die geringe Spaltweite des Feinsiebes auf Partikel ≤ 0.60 mm reduziert. Es ist somit keine zusätzliche Entsandungsanlage mehr erforderlich. Sedimentationsspülungen entfallen weitestgehend
- Laub, Baumnadeln, kleine Holzstücke, Moos und sonstiges Geschwemmsel werden mit dem Fliessgewässer weitertransportiert
- Über dem Feinrechen ist ein Grobrechen (Protektor) angeordnet, welcher die darunterliegenden Teile vor Beschädigungen durch grössere Steine, Wurzelstöcke, Äste und Vandalismus schützt
- Fische und kleinere Gewässerlebewesen können sich gefahrlos über den Feinrechen ins Unterwasser treiben lassen (Fischabstieg).

Die Auslegung der Wasserfassung berücksichtigt neben der Hochwassersicherheit vor allem die betrieblichen und gewässerökologischen Aspekte. Die Ableitung des anfallenden Geschwemmsels erfolgt, wie oben beschrieben, über den Coandarechen. Anlandendes Geschiebe wird durch Hochwasserereignissen mobilisiert und über den Rechen weiter transportiert (freier Geschiebetrieb).

Geschwemmsel- und
Geschiebegängigkeit

Im Anschluss an die Sammelrinne, wird das Wasser über eine neue Druckleitung dem 200 m flussabwärts gelegenen Oberwasserkanal zugeführt. Zu Beginn der Druckleitung wird ein Entlüftungsschacht platziert. Dieser soll Schwingungen und Druckstösse abfedern und Schäden am System verhindern. Ein Drosselschieber regelt das Niveau im Ausleitkanal und kann im Wartungsfall die Sammelrinne von der Druckleitung abschotten.

Druckleitung

Die Höhendifferenz von der Oberkante Messwehr bis zum konzidierten Stauziel beträgt nach ersten Abklärungen 1.36 m. Der hydraulische Höhenverlust des Coandarechens beträgt – für ein standortoptimiertes Modell – mindestens 0.65 m. Weitere 0.35 m sind durch reibungsbedingte Verluste

Hydraulische Verluste

in der Druckleitung zu erwarten (Annahmen: $L = 200\text{ m}$, $DN\ 1'200$, Material = GFK).

Weitere Verluste von etwa $0.2 - 0.3\text{ m}$ entstehen bereits in der Sammelrinne, in der das Wasser beschleunigt und umgelenkt werden muss.

Eine allfällige Absenkung der Wehrschwelle im Hinblick auf den Hochwasserschutz, geht zu Lasten der Energiegewinnung des ersten Kraftwerks und muss im Bedarfsfall gesondert betrachtet werden. Auch ist zu beachten, dass der Coandarechen einen Höhenunterschied zwischen Oberkante Schwelle und Unterwasserpegel benötigt, um als selbstreinigendes System zu funktionieren. Eine Verschiebung der Schwelle ergibt, im Hinblick auf die Kosten und Funktion als Messwehr, keine erkennbaren Vorteile.

Absenkung
Messschwelle

Fischschutz

Der Coandafeinrechen bietet grundsätzlich für kleine Entnahmemengen einen idealen Fischschutz. Der lichte Rechenstababstand kann im vorliegenden Fall mit 0.6 mm angenommen werden. Unterwasserseitig mündet der Überfallstrahl in den Wehrkolk, womit ein verletzungsfreier Abstieg bei Wehrüberfall gegeben ist. Ergebnisse ethohydraulischer Versuche an der VAW (vergl. IMAD et al. 2021) weisen darauf hin, dass der Fischabstieg über den Coanda-Rechen unproblematisch für die Fische funktioniert und keine relevanten Schäden durch den Rechen an sich zu erwarten sind.

Coanda Feinrechen

Fischaufstieg

Der verfügte Fischaufstieg an der oberen Inseli-Schwelle ist gerinneintegriert und in Anlehnung an die beiden unteren Schwellen auszuführen, respektive erfolgt ohnehin im Rahmen der Sohlabsenkung des Hochwasserschutzprojekts. Ergänzend ist eine Vernetzung der Messschwelle vorgesehen, welche pragmatischerweise im Kontext der Sanierung Fischgängigkeit erfolgt. Hier wäre im Ausführungsfall ein Aufgabenabtausch empfehlenswert:

- Fischaufstieg Inseli-Sperre → HWS
- Fischaufstieg Messwehr → Sanierung Fischgängigkeit

Es wird ferner empfohlen, den Wanderkorridor am Messwehr grosszügig und auf die gesamte Restwassermenge von $0.52\text{ m}^3/\text{s}$ zu dimensionieren, damit während der Restwasserperiode ($\approx 90\text{ Tage/Jahr}$) auch der Abstieg

Raugerinne

über das Vernetzungsgerinne garantiert werden kann. Aufgrund der variierenden Wassermenge und der zu erwartenden Geschiebebelastung, ist ein technisches Gerinne ungeeignet und sollte zugunsten eines hochwassersicheren Raugerinnes ausgebildet werden. Diesbezüglich ist eine rahmengebende feste Foundation (beispielsweise mit Spundwänden und Beton) erforderlich, welche zum Oberwasser einen definierten Abflussquerschnitt sicherstellt.

Die zu überwindende Wasserspiegeldifferenz beträgt ca. 1.0 bis 1.2 m. Durch die Absenkung der Inselisperre im Zuge des Hochwasserschutzprojekts ist gegebenenfalls eine Vergrößerung der Wasserspiegeldifferenz zu erwarten.

Grobkostenschätzung:

Die nachfolgende Grobkostenschätzung basiert weitgehend auf Erfahrungswerten von kürzlich ausgeführten oder projektierten Anlagen vergleichbarer Bauart und Grössenordnung. Die Kostengenauigkeit ist entsprechend der Bearbeitungstiefe eines Vorprojekts mit $\pm 20\%$ zu verstehen.

Für die Umsetzung der Baumassnahmen inklusive Planung und Bauleitung sind CHF 2'390'000.- vorzusehen. Der Betriebsunterbruch reduziert sich ungefähr auf einen Monat für die Anschlussarbeiten (ca. CHF 20'000), da die neue Fassung inkl. Druckleitung weitestgehend bei laufendem Betrieb erfolgen kann. Der Anschluss an das bestehende System kann im Rahmen des jährlichen Bachabschlags erfolgen.

Für die technische und biologische Wirkungskontrolle werden analog zur vorangegangenen Variante rund CHF 120'000 vorgesehen.

2

Massnahmen Variante 3	CHF exkl. MwSt.
1) Baumeisterarbeiten	1'750'000
2) Ausrüstungen / Bauhandwerker	780'000
3) Baunebenkosten und Planung	560'000
4) Entschädigung Produktionsausfall Bauzeit	20'000
5) Wirkungskontrollen	120'000
Total Investitionskosten	3'230'000

Tabelle 8 Grobkostenschätzung Variante 2

Die in Tabelle 8 aufgeführten Kosten beinhalten neben den Bauarbeiten auch sämtliche Lieferung und Montagen der technischen Anlageteile, sowie die Aufwendungen für Planung und Bauleitung. Eine detaillierte Zusammenstellung der Baukosten ist dem Anhang zu entnehmen.

Fazit Variante 2:

- + Bei dieser Variante handelt es sich um ein passives System:
Es erfolgt kein künstlicher Einstau und der Coandarechen ist ins Gewässer integriert, weitgehend selbstreinigend und kommt gänzlich ohne sicherheitsrelevanten Regelorgane aus.
- + Der Eingriff ins Gewässer ist, im Vergleich zu den Varianten 1a, 1b, 1c, sehr gering. Das Erscheinungsbild, gegenüber dem Ist-Zustand, wird nur marginal verändert. Ab einem Ilfisabfluss von ca. 4 m³/s ist der Coandarechen vollständig überströmt und kann ausserdem auf der gesamten Breite als verletzungsfreier Fischabstieg verstanden werden.
- + Von der Wasserfassung mit Coandarechen geht keine Gefahr für Menschen oder Tiere durch Fehlfunktionen oder Manipulationen aus.
- + Der Fischaufstieg ist gerinneintegriert und wird mit der gesamten Restwassermenge beaufschlagt. Die Unterhaltsmassnahmen sind vernachlässigbar gering. Mit dem Fischaufstieg bei der Messschwelle wird der Lebensraum um weitere 600 m vernetzt (vom Messwehr bis zur Schwelle zwischen GEWISS-Adresse 4570 und 5108).
- + Die Schnittstellen zum Hochwasserschutz bei der Schwelle werden deutlich minimiert.
- Die Ausleitstrecke wird um rund 200 m (ca. 8%) verlängert
- Mit der Verschiebung der Wasserfassung zur Messschwelle wird ein allfälliger Ausbau der Wasserkraft an diesem Standort sehr schwierig werden.

5.5 Variante 4 – Rückbau

Die Einstellung des Kraftwerkbetriebs und der Rückbau der Stauanlage stellt grundsätzlich eine Möglichkeit dar, die Beeinträchtigung der Fischgängigkeit am betroffenen Standort zu beseitigen. Der Betreiberin steht für diesen Fall zur Wahrung ihrer wohlerworbenen Rechte grundsätzlich eine Entschädigung zu.

Mit Verweis auf die Vollzugshilfe des BAFU „Ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen: Finanzierung der Massnahmen; Ausgabe 2016“ werden Erlöseinbussen über 40 Jahre vergütet.

Ertragsausfall

Die Bemessung der Entschädigung ist in Art. 3 VKSWk geregelt. Die in das Netz gesamthaft rückgespeiste Energie kann auf Basis der installierten Leistung (ca. 260 kW) und der Dauerkurve der Messstation 2603 Ilfis, Langnau (Periode 1990-2020) auf rund 1.8 GWh pro Jahr abgeschätzt werden. Ausgehend von einer angenommenen mittleren Vergütung von ± 0.15 CHF/kWh (Mischrechnung aus KEV, MKF, Eigenverbrauch, Marktpreis), ergibt dies über den Betrachtungszeitraum von 40 Jahren ein Umsatz von ca. CHF 10 bis 11 Mio. Werden davon Leistungen für Unterhalt und Wartung in Abzug gebracht, reduziert sich der zu entschädigende Betrag womöglich auf etwa 2/3 oder CHF 7 Mio.

Unabhängig davon entstehen entschädigungsberechtigte Kosten für den Rückbau der Kraftwerksanlagen und der Massnahmen zur Längsvernetzung. Die Kosten dafür dürfen in der Grössenordnung der oben beschriebenen Varianten ausfallen und müssten zu den Entschädigungszahlungen hinzugerechnet werden.

Rückbaukosten

Die Kraftwerksanlagen sind weitestgehend in einem baulich guten Zustand und können derzeit kostendeckend betrieben werden.

Die Kraftwerkskette erzeugt jährlich CO²- neutralen Strom für rund 500 Haushalte. Ein Rückbau wäre somit deutlich gegen die ehrgeizigen Ziele der Energiestrategie. Die Anlagen werden fachmännisch unterhalten und periodisch gewartet, weshalb es derzeit keinen erkennbaren Grund gibt, die Ausleitung zur Wiederherstellung der Längsvernetzung aufzugeben. Der Gewerbekanal dient zudem der Ableitung des Meteorwassers aus dem umliegenden Siedlungsgebiet und der Bereitstellung von Löschwasser. Es

Energiestrategie

wurden zudem in der jüngeren Vergangenheit grössere Summen in die Instandhaltung der Wasserwege investiert (z.B. Erneuerung Druckleitung Stämpfliareal 2015), was eine Stilllegung deutlich weiter belasten würde.

5.6 Variante 0

Variante 0 sieht an der Position der Ausleitung in den Gewerbekanal und an der Wehranlage gegenüber heute keine Änderungen vor. Gegenüber den Varianten 1 und 2 werden in dieser Variante keine Hochwasserdefizite behoben.

Im Hinblick auf die Vernetzungsmassnahmen können folgende Lösungssätze der Variante 1 unverändert übernommen werden:

Die Fischaufstiegshilfe ist analog zur Variante 1a und 1b auf der rechten Gewässerseite als technisches Gerinne (Vertical -Slot-Pass) angeordnet und vernetzt den Wehrkolk der obersten Schwelle mit dem Oberwasser. Das Aufstiegsgerinne wird ebenfalls unter dem Kanaleinlauf hindurchgeführt und schliesst ein gutes Stück oberhalb der Ausleitung an.

Fischaufstiegshilfe

Vor der Ausleitung ist – wie bereits in Variante 1a und 1b beschrieben – ein Horizontalrechen mit einem lichten Stababstand von mindestens 15 mm anzuordnen.

Fischschutz

Dem Rechenfeld muss auch hier eine, zur Unterwasserseite geneigte, Rinne vorgelagert werden, in der sich abgesetztes Grundlaub und Geschiebe ablagern kann. Dies bezüglich sind Anpassungen an der heutigen Spülklappe erforderlich.

Der Abstieg ins Unterwasser erfolgt über einen separaten Korridor, der im Anschluss an das abströmende Ende des Rechens angeordnet ist. Die Beaufschlagung des Abstiegs erfolgt mit den verbleibenden 0.35 m³/s der verpflichtenden Restwassermenge.

Fischabstiegsbypass

Als Kontrollorgan kommt auch hier eine Klappe mit Kronenausschnitt zur Anwendung kommt.

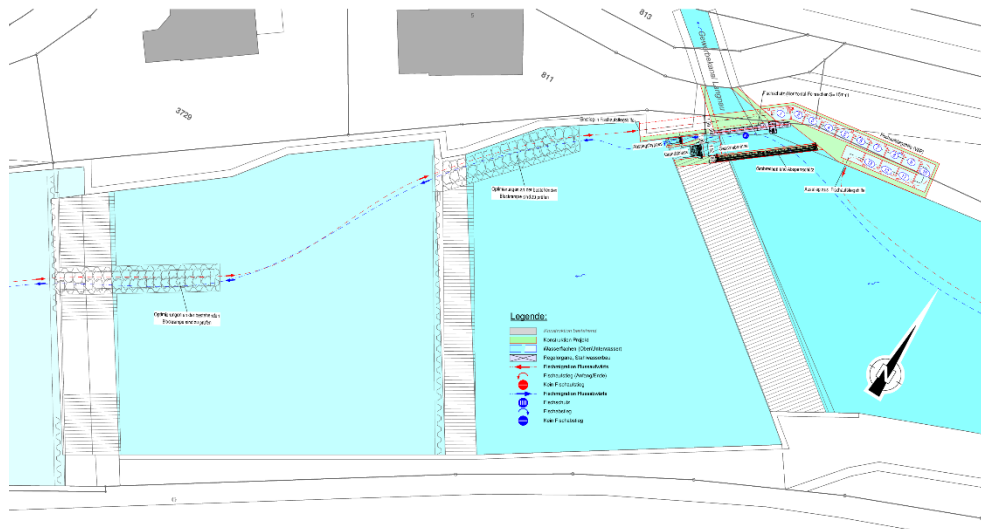


Abbildung 12: Disposition Variante 0

An der Wehrschwelle werden keine Massnahmen erfolgen. Zur Beseitigung der Hochwasserdefizite werden seitlich entsprechend hohe Dämme erstellt.

Wehranlage

Grobkostenschätzung:

Die Grobkostenschätzung stützt sich in der Berechnung weitgehend auf die vorangegangene Variante 1a.

Investitionskosten

Massnahmen	Variante 0
1) Baumeisterarbeiten	990'000
2) Ausrüstungen / Bauhandwerker	490'000
3) Baunebenkosten und Planung	320'000
4) Entschädigung Produktionsausfall Bauzeit	180'000
5) Wirkungskontrolle	120'000
Total Investitionskosten	2'100'000

Tabelle 9: Grobkostenschätzung Variante 0 in CHF exkl. MwSt.

Für die Umsetzung der Baumassnahmen inklusive Planung und Bauleitung sind CHF 1'800'00.00.- vorzusehen. Es ist festzuhalten, dass mit dieser Variante keines der bestehenden Hochwasserdefizite berücksichtigt wird.

Bau

Diesbezüglich sind gegenüber der Variante 1 deutlich höhere Dämme auf beiden Uferseiten zu berücksichtigen.

Dazu kommen noch etwa CHF 180'000.- Entschädigung für den baubedingten Betriebsunterbruch (Annahme: Bauzeit 8 Monate).

Produktionsausfall

Für die technische und biologische Wirkungskontrolle werden bis auf weiteres CHF 120'000 vorgesehen.

Fazit Variante 0:

- + Generell werden nur erprobte Systeme implementiert, welche sich über die hydraulischen und geometrischen Parameter gut planen lassen und dessen Funktion an zahlreichen Objekten belegt werden kann:

Der Abstiegsbypass kann unmittelbar im Anschluss an den Fischschutz angeschlossen werden. Diesbezüglich kann eine optimale Leitwirkung vom Rechen zur Abstiegsöffnung erreicht werden. Anfallendes Geschwemmsel wird ebenfalls über den Abstiegsbypass kontinuierlich abgeschwemmt.

Optimale Auslegung des Fischabstiegsbypasses mittels Regulierklappe. Die Reinigung erfolgt durch eine erweiterte Teilöffnung während des Spülvorgangs, bei dem erfahrungsgemäss sämtliche Fremdkörper im Abstiegsquerschnitt mobilisiert werden können. Eine gezielte Geschiebespülung vor dem Rechen ist durch den Grundablass möglich, ohne dass der Staubereich abgesenkt werden muss.

Die Einleitung des Abstiegsbypasses erfolgt nahe am Einstieg in die FAH. Die Auffindbarkeit bei Restwasserbedingungen ist somit gegeben.

- + Mit Variante 0 verbleibt die Staustufe am bestehenden Standort und kann, zu einem späteren Zeitpunkt, auch mit einem Dotierkraftwerk nachgerüstet werden. Mit einer Aufgabe des Ausleitkanals wäre auch ein Durchlaufkraftwerk denkbar.
- + Es müssen keine sicherheitsrelevante Regelorgane betrieben und unterhalten werden. Der Unterhalt reduziert sich auf die Funktionen des Kraftwerksbetriebs und der Längsnetzmassnahmen.
- Bei einem allfälligen Rückbau der Anlage sind erhebliche Mittel erforderlich, um die Stauanlage zurückzubauen und fischgängig wieder herzustellen. Der vorgesehene Fischeufstieg funktioniert nur mit dem vorgesehenen Einstau und muss dementsprechend umgebaut werden.
- Der Wehrkolk wird während der Restwasserperiode, respektive wenn kein Wehrüberfall stattfindet, nicht durchströmt (ca. 90 Tage pro Jahr).

- Im Ist-Zustand fällt der Überfallstrahl auf den nachgelagerten Wehrrücken. Der verletzungsfreie Abstieg kann nur über den Abstiegsby-pass garantiert werden.

5.7 Verworfenne Variante Fischaufstieg

Im Rahmen der Hochwasserschutzmassnahme wurde eine Fischaufstiegsanlage in Form eines technischen Gerinnes über alle drei Schwellen der Inseli-Sperre angedacht [2].

Diese Variante hat das Problem, dass abdriftende Fische bei Wehrüberfall in den verbleibenden Kolkbereichen gefangen werden und dort bis zum nächsten Hochwasser verharren müssen oder bei unzureichendem Wasserzustrom sogar verenden können. Alternativ müsste für den Fischabstieg eine zusätzliche Niederwasserrinne erstellt und beschickt werden.

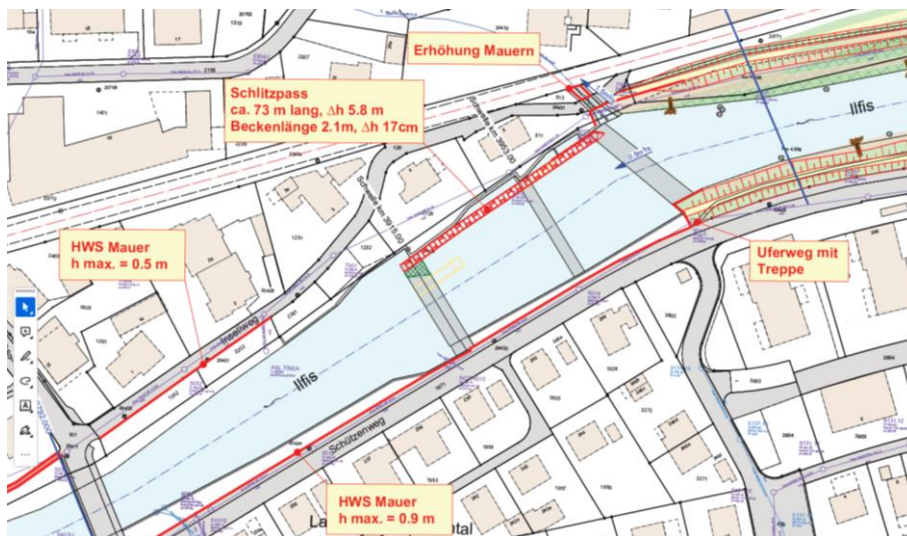


Abbildung 13 Ausschnitt Variante FAH aus Hochwasserschutzprojekt HZP

Aus folgenden Gründen wurde diese Variante verworfen:

- Die Benetzung der Wehrkolke erfordert einen zusätzlichen Wanderkorridor für den Abstieg und die Wasserversorgung, für welchen Betriebswasser zu lasten des Fischaufstiegs bereitgestellt werden muss.

- Die Fischaufstiegsanlage kommt im Profil des Hochwasserabflusses zu liegen, weshalb von einer erheblichen Geschiebe- und Gschwemmselbelastung ausgegangen werden muss. Der zu erwartende Unterhalt wäre sehr hoch und würde nur anteilig durch die GWBIL zu bewältigen (max. 1/3).
- Die Position des Ausstiegs kommt im abströmenden Ende des Rechen zu liegen und wäre somit der ständigen Belastung des am Rechen abgestreiften Treibguts ausgesetzt.

5.8 Verworfenne Variante Denilfischpass

Als Alternative zum Vertical Slot Fischpass könnte ein modifizierter Denilfischpass angewendet werden.

Der Denilfischpass wurde bereits Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelt. Er besteht aus einer geraden Rinne, in die in regelmässigen, kurzen Abständen gegen die Fliessrichtung geneigte Lamellen angeordnet sind. Zwischen diesen Lamellen bildet sich eine Rückströmung aus, die eine starke Energieumwandlung bewirkt. Daraus resultieren verhältnismässig geringe Fliessgeschwindigkeiten im unteren Bereich der Lamellenausschnitte. Mit dem System des modifizierten Denilfischpasses können auch schwimm- schwache und juvenile Fische das Hindernis überqueren. Beim modifizierten Denilfischpass wurde die Sohle so angepasst, dass dies möglich ist.

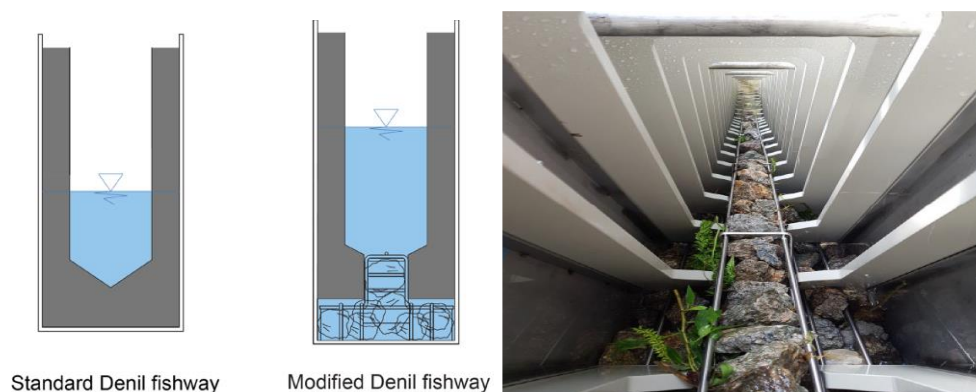


Abbildung 14 Vergleich alter (links) zu modifiziertem Denilfischpass (rechts)

Gemäss Entwickler (eco² fish solutions GmbH) ist der modifizierte Denilfischpass für die Forellenregion vollumfänglich geeignet. Die hier angewendete Standardssystemneigung beträgt 20%, resp. netto etwa 17% aufgrund

der Ruhebecken und flachen Einlaufgeometrie. Für Speziallösungen gibt es auch höhere Systemneigungen bis knapp 30%. Auch bei den höheren Systemneigungen konnte der Aufstieg durch die Groppe durch den Hersteller nachgewiesen werden.

In der Schweiz sind noch keine Erfahrungswerte mit dem modifizierten Denilfischpass vorhanden. Das in Österreich entwickelte System wurde dort bereits mehrfach eingesetzt und die Wirksamkeit bestätigt.

Aus folgenden Gründen wurde diese Bauweise nicht weiter verfolgt:

- Die finanziellen Einsparungen welche zum Vertical Slot Pass gemacht werden sind überschaubar und über das ganze Projekt gesehen vernachlässigbar.
- Die baulichen Massnahmen sind im Vergleich zum Vertical-Slot-Pass nur geringfügig kleiner. Dies liegt an den vielen Ruhebecken, welche in regelmässigen Abständen von 5 bis 6 m anzuordnen sind und das Gerinne auf die Breite eines konventionellen technischen Aufstiegsgerinnes verbreitern.
- Bei Preisgleichheit wird seitens Kanton Bern der Vertical Slot Pass bevorzugt. (siehe dazu Entscheid Variantenstudie Trubschachen). Der finanzielle Vorteil müsste einen massiven Unterschied zum bewehrten Vertical Slot Fischpass ausmachen.

5.9 Verworfenen Variante seitliche Anordnung Grundentnahme

Vertretende des BAFU und AWA empfahlen an der Projektsitzung vom 20.11.2023 die Prüfung einer seitlichen Anordnung des Coandarechens (analog der Wasserfassung Kraftwerk Briseck an der Luthern in Zell Kanton Luzern). Mit dieser Ausführung könnte die Messschwelle mit einer fischgängigen Blockrampe vernetzt werden.

Um dieses Konzept an den betrachteten Standort zu adaptieren, wäre am rechten Ufer ein zusätzlicher Eingriff auf einer Länge von mindestens 25 m vorzusehen. Die Entnahme erfolgt über eine horizontale und parallel zum Ilfisufer angelegte Überfallkannte mit anschliessend angeordneten Coandarechenelementen.

schlechte Anströmung

Die Beaufschlagung der Rechenelemente ist in diesem Fall äusserst ungünstig, da mit der parallelen Anströmung keine konstanten Sohlen- und Wasserspiegellage garantiert werden können. Diesbezüglich muss insbesondere bei kleineren Abflüssen von Entnahmeausfällen ausgegangen werden.

Bei grösseren Abflüssen wird auch Geschiebe und Geschwemmsel über den Rechen transportiert. Um das abgeschiedene Material unterhalb des Rechens zu mobilisieren ist eine entsprechende Rinne mit genügend Schleppkraft anzuordnen, welche auch die Anforderungen an den Fischabstieg und den Fischschutz erfüllen. Da theoretisch jederzeit Fische über den Coandarechen absteigen können, ist die Rinne permanent zu betreiben, wozu ein Anteil des Ilfisabflusses bereitgestellt werden muss. Diese Wassermenge wird der Produktion respektive der vernetzenden Blockrampe vorenthalten.

schwieriges
Geschiebe-
management

Der Strömungsimpuls aus der Geschieberinne verstärkt sich mit zunehmendem Ilfisabfluss und verursacht eine Konkurrenzströmung zur Fischaufstiegshilfe. Eine Fehlleitung in die Geschieberinne der Wasserentnahme kann nicht ausgeschlossen werden. Eine Abflussbegrenzung, wie sie beispielsweise an der Wasserfassung des Kraftwerks Briseck Anwendung findet, ist aufgrund des limitierten Hochwasserabflussquerschnitts nicht zu empfehlen.

Fehlleitung

Im konkreten Fall befindet sich erschwerend eine bestehende Schmutzwasserleitung im vorgesehenen Uferbereich, welche den Einbau einer solchen Lösung zusätzlich erschwert.

Schmutzwasserleitung

Gesamthaft sprechen die vorliegenden Randbedingungen und Vorteile (Vernetzung mit Blockrampe) nicht für diese Variante, weshalb auf eine vertiefte Betrachtung verzichtet wird.

6 Variantenbeurteilung, Empfehlung

Stand der Technik

Mit den vorgeschlagenen Sanierungsvarianten können die Anforderungen an die Längsvernetzung nach dem heutigen Stand der Technik erfüllt werden.

Die Anordnung des Fischschutzes ist gegeben, der Abstiegsbypass ist nahe am Rechen angeordnet und somit gut auffindbar. Die bestehende Restwassermenge von 520 l/s ist für die Fischmigration mehr als ausreichend, somit müssen keine Produktionseinbussen vom Betreiber hingenommen, respektive durch den Bund entschädigt werden.

Zur Findung der Bestvariante werden die einzelnen Massnahmen einer qualitativen Beurteilung unterzogen. Es werden folgende Kriterien betrachtet:

- **Auffindbarkeit** (gross- und kleinräumige Anordnung von Fischauf- und Fischabstiegsanlagen)
- **Schutzwirkung** von Rechenanlagen (Anordnung im Gewässer, Einhaltung der geometrische und hydraulische Parameter)
- **Passierbarkeit** von Fischauf- Fischabstieg (Einhaltung der geometrische und hydraulische Parameter des Wanderkorridors)
- **Betriebssicherheit** (Zuverlässigkeit sowie Aufwand für Unterhalt und Wartung)
- **Baulicher Eingriff** (Flächenverbrauch, Rodungen, Umfang der Wasserhaltungsmassnahmen)
- **Einfluss auf Hochwasserabfluss**

Die Erfüllung der Kriterien wird nach folgendem Punktesystem bewertet:

3	Gut
2	Mittel
1	Mangelhaft

Auf eine Gewichtung der einzelnen Parameter wird verzichtet.

Die Variante 4 (Rückbau) wird in der Beurteilung nicht aufgeführt, da derzeit kein Grund besteht, die Anlage aus wirtschaftlichen Gründen aufzugeben. Auch aus energiepolitischen Gründen wäre die Einstellung des Produktionsbetriebs, angesichts der prekären Klimaentwicklung und der ambi-

tionierten Energiestrategie, ein falsches Signal. Zudem können die ökologischen Defizite mit den vorgeschlagenen Massnahmen behoben werden, weshalb der Rückbau lediglich der Vollständigkeit wegen Erwähnung findet.

Auch die Variante 0 wird nicht in der verglichen, da die Hochwasserdefizite nicht berücksichtigt wird.

Fischaufstieg:

Die Varianten 1a, 1b, und 1c basieren auf einem Vertikal-Slot-Pass mit einem Ausstieg links oder rechtsseitig in die Ilfis.

Die Variante 2 basiert auf einer Lösung mit einem naturnahen Raugerinne am Messwehr.

Bei den Varianten 1a, 1b, und 2 wird beim Einstieg in den Fischaufstieg das Wasser aus dem Abstieg zur Verstärkung der Leitström genutzt, was der Auffindbarkeit zu Gute kommt. Bei Variante 1c ist dies nicht der Fall, weshalb diesbezüglich ein Abzug vermerkt wird.

Auffindbarkeit

Bei allen Varianten ist eine Fehlleitung in den Fischabstieg auszuschliessen, da dieser in den Wehrkolk mündet und über einen genügende Absturzhöhe verfügt.

Die Passierbarkeit kann für alle Varianten als vorausgesetzt betrachtet werden.

Passierbarkeit

Bei Variante 1c ist der Fischaufstieg auf der gegenüberliegenden linken Uferseite, womit eine Vernachlässigung des Unterhalts einhergehen kann. Bei Variante 2 handelt es sich um ein gerinneintegriertes Bauwerk, welches ohne regelmässigen Unterhalt auskommen muss.

Betriebssicherheit

Der bauliche Eingriff ist bei der Variante 1a und 1b kompakter und daher kleiner zu gewichten als bei den Varianten 1c und 2. Im Weiteren ist der gesamte Bauperimeter bei der Variante 2 am grössten.

baulicher Eingriff

Tabelle 10: Bewertungsmatrix Fischaufstieg

Fischaufstieg	Variante 1a	Variante 1b	Variante 1c	Variante2
Auffindbarkeit	3	3	2	3
Passierbarkeit	3	3	3	3
Betriebssicherheit	3	3	2	3
Baulicher Eingriff	3	3	2	2
Beeinträchtigung durch HQ	2	2	2	3
Bewertung:	2.8	2.8	2.4	2.8

Die Varianten 1a, 1b und 1c können durch Hochwasserereignisse in Mitleidenschaft gezogen werden (Geschiebe und Geschwemmseleintrag). Bei Variante 2 handelt es sich um ein gerinneintegriertes Bauwerk, welches auf variierende Abflüsse und Geschiebebelastungen ausgelegt wird, und mit deutlich mehr Wasser betrieben werden kann (min. 0.52 m³/s).

Beeinträchtigung
durch HQ

Fischschutz:

Für die Varianten 1a, 1b und 1c werden horizontale Leitrechensysteme eingesetzt, womit grundsätzlich die hydraulischen und geometrischen Vorgaben an den Fischschutz erfüllt werden.

Schutzwirkung

Durch die knappen Platzverhältnisse ist der Abstand vom Horizontalrechen und Abstiegsbypass bei allen Varianten sehr kurz, was grundsätzlich positiv gewertet werden darf. Durch die beengten Verhältnisse wurde auf eine Variante mit einem vertikalen Rechen verzichtet, da dieser mit dem gleichen Nutzen (Fischschutz / Fischabstieg) bei weitem mehr Platz in Anspruch genommen hätte und deutliche verhaltensbiologische Nachteile aufweist.

Bei der Variante 1b ist der Fischschutz resp. der verletzungsfreie Abstieg über das Schlauchwehr ab einem Q₃₀ nicht mehr gewährleistet, da der Überfallstrahl nicht in den anschliessenden Wehrkolk geleitet werden kann. Diesbezüglich erfolgt eine Abwertung.

Bei der Variante 1a, 1c und 2 ist der Fischschutz resp. der Verletzungsfreie Abstieg über das Wehr in den Wehrkolk immer gesichert.

Der Coandarechen (Variante 2) mit einem lichten Stababstand von 0.6 mm schützt gegenüber dem Horizontalrechen mit einem Stababstand von 15 mm deutlich besser gegen ein Einschwimmen in den Triebwasserweg und ist deshalb höher zu bewerten.

Dieser Sachverhalt hat auch im Hinblick auf die Betriebssicherheit Gültigkeit.

Betriebssicherheit

Tabelle 11: Bewertungsmatrix Fischschutz

Fischschutz	Variante 1a	Variante 1b	Variante 1c	Variante 2
Schutzwirkung	2	1	3	3
Betriebssicherheit	2	3	3	3
Baulicher Eingriff	3	3	3	3
Bewertung:	2.33	2	2.33	3

baulicher Eingriff

Der bauliche Eingriff für den Fischschutz ist bei Variante 2 am grössten, es werden allerdings keine mechanischen Bauteile benötigt. Dieses Kriterium verhält sich dementsprechend neutral.

Fischabstieg:

Der Fischabstieg wird in den Varianten 1a, 1b und 1c mit einer Klappe ausgeführt. Mit der Klappenlösung kann der notwendige Abstiegsquerschnitt für die Zielgrössen bereitgestellt werden. Gemäss den aktuellen Kenntnissen (Ebel) können auch bodenorientierte Fische über die maximal mit 30° angestellte Klappe abwandern. Die Abstiegsöffnung ist unmittelbar im Anschluss an das abströmende Ende des Vertikalrechens angeordnet, womit optimale Bedingungen für die Auffindbarkeit abgeleitet werden können. Obwohl mit dem Coandarechen ein anderes System zum Einsatz kommt, darf auch für Variante 2 von optimalen Verhältnissen bezüglich der Auffindbarkeit ausgegangen werden.

Auffindbarkeit

Bei zunehmendem Abfluss setzt ein Wehrüberfall in den Wehrkolk ein. Bei der Ausführung mit Schlauchwehr besteht ein Verletzungsrisiko, weshalb eine Abwertung erfolgt (vergl. Bewertung Fischschutz).

Passierbarkeit

Da bei Variante 2 derzeit kein Defizit betreffend des Fischabstiegs besteht, kann der geplante Eingriff negativ bewertet werden.

baulicher Eingriff

Tabelle 12: Bewertungsmatrix Fischabstieg

Fischabstieg	Variante 1a	Variante 1b	Variante 1c	Variante 2
Auffindbarkeit	3	3	3	3
Passierbarkeit	3	2	3	3
Betriebssicherheit	3	3	3	3
Baulicher Eingriff	3	3	3	2
Bewertung:	3.00	2.75	3.00	2.75

Kosten- Wirksamkeitsvergleich:

Werden Wirksamkeit und Kosten gegenübergestellt, so kann das beste Ergebnis mit der Variante 2 erzielt werden (vergl. Abbildung 15).

Best-Variante

Die Grafik zeigt einen Kosten/Wirksamkeitsvergleich, welcher sich zum einen aus dem Mittelwert der oben aufgeführten Bewertung und zum anderen aus der Grobkostenschätzung der vorangegangenen Kapitel zusammenstellt.

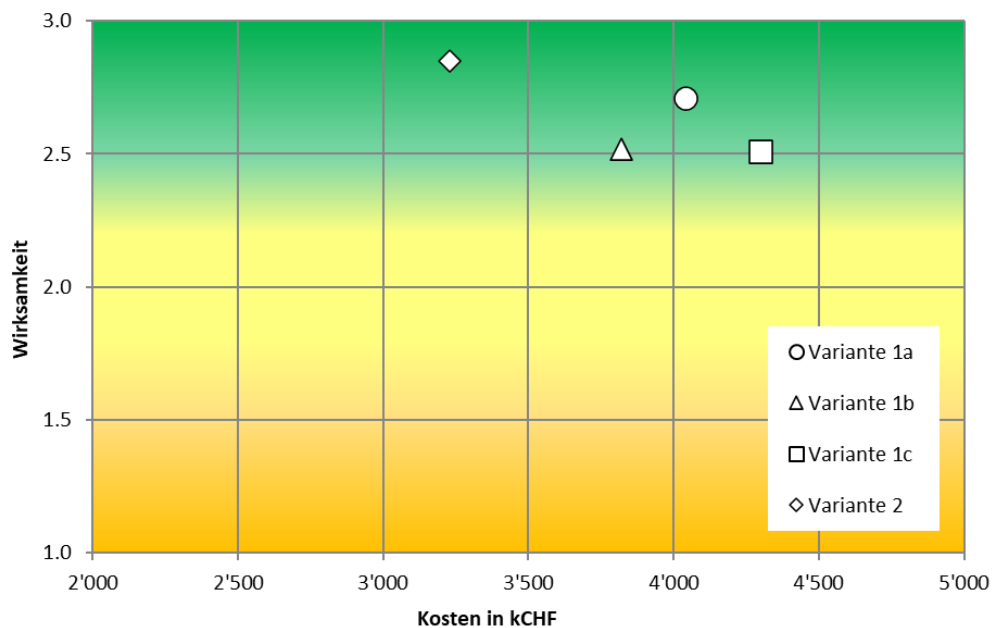


Abbildung 15: grafische Darstellung Kosten/Wirksamkeitsbeurteilung

Die Variante 2 hat gegenüber den Varianten 1a, 1b und 1c einen komplett anderen Ansatzpunkt: Die Fassung wird verschoben, womit die Inseli Sperre – unter Berücksichtigung aller Stufen – optimal für den Hochwasserschutz und die Längsvernetzung angepasst werden kann. Ferner kann auf eine Vergrösserung des Stauvolumens verzichtet werden, welche mit einer Absenkung des Wehrkörpers einhergeht. Dies wird der Fließdynamik und damit dem Geschiebetransport zu Gute kommen. Mit diesem Lösungsansatz wird das bauliche Risiko und allfällige Rückbaukosten deutlich minimiert.

Es ist zu beachten, dass mit der Umsetzung von Variante 2, ein Ausbau der Wasserkraft am Stauwehr Inseli in Zukunft nicht ohne weiteres mehr möglich ist. Beispielsweise könnte ein Dotierkraftwerk mit dem im Gewässer verbleibenden Überschusswasser, oder – bei Aufgabe der Ausleitung – ein Laufkraftwerk mit dem gesamten Dargebot der Ilfis, betrieben werden. Mit der Umsetzung von Variante 2 (Grundentnahme Messschwelle) geht diese Option wohl unwiederbringlich verloren.

6.1 Kostenträger

Die Massnahmen zur Sanierung Fischgängigkeit müssen zwingend im Kontext des Wasserbauplan Hochwasserschutz Ilfis Langnau Mitte-Ost beurteilt und integriert werden. Diesbezüglich sind auch die Kosten die in diesem Zusammenhang entstehen, in die Betrachtung einzubeziehen und abzuwägen.

Eine ausführliche Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile kann dem Anhang 1 entnommen werden. Die beteiligten Akteure (Gemeinde Langnau, Betreiberin des Ilfiskanals, OIK, BAUFU und die beteiligten Planer) haben sich aufgrund der beschriebenen Vergleiche aus fachlicher Sicht für die Variante 2 als Bestvariante ausgesprochen.

Beurteilung

	Variante 0	Variante 1a	Variante 1b	Variante 1c	Variante 2
Total Kosten	4'450'000	6'300'000	6'100'000	6'600'000	5'600'000
Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	1'824'000	3'160'000	3'080'000	3'240'000	2'520'000
Anteil WBP (nicht subventioniert, Gemeinde)	456'000	790'000	770'000	810'000	630'000
Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	2'100'000	2'300'000	2'200'000	2'500'000	2'400'000
Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, GWBIL)	70'000	50'000	50'000	50'000	50'000

Tabelle 13: Entwurf Kostenteiler, grün Bestvariante (gem. Zusammenstellung Anhang 4)

Die gegenüber Variante 0 höheren Kosten (Tabelle 13) werden durch die entsprechenden Mehrwerte gerechtfertigt. Der daraus entstandene Kostenteiler (Anhang 4) darf als Diskussionsgrundlage verstanden werden und ist mit den Beteiligten abschliessend zu verhandeln.

6.2 Schlussbemerkung und Empfehlung

Die vorliegende Variantenstudie hat aufgezeigt, dass mit dem aktuellen Planungsstand, die beste Lösung in der Umsetzung der Variante 2 vor Variante 1a zu finden ist. Die Kosten dafür bewegen sich im Rahmen vergleichbarer Projekte und dürfen, im Hinblick auf die biologische Bedeutung der Ilfis, als verhältnismässig betrachtet werden.

Aus Sicht des Betreibers bedeutet die Umsetzung der Längsvernetzung ein zusätzlicher Mehraufwand, der ohnehin sehr weitläufigen Anlage. Die Unterhalts- und Wiederbeschaffungskosten werden momentan nicht vergütet und dürfen nicht dazu führen, dass bei anhaltend niedrigen Strompreisen, die Anlage in eine wirtschaftliche Schieflage gerät, denn dies steht im Konflikt mit den Betriebsverpflichtungen der umzusetzenden Massnahmen.

Inwiefern die Massnahmen dem Hochwasserschutz genügen, ist in Zusammenarbeit mit den verantwortlichen Planern weiter zu eruieren. Den ersten Abklärungen zu folge kann die angedachte Sohlabsenkung mit Variante 1a, 1b und 1c durchgeführt werden. Es sollte jedoch festgehalten werden, dass sich der Bau und der Betrieb von Variante 1a, 1b und 1c als erhebliche Belastung für die Kanalbetreiber abzeichnet und deshalb nicht zu favorisieren ist. Die Erstellung eines neuen Stauorgans (Klappe oder Schlauchwehr) dient ausnahmslos dem Hochwasserschutz und bringt keinen Mehrwert für den Kraftwerksbetrieb.

Zusammenfassend können die wichtigsten Punkte wie folgt festgehalten:

- Um die verfügbaren Massnahmen zur Sanierung Fischgängigkeit entschädigt zu bekommen, ist eine Realisierung vor 2030 zwingend erforderlich. Diesbezüglich wird eine zügige Bearbeitung des Hochwasserschutzprojekts angemahnt.
- Die Variante 2 wird von der GWBIL favorisiert und von Experten gestützt (vergl. Anhang 5). Die Höhe der bestehenden Messschwelle ist für den Anbau des Coandarechens gut geeignet. Unterhalb der Messschwelle kann die Ilfis, inklusive der Inseli Sperre, abgeteuf und renaturiert werden.

Das ausgeleitete Wasser fliesst von der Grundentnahme in einem in der werkseigenen Parzelle 1216 verlegten Druckleitung zum ersten Kraftwerk (Lauenstein). Mit dem Coandarechen kann ein vorzüglicher Fischschutz gewährleistet werden, weshalb kein weiterer Bedarf für die bestehende Rechenanlage besteht.

Die Druckleitung wird innerhalb des Gewässerraums und parallel zur bestehenden Drink- und Abwasserleitung verlegt. Von den zuständigen Behörden darf ein Entgegenkommen erwartet werden, denn die dadurch entstehende gute Lösung bedient auch das öffentliche Interesse. Dies auch im Hinblick auf die zur Verfügungstellung der Parzelle 1216, auf welcher die Verbreiterung des Abflussquerschnitts im Zuge des Hochwasserschutzes durchgeführt wird.

HYDRO-SOLAR Water Engineering AG,
Birsfelden, 18.06.2024/ rev. 13.09.2024kal

Anhang 1: Variantenstudium Wasserbauplan HW-Schutz Iffis Langnau Mitte-Ost, 2023

Ifis Langnau i.E.

Variantenstudium Fischgängigkeit an der Inselisperre

Anhang:

**Variantenstudium im Zusammenhang mit dem
Wasserbauplan Hochwasserschutz Ifis Langnau Mitte-Ost**



Impressum

Versionsverlauf

01.06.2023 1.0
12.09.2024 2.0

Autoren

Hunziker, Zarn & Partner AG	Michael Auchli, Dipl. Bauing. ETH
Hydro-Solar Water Engineering AG	Leif Karcheter, Dipl. Bauing. FH

Auftraggeber

Gemeinde Langnau i. E., Bauverwaltung, Alleestrasse 8, 3550 Langnau i. E.

Kontaktperson: René Wyss, 034 409 31 34, rene.wyss@langnau-ie.ch

Auftragnehmer

Hunziker, Zarn & Partner AG, Schachenallee 29, 5000 Aarau

Kontaktperson: Michael Auchli, 062 823 94 61, michael.auchli@hzp.ch

Abbildung auf Titelseite

Wehr Inselisperre

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangslage	4
1.1 Quellen	5
2 Varianten	5
2.1 Variante 0	5
2.2 Variante 1	6
2.3 Variante 2.2	7
3 Variantenbeurteilung	9

Anhang

A Längenprofil Variante 0	12
B Längenprofil Variante 1	13
C Längenprofil Variante 2.2	14

1 Ausgangslage

Im Rahmen des Hochwasserschutzes- und Längsnetzungsprojekts Ilfis (Wasserbauplan, Stand Entwurf Vorprojekt) wurde für die Fischgängigkeit der gesamten Inselisperre eine Variante mit einem Schlitzpass ausgearbeitet (Variante 0). Der Hochwasserschutz wird bei dieser Variante mittels Gerinneverbreiterung und Ufererhöhungen gewährleistet, Änderungen an der Wasserfassung des Ilfiskanals sind nicht vorgesehen. Die Betreiber des Ilfiskanals (Gesellschaft der Wasserwerkbesitzer am Ilfiskanal Langnau) stehen unabhängig vom Ilfis-Projekt ihrerseits in der Pflicht, die Fischgängigkeit der obersten Schwelle der Inselisperre herzustellen. Mit der Aussicht auf mögliche Synergien mit dem Hochwasserschutz und der Längsnetzung beauftragten die Betreiber des Ilfiskanals die Firma Hydro-Solar Water Engineering AG mit der Ausarbeitung von zwei Varianten für eine Optimierung der Wasserfassung inkl. Fischgängigkeit der Wehranlage (Varianten 1 und 2.2¹, siehe Hauptbericht). Die Varianten wurden durch Hunziker, Zarn & Partner auf Stufe Variantenstudium in das Ilfis-Projekt integriert mit flankierenden Massnahmen zum Hochwasserschutz und zur Längsnetzung im tangierten Ilfisabschnitt. Im Einflussbereich der Varianten liegen die Pegelmessstation des BAFU und die denkmalgeschützte Badbrücke.

Nachfolgend werden die drei Varianten beschrieben mit Fokus auf deren Einbettung in den Wasserbauplan. Der vorliegende Variantenvergleich berücksichtigt die Aspekte Längsnetzung, Hochwasserschutz und Kosten.

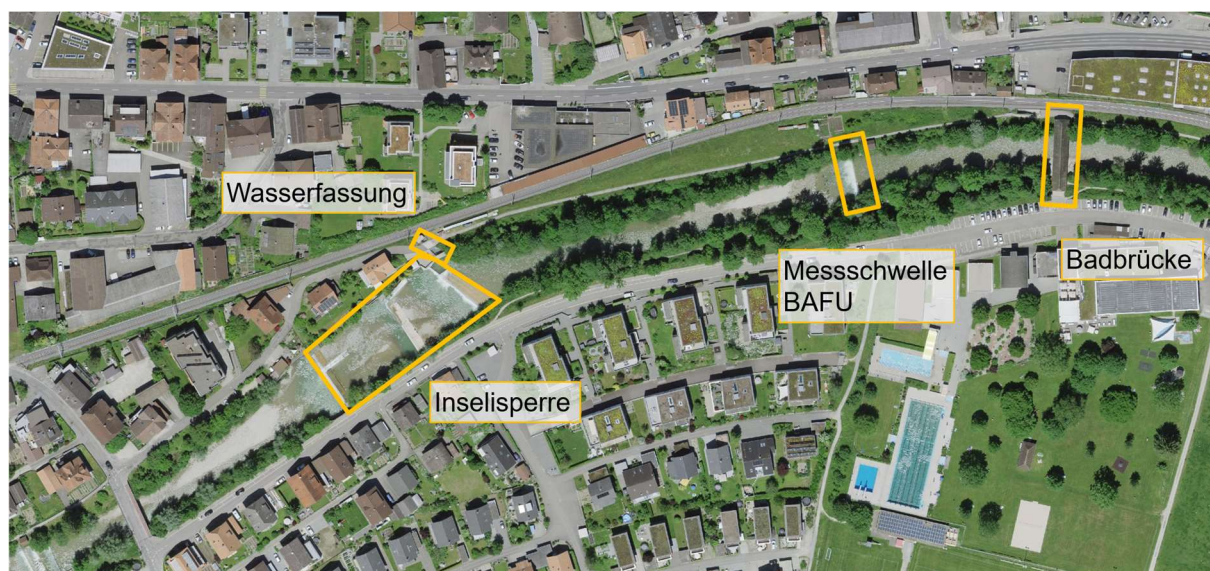


Abbildung 1: Übersicht Ilfis im durch die Varianten tangierten Bereich, Badbrücke bis Inselisperre (Luftbild: swisstopo)

¹ Für die Variante 2 wurden ursprünglich zwei Untervarianten 2.1 und 2.2 vorgestellt. Die Variante 2.1 (ohne Abbruch der Inselisperre) schnitt aus Sicht Längsnetzung und Hochwasserschutz deutlich schlechter ab und wurde deshalb nicht weiterverfolgt.

1.1 Quellen

- [1] *Gemeinde Langnau: Hochwasserschutz Ilfis Langnau Mitte-Ost – Vorprojekt; Hunziker, Zarn & Partner AG; 2024*
- [2] *Gesellschaft der Wasserwerkbesitzer am Ilfiskanal Langnau: Optimierung Wasserausleitung Ilfiskanal im Hinblick auf die Sanierung Fischgängigkeit und des Hochwasserschutzprojekts – Vorstudie; Hydro-Solar Water Engineering AG; 2022*

2 Varianten

2.1 Variante 0

Anpassung an der Wasserfassung

Variante 0 sieht an der Position der Ausleitung in den Gewerbekanal (GEWISS 4000) und an der Wehr-Anlage gegenüber heute keine Änderungen vor.

Anpassung am Gerinne

Für den Hochwasserschutz der Badbrücke wird die Ilfissole oberhalb der Badbrücke mit einer Sperrentreppe aus vier Blockriegeln abgesenkt und die bestehende BAFU-Messschwelle verschoben (siehe Anhang A). Ab der Badbrücke bis zur Inselisperre ist für eine Absenkung der Hochwasserspiegellagen eine Gerinneaufweitung geplant und die Ufer werden teilweise zurückgesetzt.

Ufererhöhung, Badbrücke

Durch die Sohlenabsenkung und die Aufweitung wird gegenüber der Badbrücke bei HQ₁₀₀ (Schutzziel HWS-Projekt) das erforderliche Brückenfreibord von 1.3 m erreicht, ohne Anhebung der Brücke. Zwischen der Badbrücke und der Inselisperre sind nebst der Aufweitung Hochwasserschutzdämme vorgesehen. Diese sind kurz vor der Inselisperre mit maximal ca. 2.2 m gegenüber dem luftseitigen Terrain am höchsten.

Fischaufstieg

Der Fischaufstieg der Inselisperre wird mittels eines rund 70 m langen Schlitzpasses entlang der rechtseitigen Ufermauer über alle drei Schwellen sichergestellt.

Fischschutz

Vor der Ausleitung ist ein Horizontalrechen mit einem lichten Stababstand von 15 mm anzuordnen. Der Horizontalrechen dient nebst der Verhinderung des Geschwemmseintrags vornehmlich dem Fischschutz. Er ist in einem möglichst spitzen Winkel zur abströmenden Fließrichtung des Ausleitkanals anzuordnen. Die Rechenfläche ist so zu wählen, dass bei der

Anströmgeschwindigkeit der empfohlene Grenzwert für juvenile Bachforellen eingehalten wird. Dieser beträgt für den über die Fläche gemittelte orthogonalen Anströmvektor (V_{Normal}) bei Q_A 0.38 m/s. Die Tangentialkomponente ($V_{\text{Tangential}}$) ist im vorliegenden Falle auf 0.45 m/s zu begrenzen. Das Rechenfeld ist auf einer Sohlleitwand abgestellt. Dadurch wird die Leitwirkung, insbesondere für bodenorientierte Fische wie der Groppe, zusätzlich begünstigt. Die Höhe der Sohlleitwand wird entsprechend den Vorgaben aus der einschlägigen Literatur mit ≥ 0.5 m ausgeführt. Diesbezüglich sind erhebliche Modifikationen am Kanaleinlauf durchzuführen, welche auch einen Ersatz der vorhandenen Einlaufschützen und der Spülklappe nach sich ziehen.

Fischabstieg

Am abströmenden Ende des Rechens ist eine kontinuierlich beschickte Abstiegsmöglichkeit – beispielsweise mit einer Regulierklappe – bereitzustellen. Die, um eine horizontale Achse drehende Klappe, ist mit einer lokalen Vertiefung (Kronenausschnitt) versehen, welche einen Abflussquerschnitt von ungefähr Breite x Höhe = 0.30 m x 0.50 m als Abstiegsquerschnitt freigibt. Diese Geometrie ist der massgebenden Fischart Bachforelle mit einer Körperlänge von 0.5 m geschuldet. Die Abstiegsklappe wird in einem maximalen Winkel von 30° zur Sohle angestellt, damit auch bodenorientierte Fische wie die Groppe den Abstieg ins Unterwasser finden. Die Abstiegsklappe ist so anzuordnen, dass der Überfallstrahl in den nachgelagerten Wehrkolk trifft. Im Kolk ist, gemäss aktuellen Vorgaben, eine Wassertiefe von ≥ 1.35 m sicherzustellen.

Die Betriebswassermenge wird aus der Restwassermenge bereitgestellt.

Der Fischabstieg ist lediglich an der obersten Sperre zu gewährleisten. An den beiden unteren Sperren bestehen bereits befestigte Breschen mit einer fischgängigen Niederwasserrinne sowie Kolke unterhalb der Abstürze.

2.2 Variante 1

Anpassung an der Wasserfassung

Bei Variante 1 bleibt die Ausleitung in den Gewerbekanal an der heutigen Stelle bestehen. Die oberste Überfallkante der Inselisperre wird so ausgebildet, dass sie bei Hochwasser um mindestens einen Meter abgesenkt werden kann (Schlauchwehr oder Stauklappe).

Anpassung am Gerinne

Die Sohlenabsenkung im Bereich Badbrücke und die Aufweitung zwischen Badbrücke und Inselisperre sind analog Variante 0 geplant.

<i>Ufererhöhung, Badbrücke</i>	Gegenüber der Variante 0 liegt der Wasserspiegel mit einer um 1 m abgesenkten Überfallkante bei HQ ₁₀₀ maximal ca. 0.8 m tiefer (siehe Anhang B). Die Dämme werden dadurch maximal 1.4 m anstatt 2.2 m (Var. 0) hoch. Die Badbrücke muss, analog Variante 0, nicht angehoben werden.
<i>Fischaufstieg</i>	Der Fischaufstieg der Inselisperre wird mittels eines rund 70 m langen Schlitzpasses entlang der rechtseitigen Ufermauer über alle drei Schwellen sichergestellt.
<i>Fischschutz</i>	Die Massnahmen für den Fischschutz können analog zur Variante 0 durchgeführt werden.
<i>Fischabstieg</i>	Die Massnahmen für den Fischabstieg können mehrheitlich analog zur Variante 0 ausgeführt werden. Da die Wehrschwelle herabgesetzt und durch ein bewegliches Organ ersetzt wird, kann auch der Abstieg über das Wehr verbessert werden. Vorzugsweise ist der Überfallstrahl direkt in den nachgelagerten Wehrkolk einzuleiten. Der Fischabstieg kann somit an allen geforderten 300 Tagen im Jahr verletzungsfrei erfolgen.

2.3 Variante 2.2

<i>Anpassung an der Wasserfassung</i>	Variante 2.2 sieht eine Verlegung der Wasserfassung vor. Das Wasser für den Ilfiskanal wird bei dieser Variante bei der heutigen BAFU-Messschwelle (GEWISS 4190) mittels eines vorgelagerten Coanda-Feinrechs gefasst, in einer neuen Leitung in den Bereich der heutigen Fassung geführt und dort in den bestehenden Ilfiskanal eingeleitet. Um die Entnahme der erforderlichen Wassermenge sicherzustellen zu können, muss die heutige Absturzhöhe ungefähr beibehalten werden, die Sohlabsenkung im Bereich der Badbrücke ist bei dieser Variante daher nicht möglich. Die Abflussmessstation des BAFU (Ilfis - Langnau LH 2603) kann am aktuellen Standort weiterbetrieben werden.
<i>Anpassung am Gerinne</i>	Um den Wasserspiegel bei Hochwasser insbesondere im Bereich der Badbrücke trotzdem möglichst tief zu halten, sind in diesem Bereich senkrechte oder fast senkrechte Ufermauern geplant, womit der Abflussquerschnitt vergrössert werden kann. Die Aufweitung zwischen Badbrücke und der Inselisperre ist bei dieser Variante analog der Varianten 0 und 1 geplant.
<i>Ufererhöhung, Badbrücke</i>	Wegen der fehlenden Sohlenabsenkung oberhalb der heutigen Messschwelle liegt der HQ ₁₀₀ -Wasserspiegel bei der Badbrücke gegenüber Variante 0 und 1 um bis zu rund 0.7 m höher. Die Dämme im Bereich der Brücke müssen

demensprechend höher gebaut und die Badbrücke um ca. 0.4 m angehoben werden (siehe Anhang C), damit das Brückenfreibord von 1.3 m eingehalten werden kann. Ohne die Anpassungen am Gerinne (steile Ufermauern) müsste die Brücke um > 1.0 m angehoben werden, was hinsichtlich Nutzung und Denkmalschutz nicht realisierbar wäre.

Inselisperre

Mit der Aufhebung der heutigen Wasserfassung entfällt auch die Funktion der Inselisperre als Stauwehr zur Wasserentnahme. Dadurch eröffnen sich neue Freiheitsgrade für die Sicherstellung der Längsvernetzung und des Hochwasserschutzes (vgl. Anhang C). Die oberen zwei Schwellen der Inselisperre werden abgebrochen und die Sohle zwischen dem Coanda-Feinrechen und der heutigen Inselisperre abgesenkt. Der verbleibende Höhenunterschied wird mit einer Kombination aus einer aufgelösten Blockrampe (aus Platzgründen und Hochwasserschutz) und drei Blockriegeln überwunden. Diese Elemente sind Fischgängig und werden analog den übrigen Abschnitten des Hochwasserschutzprojekts dimensioniert (Blockrampe Gefälle: 5 %, Blockriegel: h 40 cm, Abstand 40 m). Die bestehenden Ufermauern können im Bereich Inselisperre durch Böschungen ersetzt werden, allenfalls ist eine Bestockung möglich.

Fischaufstieg

Der Fischaufstieg bei der neuen Wasserfassung erfolgt über ein Raugerinne am linken Ufer. Die zu überwindende Wasserspiegeldifferenz beträgt ca. 1.0 bis 1.2 m. Es ist eine grosszügige Dimensionierung auf die gesamte Restwassermenge von 0.5 m³/s vorzusehen, damit während der Restwasserperiode (ca. 90 Tage/Jahr) auch der Abstieg über dieses Aufstiegsgerinne garantiert werden kann.

Fischschutz

Der Coandafeinrechen bietet grundsätzlich für kleine Entnahmemengen einen idealen Fischschutz. Der lichte Rechenstababstand kann im vorliegenden Fall mit 0.6 mm angenommen werden, womit auch die kleinsten Fische vor der Ausleitung geschützt werden.

Fischabstieg

Die Ergebnisse ethohydraulischer Versuche an der VAW (vgl. IMAD et al. 2021) weisen darauf hin, dass der Fischabstieg über den Coanda-Rechen für die Fische unproblematisch funktioniert und keine relevanten Schäden durch den Rechen zu erwarten sind. Unterwasserseitig mündet der Überfallstrahl in den Wehrkolk, womit ein verletzungsfreier Abstieg bei Wehrüberfall gegeben ist.

3 Variantenbeurteilung

Nachfolgend werden die drei Varianten im Hinblick auf die wichtigsten Charakteristika qualitativ verglichen, Tabelle 1 gibt eine entsprechende Zusammenfassung.

Hochwasserschutz

Mit allen drei Varianten kann das angestrebte Schutzziel für das Siedlungsgebiet erreicht werden. Hinsichtlich der Überlastfalls sowie des Landschaftsbilds sind allerdings möglichst niedrige Ufererhöhungen erstrebenswert.

Aus Sicht Hochwasserschutz haben die Varianten 1 und 2.2 gegenüber der Variante 0 den Vorteil, dass die Dämme vor der der Inselisperre weniger hoch gebaut werden müssen. Bei der Variante 2.2 muss im Gegensatz zu den anderen Varianten zwar die Badbrücke angehoben werden, die maximale notwendige Dammhöhe ist bei dieser Variante jedoch deutlich am kleinsten.

Längsvernetzung

Für die Längsvernetzung ist die Variante 2.2 die beste Lösung. Mit der Umgestaltung der Inselisperre kann sowohl auf den gut 70 m langen technischen Fischpass als auch auf die aufwendigen Massnahmen für den Fischschutz und den Abstiegsbypass verzichtet werden. Stattdessen wird die Höhendifferenz durch Blockriegel und eine aufgelöste Blockrampe überwunden, was zu einem zusätzlichen Angebot an Lebensräumen führt. Aufstieg und Abstieg an der neuen Fassung werden durch ein Raugerinne sowie durch gerinneintegrierte Massnahmen sichergestellt. Der Coandarechen bietet einen exzellenten Fischschutz und ist weitestgehend selbstreinigend. Sämtliche Massnahmen können gegenüber den Varianten 0 und 1 als passive Systeme ausgeführt werden, die keine Regeltechnik und Unterhalt für dessen Funktion voraussetzen.

Wasserfassung

Langfristig betrachtet ist die beste Lösung mit einer Verschiebung der Wasserfassung zur Messschwelle (Variante 2.2) zu erzielen. Unterhalt, Wartung und Erneuerungsinvestitionen sind geringer als bei der Wehranlage am bestehenden Standort (Varianten 0 und 1). Zudem sind für die Fassung kleinere Eingriffe in die Morphologie des Gewässers nötig. Die dazu erforderliche Verlängerung der Ausleitstrecke mittels einer Druckleitung kommt vollumfänglich auf der Parzelle Nr. 1216 der Genossenschaft der Wasserwerkbesitzer (GWBIL) zu liegen, welche im Rahmen des Hochwasserschutzprojekts ohnehin vollständig umgestaltet werden muss (Aufweitung für Hochwasserschutz, Schutz der bestehenden

Schmutzwasserleitung). Das neue Fassungsbauwerk mit dem Coandarechen kommt zudem ohne sicherheitsrelevante Regelorgane aus. Es erfolgt kein dauerhafter Einstau wie bei Variante 1, womit auch der Geschiebetransport ohne technische und betriebliche Massnahmen gewährleistet wird.

Ökologie

Bei Variante 0 bleiben die ökologischen Verhältnisse (exkl. aquatischer Längsvernetzung) im Betrachtungsperimeter grösstenteils unverändert. Variante 1 stellt demgegenüber einen verstärkten Eingriff in die Ökologie und den Geschiebehaushalt dar, da die Ilfis durch das Wehr im Normalfall eingestaut ist. Variante 2.2 bietet mit der Umgestaltung der Inselisperre gegenüber heute hingegen eine deutliche Aufwertung der Ökologie.

Landschaftsbild und Akzeptanz

Variante 2.2 hat gegenüber den anderen Varianten den Nachteil, dass die Badbrücke angehoben und die Ufer im Bereich der Brücke durch Mauern ersetzt werden müssen. Die Nutzung der Badbrücke ist allerdings weiterhin gewährleistet und gemäss einer informellen Aussage der kantonalen Denkmalpflege ist eine Anhebung in dieser Grössenordnung akzeptierbar. Hingegen bietet Variante 2.2 niedrigere Dämme und eine deutliche optische Aufwertung des Gerinneabschnitts Inselisperre.

Variante 1 bietet gegenüber Variante 0 zwar niedrigere Dämme, die Wehranlage bei der Inselisperre ist jedoch eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes. Die Wasserfassung in Variante 2.2 stellt diesbezüglich einen kleineren Eingriff dar.

Fazit

Alle beteiligten Akteure (Gemeinde Langnau, Betreiberin des Ifiskanals, OIK, BAFU und die beteiligten Planer) sprechen sich aufgrund der beschriebenen Vergleiche aus fachlicher Sicht für die Variante 2.2 als Bestvariante aus. Die gegenüber Variante 0 höheren Kosten sind durch die entsprechenden Mehrwerte gerechtfertigt. Der Kostenteiler ist allerdings noch mit den Beteiligten zu koordinieren und der definitive Variantenentscheid ist noch ausstehend.

Tabelle 1: Qualitative Variantenbeurteilung Inselisperre

	Variante 0	Variante 1	Variante 2.2
Technische Durchführbarkeit	gegeben	gegeben	gegeben
Gesetzliche Rahmenbedingungen	gegeben	gegeben	gegeben
Hochwasserschutz	++ (hohe Dämme)	++	++
Längsvernetzung	+	+	++ (Inselisperre)
Ökologie, Habitate	0	- (Einstau)	++ (Inselisperre)
Landschaftsbild	- (Dämme)	- (Dämme, Wehr)	0
Akzeptanz, Naherholung	0	0	- (Anhebung Badbrücke)
Baukosten Wasserfassung	0	--	-
Baukosten HWS, LV, Öko	0	0	0
Unterhaltskosten	0	-	+

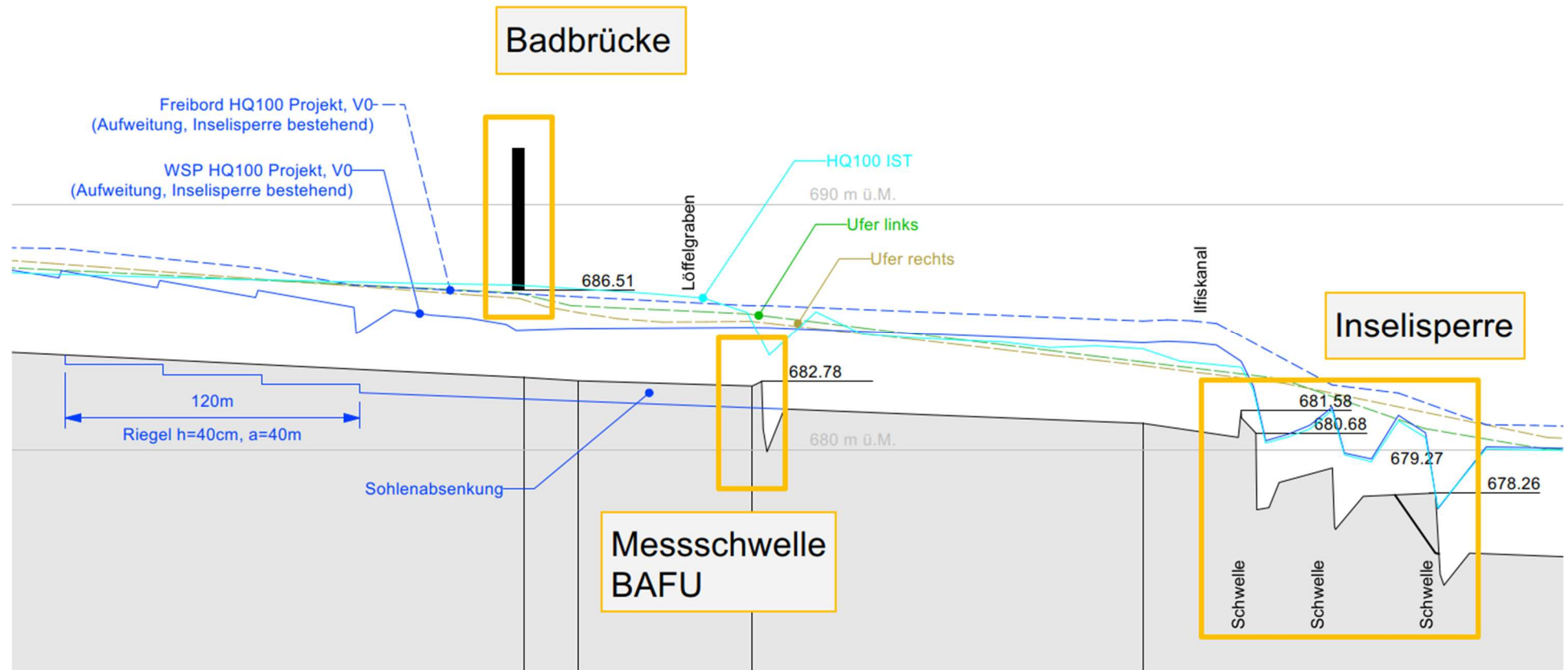
- 0 Zustand vergleichbar mit IST-Zustand
- deutliche Verschlechterung gegenüber IST-Zustand
- Verschlechterung gegenüber IST-Zustand
- + Verbesserung gegenüber IST-Zustand
- ++ deutliche Verbesserung gegenüber IST-Zustand

Aarau und Birsfelden, 12.09.2024

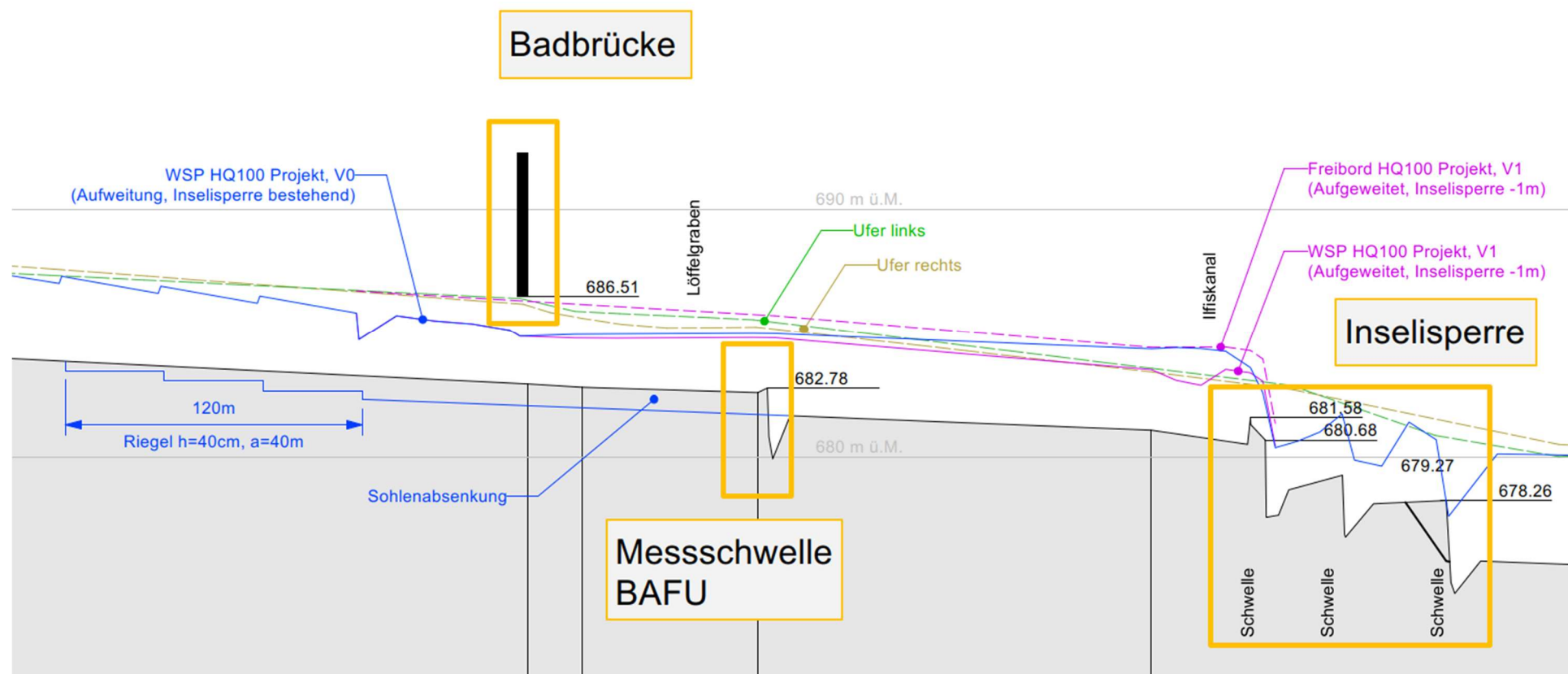
Leif Karcheter, Dipl. Bauing. FH
 Michael Auchli, Dipl. Bauing. ETH

Anhang

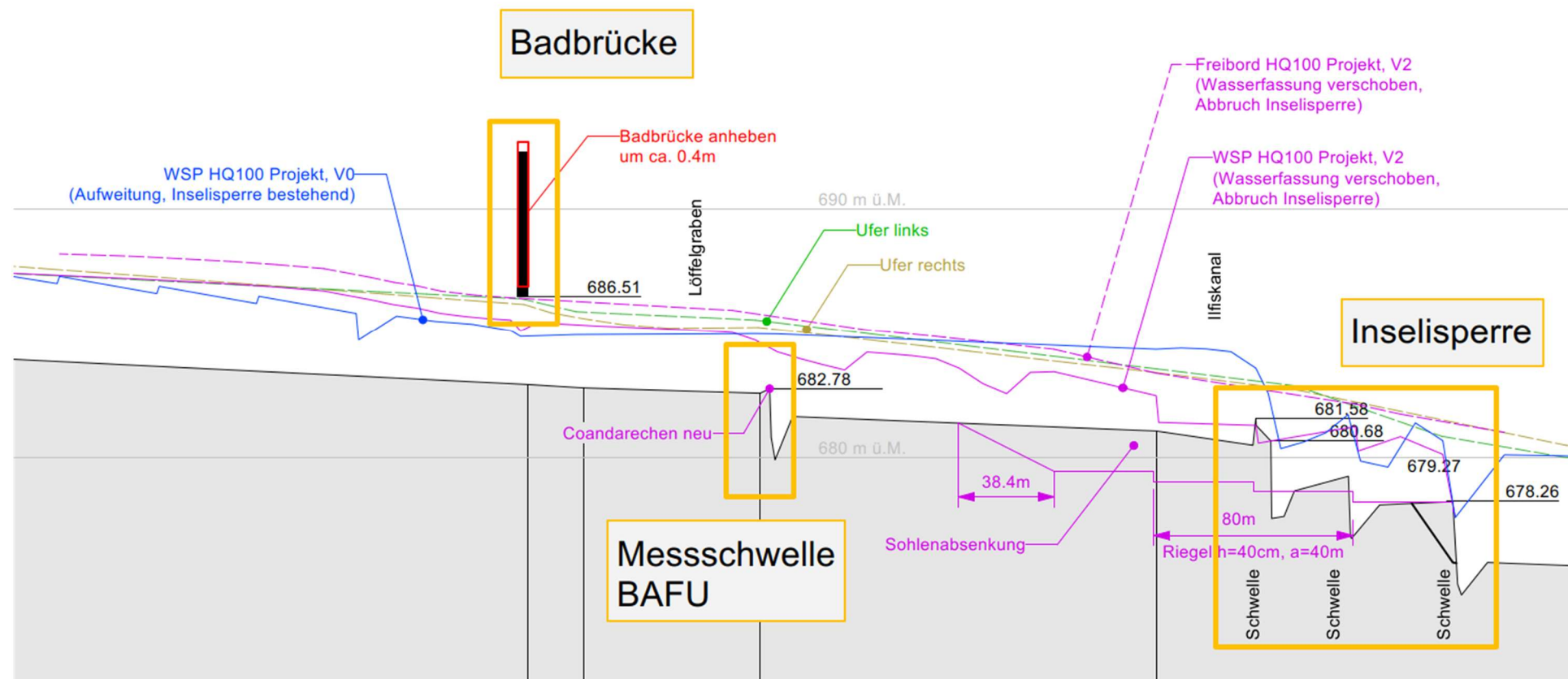
A Längenprofil Variante 0



B Längenprofil Variante 1



C Längenprofil Variante 2.2

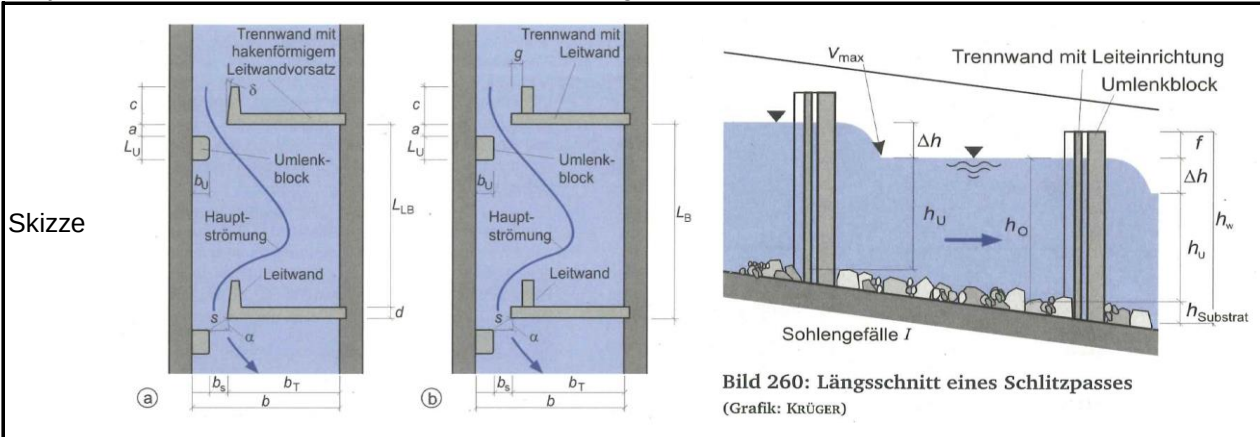


Anhang 2: Berechnung Schlitzpass

Projekt:

21.310 Ilfis, Langnau

Merkblatt DWA-M 509, Mai 2014



Fließgewässerregion		=	untere Forellenregion	
spezifische Leistungsdichte	$P_{D, \text{grenz}}$	=	225.00 [W/m ³]	gem. Tabelle 21
Sicherheitsbeiwert Leistungsdichte	S_p	=	0.90 [-]	gem. Kapitel 7.3.1
Leistungsdichte Bemessungswert	$P_{D, \text{bem}}$	=	202.50 [W/m ³]	
Kote Oberwasserspiegel	OWSp	=	681.42 [m ü.M.]	
min. Kote Unterwasserspiegel	UWSp	=	679.26 [m ü.M.]	Q ₃₃₀
gesamter Höhenunterschied	h_{ges}	=	2.16 [m]	
Fliessgeschwindigkeit Grenzwert	v_{grenz}	=	2.10 [m/s]	gem. Tabelle 17
Sicherheitsbeiwert Fliessgeschw.	S_v	=	0.95 [-]	gem. 8.2.2.4
Sicherheitsbeiwert Betrieb	S_b	=	0.90 [-]	gem. 8.2.2.4
Fliessgeschwindigkeit Bemessung	v_{bem}	=	1.80 [m/s]	$= v_{\text{grenz}} \cdot S_v \cdot S_b$
Fallbeschleunigung	g	=	9.81 [m·s ⁻²]	
Dichte Wasser	ρ	=	1'000 [kg/m ³]	
Wasserspiegeldiff. Bemessung	Δh_{bem}	=	0.16 [m]	$= (v_{\text{bem}})^2 / (2 \cdot g)$
Länge im Grund (Wirksam für FAH)	l_{ges}	=	26.65 [m]	
min. Anzahl Becken	n_B	=	12 [-]	$= h_{\text{ges}} / \Delta h_{\text{bem}}$
Anzahl Becken gewählt	n_B	=	13 [-]	
Anzahl Zwischenwände	n_W	=	14 [-]	
Beckenlänge	L_B	=	2.050 [m]	
Wasserspiegeldifferenz Berechnet	Δh	=	0.1543 [m]	
max. Fliessgeschwindigkeit Schlitz	v_{max}	=	1.74 [m/s]	$(2 \cdot g \cdot \Delta h)^{1/2}$
Minimale Wassertiefe	h_u	=	0.50 [m]	gem. Tabelle 43
Maximale Wassertiefe	h_o	=	0.65 [m]	
Verhältnis	h_u/h_o	=	0.76 [-]	
Mittlere Wassertiefe	h_m	=	0.58 [m]	
OK Sohlsubstrat oberstes Becken	OK _{SOB}	=	680.77 [m ü.M.]	
OK Sohlsubstrat unterstes Becken	OK _{SOB}	=	678.76 [m ü.M.]	
Höhenunterschied Sohle	h_{Sohle}	=	2.01 [m]	
Gefälle Sohle FAH	i_{Sohle}	=	0.0753 [-]	7.53%

Geometrische Abmessungen:

gem. Tabelle 44

Schlitzweite	s	=	0.20 [m]	gem. Tabelle 43
Sicherheitsbeiwert Geometrie	S_g	=	1.00 [-]	gem. 8.2.2.4
Erforderliche Schlitzweite	s_{erf}	=	0.20 [m]	

lichte Beckenlänge	L_{LB}	=	1.62	bis	1.67
lichte Beckenlänge gewählt	L_{LB}	=	1.95 [m]		gem. Tabelle 43
Beckenbreite	b	=	1.46 [m]		$b = \text{ca. } L_{LB} \cdot 3/4$
Beckenbreite gewählt	b	=	1.50 [m]		gem. Tabelle 43
Freier Überstand Leitwand	$c - d$	=	0.20	bis	0.30
Freier Überstand Leitwand gewählt	$c - d$	=	0.25 [m]		
Versatzmass	a	=	0.08	bis	0.16
Versatzmass gewählt	a	=	0.12 [m]		
Breite Umlenkblock	b_U	=	0.20	bis	0.30
Breite Umlenkblock gewählt	b_U	=	0.25 [m]		> 0.25
Abstand Leitwand Schlitz	g	=	0.07	bis	0.12
Abstand Leitwand Schlitz gewählt	g	=	0.10 [m]		
Winkel Leitwandvorsatz	δ	=	10 bis 15	[°]	Empfehlung gem. Kap. 8.2.4.2
Winkel Umlenkung minimal	α	=	min. 20	[°]	Empfehlung gem. Kap. 8.2.4.2
Winkel Umlenkung optimal	α	=	30 bis 45	[°]	Empfehlung gem. Kap. 8.2.4.2

Berechnungen:

Abflussbeiwert	μ_v	=	0.498		für strömungsdissipierende Verhöl.
Gültigkeit: $h_u/h_o = 0.5$ bis 0.99	h_u/h_o	=	0.76	[-]	i.O.
Gültigkeit: $h_u > 2 \cdot s$	h_u	=	0.50	[-]	i.O.
Abflussmenge	Q	=	0.165	[m ³ /s]	$\mu_v \cdot s \cdot (g)^{1/2} \cdot h_o^{3/2}$
Energiedissipation	$P_{D,vorh}$	=	147.983	[W/m ³]	$(\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h) / (L_{LB} \cdot h_m \cdot b)$

Nachweise:

Fliessgeschwindigkeit $v_{\max} < v_{\text{bem}}$	1.74	<	1.80	[m/s]	i.O.
Energiedissipation $P_{D,vorh} < P_{D,bem}$	147.98	<	202.50	[W/m ³]	i.O.
Gültigkeit: $h_u > h_{\text{grenz}}$	0.50	>	0.41	[m]	i.O.

Anhang 3: Grobkostenschätzung

Grobkostenschätzung	Variante 0 (ohne Wehr)				Variante 1a (Wehrklappe)				Variante 1b (Schlauchwehr)				Variante 1c (FAH links, Wehrklappe)				Variante 2 (Grundentnahme)			
Pos. Beschreibung	Betrag CHF				Betrag CHF				Betrag CHF				Betrag CHF				Betrag CHF			
1 Baumeisterarbeiten																				
111 Regiearbeiten	1	gl	20'000.00	20'000.00	1	gl	30'000.00	30'000.00	1	gl	30'000.00	30'000.00	1	gl	30'000.00	30'000.00	1	gl	30'000.00	30'000.00
113 Baustelleninstallationen allgemein (Kran, Magazin, Wasser & Strom etc.)	1	gl	96'000.00	96'000.00	1	gl	193'000.00	193'000.00	1	gl	193'000.00	193'000.00	1	gl	214'000.00	214'000.00	1	gl	170'000.00	170'000.00
116 Rodungen	1	gl	2'000.00	2'000.00	1	gl	2'000.00	2'000.00	1	gl	2'000.00	2'000.00	1	gl	5'000.00	5'000.00	1	gl	7'500.00	7'500.00
117 Abbruch und Entsorgung Konstruktion (Beton, Mauerwerk)	350	m3	150.00	52'500.00	600	m3	150.00	90'000.00	600	m3	150.00	90'000.00	600	m3	150.00	90'000.00	150	m3	150.00	22'500.00
121 Sichern, unterfangen, verstärken und verschieben	10	m3	400.00	4'000.00	50	m3	400.00	20'000.00	50	m3	400.00	20'000.00	50	m3	400.00	20'000.00	20	m3	400.00	8'000.00
132 Bohr- und Schneidarbeiten	0	gl	25'000.00	0.00	1	gl	25'000.00	25'000.00	1	gl	25'000.00	25'000.00	1	gl	25'000.00	25'000.00	1	gl	15'000.00	15'000.00
151 Leitungsmaterial (GFK Leitung)	0	m	1'000.00	0.00	0	m	1'000.00	0.00	0	m	1'000.00	0.00	0	m	1'000.00	0.00	200	m	1'000.00	200'000.00
151 Umlegung / Schützen WL Guss und Kanal SB / Betriebsinterne Leerrohre	0	gl	60'000.00	0.00	1	gl	60'000.00	60'000.00	1	gl	60'000.00	60'000.00	1	gl	60'000.00	60'000.00	1	gl	20'000.00	20'000.00
151 Grabenverbau (Aushub, Wiedereinfüllung)	0	m3	50.00	0.00	50	m3	50.00	2'500.00	50	m3	50.00	2'500.00	50	m3	50.00	2'500.00	2'100	m3	50.00	105'000.00
151 Grabenverbau (Entsorgung)	0	m3	65.00	0.00	10	m3	65.00	650.00	10	m3	65.00	650.00	10	m3	65.00	650.00	1'200	m3	65.00	78'000.00
151 Grabenverbau (Bettungsmaterial Leitungen)	0	m3	100.00	0.00	100	m3	100.00	10'000.00	100	m3	100.00	10'000.00	100	m3	100.00	10'000.00	1'300	m3	100.00	130'000.00
161 Wasserhaltungen (Pumpen, Absetzbecken usw)	1	gl	60'000.00	60'000.00	1	gl	70'000.00	70'000.00	1	gl	70'000.00	70'000.00	1	gl	80'000.00	80'000.00	1	gl	100'000.00	100'000.00
162 Spundwandarbeiten für Wasserhaltungen	650	m2	120.00	78'000.00	1'000	m2	120.00	120'000.00	1'000	m2	120.00	120'000.00	1'700	m2	120.00	204'000.00	1'250	m2	120.00	150'000.00
162 Spundwände im Boden verbleibend	0	m2	250.00	0.00	0	m2	250.00	0.00	0	m2	250.00	0.00	0	m2	250.00	0.00	400	m2	250.00	100'000.00
164 Verankerung und Nagelwände (als Baugrubenabschluss)	100	m2	150.00	15'000.00	100	m2	150.00	15'000.00	100	m2	150.00	15'000.00	150	m2	150.00	22'500.00	50	m2	150.00	7'500.00
171 Installation Bohrgerät und Bohrplanum	0	gl	0.00	0.00	1	gl	35'000.00	35'000.00	1	gl	35'000.00	35'000.00	1	gl	35'000.00	35'000.00	0	gl	35'000.00	0.00
171 Bohrpfahl D = 90 cm inkl. Beton bewehrt	0	m	0.00	0.00	360	m	600.00	216'000.00	360	m	600.00	216'000.00	360	m	600.00	216'000.00	0	m	600.00	0.00
211 Erdarbeiten Baugruben (Aushub, Transporte, Wiedereinbau)	500	m3	50.00	25'000.00	700	m3	50.00	35'000.00	700	m3	50.00	35'000.00	800	m3	50.00	40'000.00	300	m3	50.00	15'000.00
211 Erdarbeiten Baugruben (Entsorgung)	250	m3	65.00	16'250.00	500	m3	65.00	32'500.00	500	m3	65.00	32'500.00	500	m3	65.00	32'500.00	60	m3	65.00	3'900.00
213 Sohl- und Ufersicherung (Steine 1 -2 t/m2)	150	t	100.00	15'000.00	300	t	100.00	30'000.00	300	t	100.00	30'000.00	350	t	100.00	35'000.00	440	t	100.00	44'000.00
213 Sohlsubstrat FAH	15	m3	100.00	1'500.00	15	m3	100.00	1'500.00	15	m3	100.00	1'500.00	15	m3	100.00	1'500.00	0	m3	100.00	0.00
241 Beton Fundamente und Bodenplatten, Wände	400	m3	1'200.00	480'000.00	650	m3	1'200.00	780'000.00	650	m3	1'200.00	780'000.00	700	m3	1'200.00	840'000.00	300	m3	1'200.00	360'000.00
241 Betonelemente FAH	14	Stk	1'000.00	14'000.00	14	Stk	1'000.00	14'000.00	14	Stk	1'000.00	14'000.00	14	Stk	1'000.00	14'000.00	0	Stk	1'000.00	0.00
Umgebungsarbeiten, Pflanzungen, Instandstellung der Wege	1	gl	20'000.00	20'000.00	1	gl	20'000.00	20'000.00	1	gl	20'000.00	20'000.00	1	gl	20'000.00	20'000.00	1	gl	20'000.00	20'000.00
Reserven	10	%		90'000.00	10	%		180'000.00	10	%		180'000.00	10	%		200'000.00	10	%		159'000.00
				989'000.00				1'982'000.00				1'982'000.00				2'198'000.00				1'745'000.00
2 Ausrüstung																				
Stwb Grundablassschütz mit aufgesetzter Klappe	1	gl	100'000.00	100'000.00	1	gl	100'000.00	100'000.00	1	gl	100'000.00	100'000.00	1	gl	100'000.00	100'000.00	0	gl	100'000.00	0.00
Stwb Regulierklappe Fischabstieg	1	gl	30'000.00	30'000.00	1	gl	30'000.00	30'000.00	1	gl	30'000.00	30'000.00	1	gl	30'000.00	30'000.00	0	gl	30'000.00	0.00
Stwb Feinrechen	1	gl	20'000.00	20'000.00	1	gl	20'000.00	20'000.00	1	gl	20'000.00	20'000.00	1	gl	20'000.00	20'000.00	0	gl	20'000.00	0.00
Stwb Rechenreinigungsmaschine horizontal	1	gl	60'000.00	60'000.00	1	gl	60'000.00	60'000.00	1	gl	60'000.00	60'000.00	1	gl	60'000.00	60'000.00	0	gl	60'000.00	0.00
Stwb Wehrklappe 15.00 m x 1.50 m	0	gl	0.00	0.00	2	gl	200'000.00	400'000.00	0	gl	200'000.00	0.00	2	gl	200'000.00	400'000.00	0	gl	200'000.00	0.00
Stwb Absperrschieber Druckleitung	0	gl	0.00	0.00	0	gl	15'000.00	0.00	0	gl	15'000.00	0.00	0	gl	15'000.00	0.00	2	gl	15'000.00	30'000.00
Stwb Coandarechen	0	gl	0.00	0.00	0	gl	15'000.00	0.00	0	gl	15'000.00	0.00	0	gl	15'000.00	0.00	19	gl	15'000.00	285'000.00
Stwb Schlauchwehranlage komplett	0	gl	0.00	0.00	0	gl	275'000.00	0.00	1	gl	275'000.00	275'000.00	0	gl	275'000.00	0.00	0	gl	275'000.00	0.00
Stwb Hydraulikanlage zu Stahlwasserbau	0	gl	0.00	0.00	1	gl	70'000.00	70'000.00	1	gl	40'000.00	40'000.00	1	gl	70'000.00	70'000.00	0	gl	70'000.00	0.00
Stwb Absperrschieber FAH	1	gl	15'000.00	15'000.00	1	gl	15'000.00	15'000.00	1	gl	15'000.00	15'000.00	1	gl	15'000.00	15'000.00	0	gl	15'000.00	0.00
Stahlbau, Schlosser	1	gl	80'000.00	80'000.00	1	gl	80'000.00	80'000.00	1	gl	80'000.00	80'000.00	1	gl	80'000.00	80'000.00	1	gl	30'000.00	30'000.00
Anlagensteuerung	1	gl	120'000.00	120'000.00	1	gl	120'000.00	120'000.00	1	gl	120'000.00	120'000.00	1	gl	120'000.00	120'000.00	1	gl	90'000.00	90'000.00
Outdoorkabine für Steuerung / Hydraulik	2	gl	10'000.00	20'000.00	2	gl	10'000.00	20'000.00	1	gl	10'000.00	10'000.00	1	gl	20'000.00	20'000.00	1	gl	0.00	0.00
Reserven	10	%		43'000.00	10	%		90'000.00	10	%		74'000.00	10	%		90'000.00	10	%		44'000.00
				488'000.00				1'005'000.00				824'000.00				1'005'000.00				479'000.00
Total Baukosten Pos. 1 +2 exkl. MWST				1'477'000.00				2'987'000.00				2'806'000.00				3'203'000.00				2'224'000.00
3 Baunebenkosten und Planung pauschal ca. 20% gerundet				320'000.00				660'000.00				620'000.00				705'000.00				490'000.00
Total Baukosten & Baunebenkosten gerundet exkl. MWST				1'800'000.00				3'650'000.00				3'430'000.00				3'910'000.00				2'710'000.00
4 Produktionsausfälle				180'000.00				270'000.00				270'000.00				270'000.00				20'000.00
5 Wirkungskontrollen																				
Technische Wirkungskontrolle	1	gl	15'000.00	15'000.00	1	gl	15'000.00	15'000.00	1	gl	15'000.00	15'000.00	1	gl	15'000.00	15'000.00	1	gl	15'000.00	15'000.00
Eichung Restwassermenge	1	gl	5'000.00	5'000.00	1	gl	5'000.00	5'000.00	1	gl	5'000.00	5'000.00	1	gl	5'000.00	5'000.00	1	gl	5'000.00	5'000.00
Biologische Wirkungskontrolle	1	gl	100'000.00	100'000.00	1	gl	100'000.00	100'000.00	1	gl	100'000.00	100'000.00	1	gl	100'000.00	100'000.00	1	gl	100'000.00	100'000.00
				120'000.00				120'000.00				120'000.00				120'000.00				120'000.00
Total Investitionskosten exkl. MWST				2'100'000.00				4'040'000.00				3'820'000.00				4'300'000.00				2'850'000.00

Anhang 4: Entwurf Kostenteiler

Varianten-Übersicht							Bemerkung / Kontrolle
	Variante 0	Variante 1a	Variante 1b	Variante 1c	Variante 2 Bestvariante	Variante 2 (ohne Subv. San.)	
Neubau Wehranlage, Druckleitung und Umbau Inselisperre							
Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	0	1'320'000	1'240'000	1'400'000	560'000	560'000	
Anteil WBP (nicht subventioniert, Restkosten Gemeinde)	0	330'000	310'000	350'000	140'000	140'000	
Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	0	0	0	0	500'000	0	
Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, Restkosten GWBIL)	0	50'000	50'000	50'000	50'000	550'000	
Fischaufstieg							
Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	400'000	400'000	400'000	400'000	680'000	680'000	
Anteil WBP (nicht subventioniert, Restkosten Gemeinde)	100'000	100'000	100'000	100'000	170'000	170'000	
Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	800'000	800'000	800'000	900'000	600'000	0	
Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, Restkosten GWBIL)	0	0	0	0	0	600'000	
Fischabstieg							
Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	0	0	0	0	0	0	
Anteil WBP (nicht subventioniert, Restkosten Gemeinde)	0	0	0	0	0	0	
Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	700'000	800'000	700'000	800'000	500'000	0	
Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, Restkosten GWBIL)	0	0	0	0	0	500'000	
Fischschutz							
Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	0	0	0	0	0	0	
Anteil WBP (nicht subventioniert, Restkosten Gemeinde)	0	0	0	0	0	0	
Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	600'000	700'000	700'000	800'000	800'000	0	
Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, Restkosten GWBIL)	0	0	0	0	0	800'000	
Sohlenabsenkung Badbrücke inkl. neuen Ufern und Längsvernetzung							
Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	560'000	560'000	560'000	560'000	0	0	
Anteil WBP (nicht subventioniert, Restkosten Gemeinde)	140'000	140'000	140'000	140'000	0	0	
Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	0	0	0	0	0	0	
Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, Restkosten GWBIL)	0	0	0	0	0	0	
Anhebung Badbrücke							
Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	0	0	0	0	400'000	400'000	
Anteil WBP (nicht subventioniert, Restkosten Gemeinde)	0	0	0	0	100'000	100'000	
Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	0	0	0	0	0	0	
Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, Restkosten GWBIL)	0	0	0	0	0	0	
Neue Ufer im Bereich Badbrücke							
Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	0	0	0	0	320'000	320'000	
Anteil WBP (nicht subventioniert, Restkosten Gemeinde)	0	0	0	0	80'000	80'000	
Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	0	0	0	0	0	0	
Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, Restkosten GWBIL)	0	0	0	0	0	0	
Aufweitung nach Badbrücke							
Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	720'000	720'000	720'000	720'000	400'000	400'000	
Anteil WBP (nicht subventioniert, Restkosten Gemeinde)	180'000	180'000	180'000	180'000	100'000	100'000	
Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	0	0	0	0	0	0	
Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, Restkosten GWBIL)	0	0	0	0	0	0	
Ufererhöhungen							
Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	144'000	160'000	160'000	160'000	160'000	160'000	
Anteil WBP (nicht subventioniert, Restkosten Gemeinde)	36'000	40'000	40'000	40'000	40'000	40'000	
Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	0	0	0	0	0	0	
Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, Restkosten GWBIL)	70'000	0	0	0	0	0	
Total Kosten (ohne Restkostenbeteiligung RenF)							
Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	1'824'000	3'160'000	3'080'000	3'240'000	2'520'000	2'520'000	
Anteil WBP (nicht subventioniert, Restkosten Gemeinde)	456'000	790'000	770'000	810'000	630'000	630'000	
Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	2'100'000	2'300'000	2'200'000	2'500'000	2'400'000	0	
Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, Restkosten GWBIL)	70'000	50'000	50'000	50'000	50'000	2'450'000	
Total Kosten (mit Restkostenbeteiligung RenF)							
Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	1'824'000	3'160'000	3'080'000	3'240'000	2'520'000	2'520'000	80%
Anteil WBP (nicht subventioniert, Restkosten Gemeinde)	456'000	790'000	770'000	810'000	630'000	630'000	
Restkostenbeteiligung RenF	364'800	632'000	616'000	648'000	504'000	504'000	
abzüglich Restkostenbeteiligung RenF	91'200	158'000	154'000	162'000	126'000	126'000	
Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	2'100'000	2'300'000	2'200'000	2'500'000	2'400'000	0	
Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, Restkosten GWBIL)	70'000	50'000	50'000	50'000	50'000	2'450'000	
Restkostenbeteiligung RenF	0	0	0	0	0	1'960'000	
abzüglich Restkostenbeteiligung RenF	70'000	50'000	50'000	50'000	50'000	490'000	
Total Kosten	4'450'000	6'300'000	6'100'000	6'600'000	5'600'000	5'600'000	
	4'450'000	6'300'000	6'100'000	6'600'000	5'600'000	5'600'000	Kontrolle
	364'800	632'000	616'000	648'000	504'000	2'464'000	Total Beitrag RenF

Kosten total	Anteil HWS /Revit. (subventionsberechtigt)	Anteil WBP (nicht subventioniert, Restkosten Gemeinde)	Anteil Wasserkraft (subventionsberechtigt)	Anteil Wasserkraft (nicht subventioniert, Restkosten GWBIL)
4'450'000	1'824'000	456'000	2'100'000	70'000
100%	41%	10%	47%	2%

Kosten total	Anteil HWS /Revit.	Anteil WBP (nicht	Anteil Wasserkraft	Anteil Wasserkraft (nicht
6'300'000	3'160'000	790'000	2'300'000	50'000
100%	50%	13%	37%	1%

Kosten total	Anteil HWS /Revit.	Anteil WBP (nicht	Anteil Wasserkraft	Anteil Wasserkraft (nicht
6'100'000	3'080'000	770'000	2'200'000	50'000
100%	50%	13%	36%	1%

Kosten total	Anteil HWS /Revit.	Anteil WBP (nicht	Anteil Wasserkraft	Anteil Wasserkraft (nicht
6'600'000	3'240'000	810'000	2'500'000	50'000
100%	49%	12%	38%	1%

Kosten total	Anteil HWS /Revit.	Anteil WBP (nicht	Anteil Wasserkraft	Anteil Wasserkraft (nicht
5'600'000	2'520'000	630'000	2'400'000	50'000
100%	45%	11%	43%	1%

Kosten total	Anteil HWS /Revit.	Anteil WBP (nicht	Anteil Wasserkraft	Anteil Wasserkraft (nicht
5'600'000	2'520'000	630'000	0	2'450'000
100%	45%	11%	0%	44%

Anhang 5: Bericht Variantenbewertung Firma Fischwerk GmbH



Tromschwelle an der Ilfis bei Langnau i.E., 05.07.2024

Tromschwelle Ilfis, Langnau i. E.

Sanierung Fischgängigkeit

Fischökologische Bewertung der Varianten

10. Juli 2024

FISCHWERK **GMBH**

FISCHBIOLOGIE • GEWÄSSERÖKOLOGIE • GEOINFORMATIK

NEUSTADTSTRASSE 7, 6003 LUZERN

T 041 210 20 15

INFO@FISCHWERK.CH

WWW.FISCHWERK.CH

Impressum

Auftraggeber

Hunziker, Zarn & Partner AG
Schachenallee 29
5000 Aarau
Kontaktperson
Michael Auchli
michael.auchli@hzp.ch

Auftragnehmer

Fischwerk
Neustadtstrasse 7
6003 Luzern
Kontaktperson
Silvan Rossbacher
T 041 210 20 15
silvan.rossbacher@fischwerk.ch

Inhaltsverzeichnis

1	<u>AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG.....</u>	<u>4</u>
1.1	BEURTEILUNGSGRUNDLAGE.....	4
1.2	FISCHARTEN UND LEBENSRAUM	5
1.3	SITUATIONSBSCHRIEB FISCHWANDERUNG	7
1.4	SANIERUNGSVARIANTEN	9
2	<u>BEWERTUNG DER FISCHGÄNGIGKEIT UND DES EINFLUSSES AUF DIE FISCHHABITATE</u>	<u>9</u>
2.1	VORGEHEN.....	9
2.2	KRITERIENKATALOG FISCHWANDERUNG	10
2.2.1	BEWERTUNGSKRITERIEN FISCHAUFSTIEGSHILFE	10
2.2.2	BEWERTUNGSKRITERIEN FISCHABSTIEGSHILFE	10
3	<u>BEWERTUNG.....</u>	<u>11</u>
3.1	BEWERTUNG DER FISCHAUFSTIEGSHILFEN:	11
	BEWERTUNG DER AUFFINDBARKEIT.....	11
3.2	BEWERTUNG DES FISCHABSTIEGS	12
3.3	GESAMTBEWERTUNG:	14
3.4	AUSWIRKUNGEN DER VARIANTEN AUF DIE VERNETZUNG UND DIE RESTWASSERSTRECKE	14
4	<u>FAZIT</u>	<u>15</u>

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Fische sind aufgrund ihrer Biologie darauf angewiesen wandern zu können. Seit der Revision des Gewässerschutzgesetzes und der Gewässerschutzverordnung im Jahr 2011 sind die InhaberInnen von Wasserkraftanlagen dazu verpflichtet, an ihren Anlagen, unter anderem, die freie Fischwanderung bis im Jahr 2030 sicherzustellen (Art. 9 und 10 BGF¹; Art. 9b, c VBGF²). Zudem müssen sie, nach Anordnung der Behörde, die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen überprüfen (Art. 9c Abs. 3 VBGF).

Mit der Konzessionsurkunde vom 29.06.2020³ werden die Inhaber des Wasserrechts Nr. 40079 (GWBIL) verpflichtet, die Fischgängigkeit und den Fischschutz an der Tromschwelle Hinterdorf (Inselisperre) sicherzustellen. Die Firma HYDRO SOLAR hat dazu eine Variantenstudie ausgearbeitet. Die Firma Fischwerk GmbH wurde hinzugezogen, um die Varianten zu prüfen und eine unabhängige Bewertung der Varianten vorzunehmen. Der vorliegende Bericht fokussiert auf die Bewertung der fischökologischen Kriterien hinsichtlich der Sanierung der Fischwanderung am Kraftwerk. Bauliche sowie Kostenaspekte sind nicht Gegenstand der Bewertung. Allfällige Auswirkungen der Varianten auf das Konzept des Hochwasserschutzes wurden nicht berücksichtigt.

1.1 Beurteilungsgrundlage

Als Grundlage für diesen Bericht dienten die Variantenstudie der Firma Hydrosolar³, sowie die von Hydrosolar ausgearbeiteten Pläne der verschiedenen Varianten. Zusätzlich wurde zur Beurteilung der aktuellen Situation der Betrachtungsperimeter (Abbildung 1) am 05.07.2024 bei einem Abfluss von ca. 3m³/s durch Fischwerk begangen.



Abbildung 1: Situation im Betrachtungsperimeter (map.geo.admin.ch, modifiziert)

¹ Bundesgesetz über die Fischerei (BGF) vom 21. Juni 1991, Stand am 1. Mai 2017 (923.00).

² Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF) vom 24. November 1993, Stand am 1. Januar 2021 (923.01).

³ Inseli Schwellen an der Ilf, Langnau i.E. Sanierung Fischgängigkeit, Variantenstudie, Hydrosolar Water Engineering AG. Stand 18.06.2024

1.2 Fischarten und Lebensraum

Die Ilfis wird im Bereich der Inselisperre der unteren Forellenregion zugeordnet⁴. Die Leitfischarten sind Bachforellen und Gropen. Als Referenzlänge wurde für die Bachforelle 60 cm festgelegt.

Der Lebensraum der Fische ist durch die teils hohen Schwellen in der Ilfis stark fragmentiert. Der Betrachtungssperimeter (Abbildung 1) liegt zudem unterhalb der Inselisperre in der Restwasserstrecke. Mittig liegt eine grosse Kiesbank, die das Gewässer in zwei Arme aufteilt, wobei der grössere Teil des Wassers auf der linken Seite abfließt. Ein grosser Teil der Ufer ist mit Beton verbaut. Die Ufer sind fast durchgehend mit grösseren Bäumen bestockt, deren Äste teils mehrere Meter über das Gewässer ragen und grössere Teile beschatten. Die Sohle besteht hauptsächlich aus gröberem Kies und Steinen. Unterhalb der drei Schwellen bei der Tromschwelle befinden sich jeweils grosse, bis über 2 m tiefe Kolke mit grossen Steinblöcken.

Am Übergang vom Kolk zur abwärts liegenden Furt finden sich geeignete Laichplätze, wobei es aber ausserhalb der Kolke an Deckungsstrukturen fehlt. Durch die verbauten Ufer fehlen kleinräumig strukturierte Bereiche, die für Larven und juvenile Fische besonders geeignet wären.

Oberhalb der Tromschwelle verläuft der Fluss relativ gerade mit konstanter benetzter Breite und linksseitigem Talweg. Dadurch ergibt sich eine gewisse Tiefenvariabilität im Querprofil, aber kaum über die Länge (Abbildung 2). Kurz unterhalb der Messschwelle des BAFU befindet sich eine grössere Kiesbank, welche das Gewässer morphologisch in zwei Arme teilt. Die Hauptströmung liegt linksufrig. Die Ufer sind durchgehend mit Bäumen und Büschen bestockt, welche ins Gewässer und oder über den Wasserspiegel reichen. Dadurch ergeben sich stellenweise Bereiche mit sehr guter Deckung und Beschattung. Linksseitig ist das Ufer weitgehend mit Holzstämmen verbaut. Es gibt aber Bereiche ohne Verbauung und mit kleinskaligen Strukturen. Der Abschnitt bietet geeignete Habitate für Fischlarven und juvenile Fische, weist aber aufgrund der fehlenden Strukturen wenig Breiten- und Tiefenvariabilität auf. Kolke gibt es abgesehen vom Schwellenkolk der Messstelle kaum. Oberhalb der Messschwelle ist die Ilfis monoton gestaltet (Abbildung 3). Es gibt kaum Breiten- und Tiefenvariabilität. Mit Ausnahme einer Blockrampe sind Strukturen nur selten in Form von einzelnen Steinblöcken vorhanden. Die Ufer sind durchgehend mit Blocksatz verbaut, der aber teilweise schon verwachsen ist.

⁴ GEKOBES Strategische Planung nach GSchG zur Wiederherstellung der Fischwanderung im Kanton Bern: Objektblatt Sanierung Fischaufstieg und Fischabstieg Tromschwelle Hinterdorf, Stand 31.12.2014.



Abbildung 2: Strecke flussabwärts der BAFU-Messstation. Blick Richtung Tromschwelle.



Abbildung 3: Strecke flussaufwärts der BAFU-Messstation.

1.3 Situationsbeschreibung Fischwanderung

Fischaufstieg

Im aktuellen Zustand ist der Fischaufstieg lediglich im 150 m langen Ilfisabschnitt zwischen den drei Schwellen (Schwellenserie) unterhalb der Moosbrücke (Abbildung 4) und der Tromschwelle Hinterdorf (Inselisperre) (Abbildung 5) gewährleistet. Gemäss Gewässerentwicklungskonzept des Kanton Bern (GEKOB 2014)⁵ ist die Tromschwelle mit einer Höhe von ca. 2m für Fische unüberwindbar.

Die unterhalb der Tromschwelle gelegenen zwei Schwellen sind mit integrierten Blockrampen für die Fischwanderung ausgestattet (Abbildung 6). Nach unserer ersten Einschätzung dürfte, aufgrund der hohen Energiedichte in den Rampen, ein Aufstieg nur sehr schwimmstarken Individuen möglich sein. Zusätzlich befindet sich am oberen Ende der Schwellen eine Stahlkonstruktion, die den Aufstieg für Sohlen nah wandernde Arten verunmöglicht und aufsteigende Bachforellen zum Sprung zwingt. Die Sanierung beider Schwellen ist nicht Teil der Sanierungsverfügung. Die flussaufwärts folgende Tromschwelle ist für Fische nicht passierbar. Dasselbe gilt für die ca. 200 m flussaufwärts gelegene und 1.5 m hohe Schwelle der Messstation 2603 des BAFU.

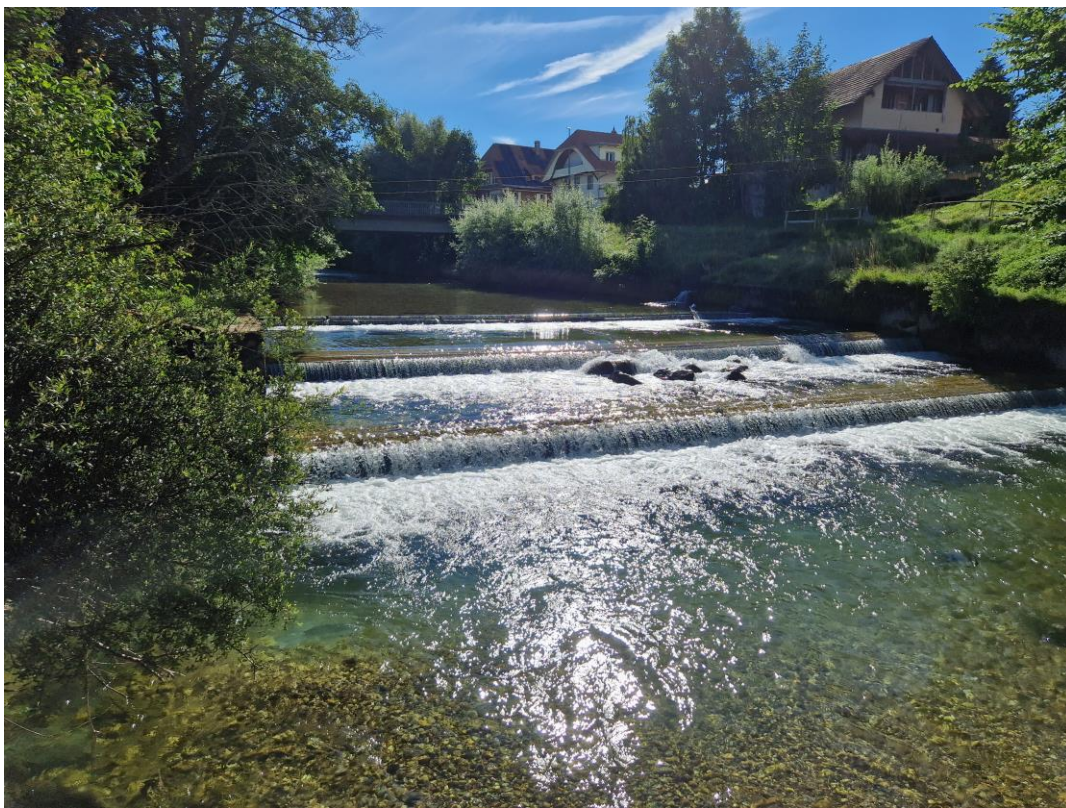


Abbildung 4: Schwellenserie unterhalb der Moosbrücke

⁵ GEKOB Strategische Planung nach GSchG zur Wiederherstellung der Fischwanderung im Kanton Bern: Objektblatt Sanierung Fischaufstieg und Fischabstieg Tromschwelle Hinterdorf, Stand 31.12.2014.



Abbildung 5: Trommschelle (Inselisperre)

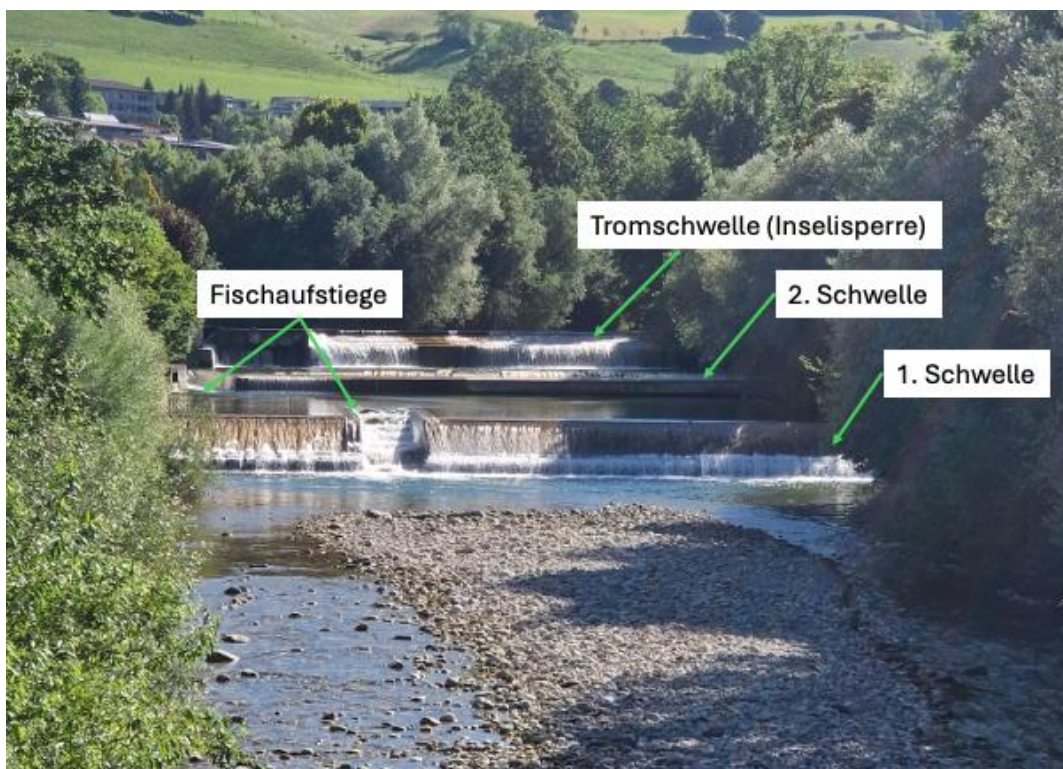


Abbildung 6: Abschnitt Inselisperre, bestehend aus Trommschelle und den beiden Unterhalb gelegenen Schwellen mit integriertem Fischaufstieg.

Fischabstieg

Rund 10 m nach der Ausleitung am Tromwehr gibt es im Gewerbekanal einen Feinrechen mit einer lichten Stabweite von 20-25 mm. Grössere, in den Kanal eingeschwommenen Fische, befinden sich somit in einer Sackgasse und werden zur Umkehr gezwungen. Kleinere Fische passieren den Rechen und gelangen damit zu den Turbinen,

oder sie kehren ebenfalls um. Fische die nicht in die Ausleitung eingeschwommen oder umgekehrt sind, können einzig über die Wehranlage und die folgenden beiden Schwellen absteigen. Für die absteigenden Fische besteht bei geringem Wehrüberfall ein Verletzungsrisiko durch die stufenartige Bauweise und die breiten, mit Unebenheiten versehenen Schwellenrücken.

Restwasser

Das direkt oberhalb der Inselisperre rechtsufrig entnommene Wasser wird in den Gewerbekanal eingeleitet und 2455 m unterhalb (Koordinaten 2'625'103 / 1'199'300) wieder seitlich in die Ilfis zurückgegeben. Die maximale Ausleitwassermenge beträgt 1.6 m³/s, die minimale Restwassermenge 0.52 m³/s.

1.4 Sanierungsvarianten

Die Firma HYDROSOLAR hat vier Varianten zur Sanierung der Fischwanderung am Tromwehr ausgearbeitet und bewertet:

Variante 1a:

- Fischaufstieg mit technischem Gerinne (Vertical-Slot-Pass) am rechten Ufer
- Fischschutz mit einem Horizontalrechen vor der Ausleitung
- Fischabstieg über einen neuen Bypass im Anschluss an den Horizontalrechen
- Wehr mit 2 Stauklappen

Variante 1b:

Identisch mit Variante 1a, lediglich mit Schlauchwehr anstelle der Stauklappen

Variante 1c:

Analog Varianten 1a und 1b, aber der Fischaufstieg erfolgt am linken Ufer

Variante 2:

- Verschiebung der Wasserentnahme um 200 m flussaufwärts zur Schwelle der Messstation
- Fischaufstieg an der neuen Fassung mittels Umgehungsgerinne
- Fischabstieg über Coandarechen
- Wasserfassung mittels Grundentnahme
- Überwindung der Tromschwelle mittels Blockrampe in Anlehnung an die beiden unteren Schwellen.

Die genauen Beschreibungen finden sich in der Variantenstudie.

2 Bewertung der Fischgängigkeit und des Einflusses auf die Fischhabitate

2.1 Vorgehen

Die Beurteilung erfolgte für Abflüsse zwischen Q₃₀ (ca. 11.5 m³/s) und Q₃₃₀ (ca. 1.5 m³/s). Die oben beschriebenen Varianten wurden in zwei Teilen bewertet. Im ersten Teil wird die Funktionalität der Fischwanderhilfen nach festgelegten Kriterien bewertet (Kap.2.2). In einem zweiten Teil wird der Einfluss der verschiedenen Varianten auf die resultierende Restwasserstrecke und die Konnektivität beurteilt. Basis dafür ist die Begehung vom 05.07.2024 durch Fischwerk. Die Bewertung des zweiten Teils erfolgt nicht über ein Bewertungsschema, sondern verbal.

Die Bewertung erfolgte unabhängig von allfälligen Auswirkungen auf das Hochwasserschutzkonzept und den daraus resultierenden Konsequenzen.

2.2 Kriterienkatalog Fischwanderung

Fischaufstiegshilfe (FAuH) und Fischabstiegshilfe (FAbH) werden jeweils getrennt bewertet. Kriterien, die für eine Bewertung einer Wanderhilfe an sich relevant sind, aber für die vorliegenden Varianten kein Unterscheidungskriterium darstellen, wurden nicht in den Katalog aufgenommen.

2.2.1 Bewertungskriterien Fischaufstiegshilfe

Auffindbarkeit:

- Grossräumige Auffindbarkeit: *Beurteilung der Lage im Gewässer als gesamtes, Synergien im Gewässer, allfällige Sackgasseneffekte*
- Kleinräumige Auffindbarkeit: *Auffindbarkeit der Leitstrukturen, Leitströmung, Winkel des Einstiegs, Abflussverhältnis Aufstieg/Hauptwasser*

Passierbarkeit, Funktionsbereich:

- Passierbarkeit: *Länge, Verzweigungen und Wendungen in der FAuH, Strömungsverhältnisse im Aufstieg, Dauer und Energieaufwand zur Überwindung*
- Funktion bei Q30-Q330: *Mögliche Funktionseinschränkungen bei viel (Q₃₀) oder wenig (Q₃₃₀) Abfluss. Bsp. geringe Wassertiefen, hohe Energiedichten*
- Arten-/Längenselektivität: *Einschränkungen die art- oder längenspezifisch wirken*
- Ausgestaltung der FAuH: *Naturnaher oder künstlicher Bautyp*

2.2.2 Bewertungskriterien Fischabstiegshilfe

Auffindbarkeit:

Kleinräumige Auffindbarkeit der FAbH: *Auffindbarkeit der Hilfsstrukturen, Leitströmung, Winkel des Einstiegs, Abflussverhältnis Aufstieg/ Hauptwasser*

Fischschutz

Schutzwirkung des Rechens: *Schutz der Fische vor dem Eintreten in den Ausleitkanal*

Passierbarkeit, Funktionsbereich:

Funktion bei Q30-Q330: *Mögliche Funktionseinschränkungen bei viel (Q₃₀) oder wenig (Q₃₃₀) Abfluss. Bsp. geringe Wassertiefen, hohe Energiedichten*

Wehrabstieg:

Verletzungsrisiko bei Wehrabstieg: *Beurteilung der Verletzungsgefahr beim Abstieg über das Wehr. Bsp. Strömungshindernisse, tiefe des Wehrkolkes*

3 Bewertung

Jede Variante wurde nach den oben genannten Kriterien von 1-5 Punkten bewertet (Abbildung 7). 1 entspricht der schlechtesten und 5 der besten Bewertung. Die Bewertung erfolgte als «absolute» Beurteilung des jeweiligen Kriteriums, d.h. sie bezieht sich nicht auf das Verhältnis zu den anderen Varianten, sondern spiegelt eine Gesamteinschätzung wider. Für die Gesamtbewertung wurden alle Kriterien gleich gewichtet.

Bewertung	Punkte
Sehr gut	5
Gut	4
Mittelmässig	3
Unbefriedigend	2
Schlecht	1

Abbildung 7: Bewertungsmassstab für die unterschiedlichen Kriterien.

3.1 Bewertung der Fischaufstiegshilfen:

Kriterien Fischaufstieg	Auffindbarkeit	V1a	V1b	V1c	V2
	Grossräumige Auffindbarkeit Q30 - Q330	5	5	2	4
	Kleinräumige Auffindbarkeit Q30-Q330	4	4	4	5
	Passierbarkeit, Funktionsbereich der Aufstiegshilfe				
	Passierbarkeit	3	3	5	5
	Funktion bei Q30-Q330	5	5	3	5
	Ausgestaltung der FAuH	4	4	4	5

Abbildung 8: Bewertung der Fischaufstiegshilfe für die verschiedenen Varianten.

Bewertung der Auffindbarkeit

Die Bewertung des Fischaufstiegs der verschiedenen Varianten ist in Abbildung 8 dargestellt

Die **grossräumige Auffindbarkeit** ist bei den Varianten 1a und 1b «Sehr gut». Die aufsteigenden Fische kommen aufgrund der Aufstiegshilfe der untenliegenden Schwelle zwangsläufig direkt beim Einstieg an. Die Variante 1c erhält Abzug dafür, dass die aufsteigenden Fische nach der Passage der Blockrampen zwangsläufig die Flusseite wechseln müssen, um weiter aufzusteigen. Dabei wird das Erkennen des Aufstiegspfad für den weiterführenden Aufstieg durch die Strömungen des Fischabstiegs und allenfalls zusätzlich durch den Wehrüberfall erschwert. Es wird von einer deutlich höheren Suchzeit ausgegangen. Die Variante 1c wird deshalb nur mit «unbefriedigend» bewertet. Die Variante 2 erhält einen leichten Abzug dafür, dass die Auffindbarkeit von der morphologischen Dynamik des Gewässers abhängt. Im Aktuellen Zustand werden die Fische aufgrund der Kiesbank flussabwärts der Messschwelle auf die linke und damit die richtige Uferseite geführt. Ob diese günstige Situation mit dem Bau der neuen Wehrschwelle oder nach Hochwassern erhalten bleibt, ist ungewiss.

Hinsichtlich der **kleinräumigen Auffindbarkeit** erhält die Variante 2 die Bewertung «Sehr gut». Das gesamte Restwasser von 0.52m³/s fliesst durch den Fischaufstieg. Die Varianten 1a, 1b werden mit «gut» bewertet. Leichte Abzüge gibt es aufgrund der Konkurrenzströmung des Fischabstiegs zur Leitströmung der FAuH. Die Variante 1c wird ebenfalls als «gut» eingestuft. Es ist davon auszugehen, dass die Fische der Wehrkante entlang nach einer Möglichkeit zum Aufstieg suchen. Idealerweise würde der Einstieg zum Schlitzpass deshalb nahe der Wehrkante liegen. Da dieser jedoch etwas nach unten versetzt ist, kann ein leichter Sackgasseneffekt auftreten. Deshalb gibt es für diese Variante einen leichten Abzug.

Bewertung der Passierbarkeit

Die Varianten 1a und 1b erhalten für die **Passierbarkeit** lediglich eine «Mittelmässige» Bewertung. Diese eher strenge Bewertung kommt durch drei Kritikpunkte zustande. Aufgrund der Unterführung liegt der Teil, der direkt beim Einstieg des Schlitzpasses liegt, im Dunkeln. Völlige Dunkelheit und abrupt wechselnde Lichtverhältnisse

sollten aber vermieden werden⁶. Zusätzlich ist in den Varianten 1a und 1b eine Wendung im Schlitzpass vorgesehen. Bei Wendebetten besteht die Gefahr, dass komplexe Strömungsmuster auftreten. Kreisströmungen sollten dabei verhindert werden⁷. Die Schlitzlöcher in der Wendung liegen gemäss Bauplan jeweils an den Aussenseiten des Schlitzpasses. Dadurch wird eine schnellere Strömung an der Aussenseite und eine langsamere Strömung gegen die Innenseite begünstigt, womit die Gefahr besteht, dass sich Wirbelströmungen bilden. Die Öffnung sollte daher nach der Wendung auf die rechte Seite verlegt werden. Zusätzlich entsteht durch die Wendung ein grösseres Becken, welches unter Umständen von Prädatoren als Aufenthaltsort genutzt werden könnte⁵.

Der Schlitzpass der Variante 1c besteht wie die Variante 1a und 1b aus 13 Becken, ist aber durch das Wegfallen einer Unterführung gegenüber den Varianten 1a und 1b etwas kürzer und enthält keine Wendungen oder wechselnde Lichtverhältnisse. Die Variante wird deshalb etwas besser mit «Gut» bewertet. Die Variante 2 wird mit «sehr gut» bewertet. Diese Variante bietet die kürzeste und geradlinigste Aufstiegsmöglichkeit.

Bei der Bewertung der **Funktionsfähigkeit bei verschiedenen Abflüssen** (Q_{30} - Q_{330}) erhalten die Varianten 1a und 1b und 2 die Wertung «Sehr gut». Die Funktion wird von Q_{30} bis Q_{330} als gegeben betrachtet. Die Variante 1c wird mit «Mittelmässig» bewertet. Bei einem Abfluss von $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q_{330}) fliesst der Grossteil des Wassers über die rechte Seite via Ausleitung und Bypass ab. Es bestehen Zweifel daran, dass dem Schlitzpass auf der linken Seite noch ausreichend mit Wasser versorgt wird. Bei Q_{30} stellt sich die umgekehrte Situation ein. Durch den Rückstau am Wehr ist im Bereich des Ausstieges mit einer Pegelerhöhung zu rechnen. Die würde zu einer Erhöhung der Wassermenge im Schlitzpass führen. Die berechnete Leistungsdichte beträgt 225 W/m^3 bei einer Dotierung von $0.17 \text{ m}^3/\text{s}$. Dies entspricht bereits der maximal zulässigen Leistungsdichte für die untere Forellenregion⁸. Bei einer höheren Dotierung ist von einer Überschreitung dieses Werts auszugehen.

3.2 Bewertung des Fischabstiegs

Kriterien Fischabstieg	Auffindbarkeit	V1a	V1b	V1c	V2
	<i>Kleinräumige Auffindbarkeit Q_{30}-Q_{330}</i>	4	4	4	5
	Fischschutz				
	<i>Schutzwirkung des Rechens</i>	4	4	4	5
	Passierbarkeit, Fehleranfälligkeit des Fischabstiegs				
	<i>Funktion bei Q_{30}-Q_{330}</i>	5	5	5	4
	Wehrabstieg				
	<i>Verletzungsrisiko</i>	5	5	5	3

Abbildung 9: Bewertung der Fischabstiegshilfe für die verschiedenen Varianten.

Die Bewertung des Fischabstiegs der verschiedenen Varianten ist in Abbildung 9 dargestellt.

Bewertung der Auffindbarkeit

⁶ BAFU 2022: Wiederherstellung der Fischwanderung «Gute Praxisbeispiele für Wasserkraftanlagen in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern. S.26

⁷ DWA 2016: Merkblatt DWA 509. Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke-Gestaltung, Bemessung Qualitätssicherung. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. S.224-225

⁸ DWA 2016: Merkblatt DWA 509. Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke-Gestaltung, Bemessung Qualitätssicherung. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. S.130

Im Gegensatz zur Beurteilung der Fischeaufstiegshilfen, sehen wir für die Varianten des Fischabstiegs keine abgrenzenden Aspekte in der grossräumigen Auffindbarkeit. Dieses Kriterium wurde deshalb nicht in die Bewertung aufgenommen.

Die Varianten 1a,1b und 1c sind bei der Lösung des Fischabstiegs identisch, unterscheiden sich folglich untereinander nicht.

Die Positionierung des Einstiegs ist bei den Varianten 1a,1b und 1c optimal. Die Kombination von Horizontalrechen mit anschliessendem Bypass wurde vielfach an anderen Anlagen erfolgreich umgesetzt und gilt als bewährt. Die **kleinräumige Auffindbarkeit** der Abstiegshilfen wird daher mit «Gut» bewertet. Lediglich der vorgelagerte Grobrechen führt zu einem geringen Abzug. Die absteigenden Fische müssen diesen zwangsläufig passieren. Gerade grössere Fische könnten dabei zögern. Der Gitterabstand des Grobrechens ist aus den Plänen nicht ersichtlich, sollte aber auf jeden Fall möglichst gross gewählt werden. Bei der Referenzlänge von 60cm, kann bei Bachforellen mit einer maximalen Körperbreite von ca. 7cm⁹ gerechnet werden. Eine lichte Breite des Stababstands von 7 cm sollte daher nicht unterschritten werden. Bei der Variante 2 verläuft der Abstieg über die gesamte Gewässerbreite. Auch Fische, welche in das Umgehungsgewässer einsteigen, können in diesem absteigen. Dadurch entstehen keine Sackgassen oder Verzögerungen beim Abstieg. Variante 2 wird daher als «sehr gut» bewertet.

Fischschutz

Der Stababstand von 15mm wirkt für Bachforellen bis ca. einer Länge von 15cm als physische Barriere⁸. Für kleinere Fische ist der Rechen prinzipiell passierbar. Der Rechen wirkt aber nicht nur als physische sondern auch als Verhaltensbarriere und wird somit als Hindernis wahrgenommen. Durch die horizontale Ausrichtung der Stäbe und die schräge Anordnung zur Strömung tritt ein Leiteffekt in Richtung des Bypasses auf, so dass auch kleinere Fische den Rechen kaum passieren. Die **Schutzwirkung des Rechens** wird daher als «Gut» eingeschätzt. Dennoch ist nicht auszuschliessen, dass Fische in den Gewerbekanal einschwimmen. In diesem Fall müssen sie 8 Kraftwerke via Turbinen passieren, weshalb von einem kumulativen Effekt der Turbinenmortalität auszugehen ist. Die Varianten 1a,1b und 1c erhalten deshalb nicht die beste Bewertung. Dem gegenüber schützt der Coandarechen der Variante 2 mit einer Spaltweite von 0.6 mm auch die kleinsten Fische vor dem Eintreten in den Turbinenkanal und erhält daher die Wertung «sehr gut»

Für die Varianten 1a-c können keine offensichtlichen Defizite bei der **Funktion im Abflussbereich von Q₃₀-Q₃₃₀** ausgemacht werden. Sie erhalten daher die Wertung «sehr gut». Bei der Variante 2 bestehen Zweifel, dass das Wasserpolster über dem Schwellenrücken bei Q₃₃₀ den Anforderungen an eine Mindestwassertiefe genügt. Bei einer Referenzlänge von 60 cm ergibt sich eine Fischhöhe von ca. 13 cm⁸. Auch für sehr kurze Strecken sollte dieser Wert nicht unterschritten werden. Die Variante 2 erhält deshalb einen leichten Abzug und die Wertung «Gut».

Wehrabstieg

In der Variante 1b ist ein Schlauchwehr mit Ablagetisch geplant. Bei Wehrüberfall besteht die Gefahr, dass Fische auf diesem aufschlagen und sich verletzen. Dies soll gemäss Variantenstudie vermieden werden, indem bis zu einem Abfluss Q₃₀, das Wasser über den Grundablass geleitet wird, so dass kein Wehrüberfall stattfindet. Dadurch entsteht kein zusätzliches Verletzungsrisiko bei dieser Variante im Bereich Q₃₀-Q₃₃₀. Das **Verletzungsrisiko** der Varianten 1a,1b,1c wird mit «Sehr gut» bewertet.

Bei der Variante 2 erfolgt der gesamte Abstieg über das Wehr. Dabei ist der über dem Coandarechen liegende Grobrechen problematisch. Es besteht die Gefahr, dass grössere Fische nicht durch den Rechen fallen, sondern auf diesem zu liegen kommen und dann darüber abrollen. Dabei besteht die Gefahr einer Verletzung. Die Variante 2 wird deshalb als «Mittelmässig» bewertet. Die Möglichkeit über das Umgehungsgerinne abzusteigen, wird in der Bewertung nicht berücksichtigt.

⁹ Ebel, G. (2024) Fischschutz und Fischeaufstieg an Wasserkraftanlagen-Handbuch Rechen- und Bypasssysteme S.336

3.3 Gesamtbewertung:

Zusammenfassung	Kriterienkatalog	V1a	V1b	V1c	V2
	Bewertung Fischaufstieg	4.2	4.2	3.6	4.8
	Bewertung Fischabstieg	4.5	4.5	4.5	4.25
	Gesamtwertung	4.35	4.35	4.05	4.53

Abbildung 10: Gesamtbewertung der Varianten.

Die Ergebnisse der Variantenbewertung sind Abbildung 10 dargestellt. Es wurden jeweils die Mittelwerte aller Einzelkriterien für Fischaufstieg und Fischabstieg gebildet. Alle Kriterien wurden dabei gleich gewichtet. Die Gesamtbewertung wurde aus dem Mittelwert der beiden Kriterienkataloge gebildet. Variante 2 erreichte mit 4.53 die beste Bewertung gefolgt von den Varianten 1a und 1b mit 4.35. Die Variante 1c schnitt am schlechtesten mit 4.05 ab.

3.4 Auswirkungen der Varianten auf die Vernetzung und die Restwasserstrecke

Bei der Umsetzung der Varianten 1a, 1b und 1c wird die Fischgängigkeit der Tromschwelle wieder hergestellt. Dadurch würde die Fischwanderung von der dreiteiligen Schwellenserie unterhalb der Moosbrücke bis zur Messstation des BAFU, über eine Strecke von 430 m, gewährleistet. Bei der Umsetzung der Variante 2 verlängert sich durch die Passierbarkeit der BAFU-Messschwelle die fischgängige Strecke um weitere 600 m. Jedoch wird durch das Verschieben der Fassung flussaufwärts die Restwasserstrecke um rund 200m verlängert.

Aspekt Vernetzung

Für eine selbsterhaltende Bachforellenpopulation ist ein Fließgewässerabschnitt von mindestens 100 m¹⁰ bis max. 500 m¹¹ notwendig, sofern er alle notwendigen Habitate aufweist. Diese Grundbedingungen für eine sich erhaltende Bachforellenpopulation im betrachteten Ilfisabschnitt sind vermutlich bereits ohne diese zusätzliche Vernetzung gegeben, wenn auch sicher nicht in idealem Masse (Kap. 1.2). Im Hinblick auf zukünftige Aufwertungen oder Revitalisierungen ist die Wiederherstellung der Fischgängigkeit aber sinnvoll.

Es wird davon ausgegangen, dass die Blockrampe an der Tromschwelle so umgesetzt wird, dass sie optimal funktioniert. An dieser Stelle soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass die Aufstiegshilfen in den zwei Schwellen flussabwärts der Tromschwelle unserer Einschätzung nach für Bachforellen schwer durchgängig, und für Groppen kaum passierbar sind!

Aspekt Restwasser:

Durch die Verlegung der Fassung flussaufwärts wird die Restwasserstrecke um ca. 200 m (<10 %) verlängert. Wie in Kapitel 1.1. beschrieben, verläuft der Fluss relativ gerade mit konstanter benetzter Breite und linksseitigem Talweg mit geringer Breiten- und Tiefenvariabilität. Durch die Entnahme von 1,6 m³/s würde an etwa 90 Tagen nur die Restwassermenge durch den Abschnitt fließen. Die Durchgängigkeit der Strecke dürfte aufgrund des links gelegenen vertieften Talweges auch bei Restwasser unproblematisch sein. Rechtsufrig kommt es aber zu einem Habitatsverlust. Bereits bei einem Abfluss von 3m³/s beträgt die Wassertiefe dort nur wenige Zentimeter. Bei Restwasser würde sich die benetzte Breite voraussichtlich so weit reduzieren, dass der gut beschattete rechte Uferbereich trockenfällt

Trotz der oben beschriebenen negativen Auswirkungen auf das Habitatangebot erachten wir die zusätzliche Restwasserstrecke als vertretbar. Der Habitatsverlust ist gegenüber dem Vollwasser-Szenario nicht gravierend, weil

¹⁰ Aquarius (2000) Beurteilungshilfe zur Klassierung von Fließgewässern als Nichtfischgewässer nach Art. 32 Bst. b GSchG. Baudepartement des Kantons St. Gallen, 27 S.

¹¹ Becker, A., Ortlepp, J. (2022) Fischökologisch funktionsfähige Strukturen in Fließgewässern. Regierungspräsidium Tübingen, 133 S.

die Strecke schon im aktuellen Zustand kaum Strukturen und nur wenig Variabilität aufweist. Wir empfehlen daher im Falle einer Umsetzung der Variante 2 diesen Abschnitt mit strömungslenkenden Strukturen aufzuwerten.

4 Fazit

Die Variante 1c (Schlitzpass linksseitig) schnitt gesamthaft am schlechtesten ab. Aufgrund der gleichen Gewichtung der Kriterien, wurde in der Bewertung die mangelnde Auffindbarkeit von den restlichen Kriterien kompensiert, so dass die Gesamtwertung «gut» ausfällt. Allerdings kann in der Realität eine schlechte Auffindbarkeit nicht durch eine gute Passierbarkeit kompensiert werden. Wir raten daher von dieser Variante ab. Das grösste Defizit der Varianten 1a und 1b (Schlitzpass rechtsseitig) ist die Wendung des Schlitzpasses und die wechselnden Lichtverhältnisse. Die Varianten erreichen aber eine gute Bewertung. Grundsätzlich sind aus unserer Sicht die Varianten 1a,1b geeignet, um die Fischwanderung an der Tromschwelle zu gewährleisten.

Am besten schnitt die Variante 2 ab. Unserer Ansicht nach ist der Fischaufstieg optimal gelöst. Beim Fischabstieg ist der gute Fischschutz von Kleinfischen durch den Coandarechen ein wesentlicher Vorteil. Allerdings ist das Verletzungspotential von grösseren Fischen durch den darüberliegenden Grobrechen zu beachten. Daher sollte für den Grobrechen ein möglichst grosser Stababstand gewählt werden. Die mit der Variante 2 einhergehende zusätzliche Vernetzung durch die Wiederherstellung der Fischgängigkeit an der BAFU-Messstation erachten wir, vor allem in Hinblick auf zukünftige Aufwertung der Ilfis als positiv. Bei einer Aufwertung des Abschnittes, einhergehend mit der zusätzlichen Vernetzung überwiegen unserer Ansicht nach die Vorteile der Sanierung gegenüber der zusätzlichen Restwasserstrecke. Wir betrachten deshalb die Variante 2 aus fischökologischer Sicht als Bestvariante.

Anhang 6: Planbeilagen

- 21.310 – 21 Variante 1a, Seitenentnahme Wehrklappe
- 21.310 – 22 Variante 1b, Seitenentnahme Schlauchwehr
- 21.310 – 23 Variante 1c, FAH links und Wehrklappe
- 21.310 – 24 Variante 2, Grundentnahme

Schnitt B-B 1:100

best. Ufermauer

Pressenlager

Wehrklappe links

681.40

681.50

679.90

679.26

best. Wehrkörper

675.00

Schnitt A-A 1:100

Legende:

- Konstruktion bestehend
- Konstruktion Projekt
- Wasserflächen (Ober/Unterwasser)
- Regelorgane, Stahlwasserbau
- Fischmigration Flussaufwärts
- Fischaufstieg (Anfang/Ende)
- Kein Fischaufstieg
- Fischmigration Flussabwärts
- Fischschutz
- Fischabstieg
- Kein Fischabstieg

B:				
A:				
INDEX:	DATUM:	GEZ.:	GEPR.:	BEMERKUNGEN:

Gesellschaft der Wasserwerkbesitzer am Ilfiskanal Langnau (GWBIL)

Sanierung Fischgängigkeit nach GSchG

Langnau
leben im Emmental

Variantenstudie

Variante 1a, Seitenentnahme mit Wehrklappe, 2-feldrig

Situation 1:200 / Schnitte 1:100

 Langenhaustrasse 20, 4127 Birsfelden	PLAN-NR.: 21.310 - 21	
	DATUM:	NAME:
	GEZ.:	WeM

C:				
B:				
A:				
INDEX:	DATUM:	GEZ.:	GEPR.:	BEMERKUNGEN:

Gesellschaft der Wasserwerkbesitzer am Ilfiskanal Langnau (GWBIL)

Sanierung Fischgängigkeit nach GSchG

Langnau
leben im Emmemental

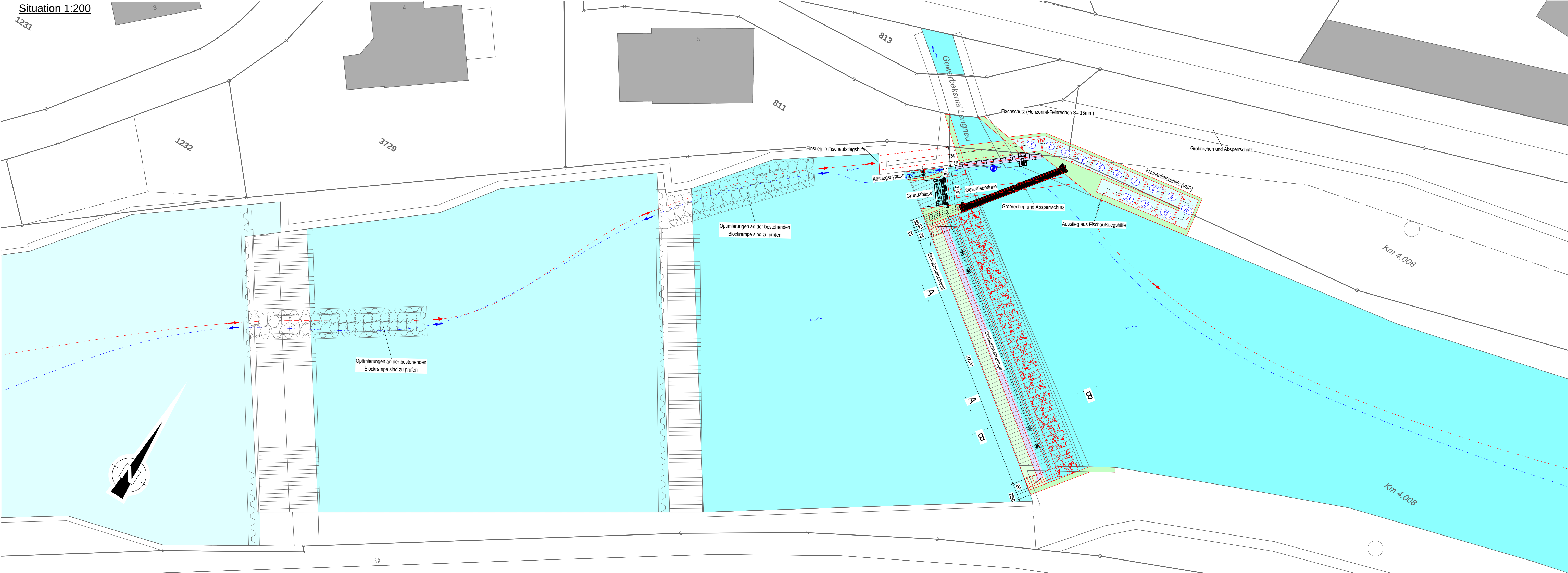
Variantenstudie

Variante 1a, Seitenentnahme mit Wehrklappe, 2-feldrig

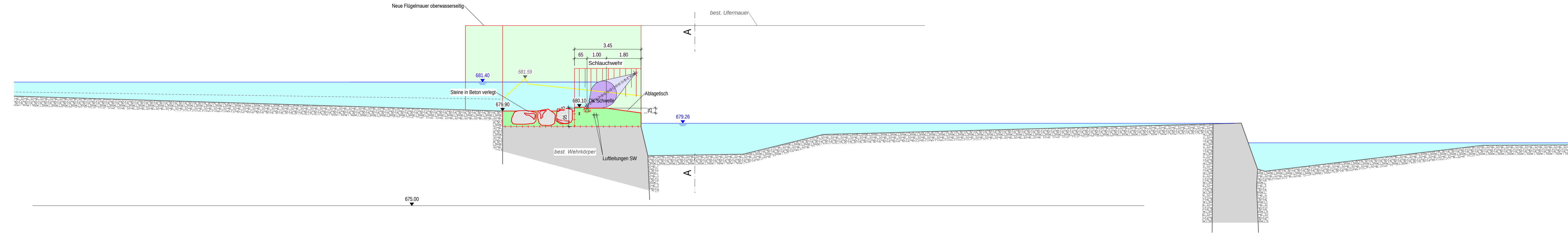
Situation 1:200 / Schnitte 1:100

 Langenhagstrasse 20, 4127 Birsfelden Tel.: 061 / 963 00 33; E-Mail: info@hsweag.ch	PLAN-NR.: 21.310 - 21	
	DATUM:	NAME:
	GEZ.:	WeM
	GEPR.:	kal

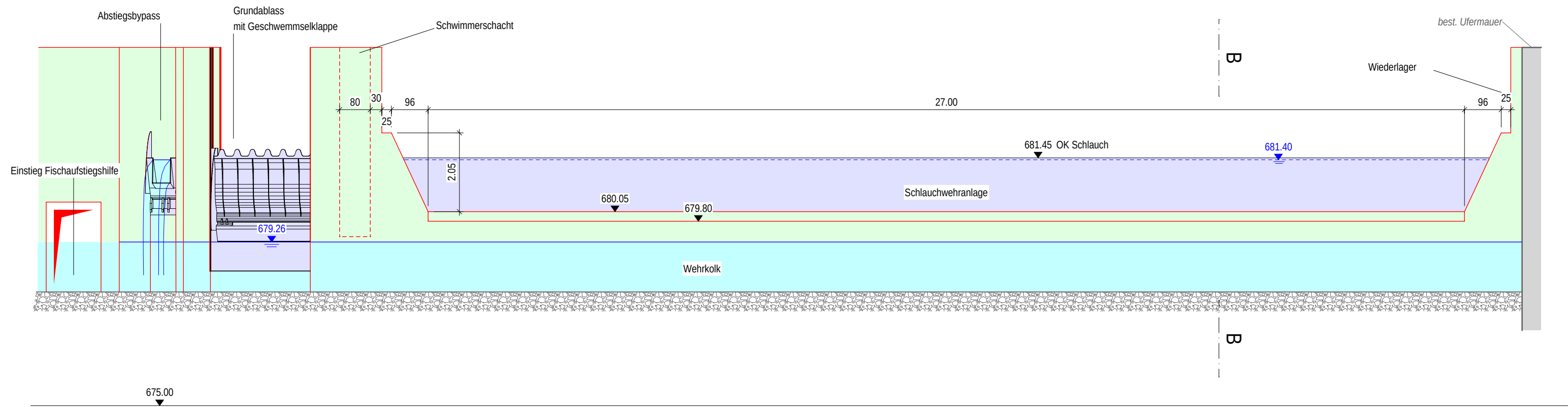
Situation 1:200
1231



Schnitt B-B 1:100



Schnitt A-A 1:100



Legende:

- Konstruktion bestehend
- Konstruktion Projekt
- Wasserflächen (Ober/Unterwasser)
- Regelorgane, Stahlwasserbau
- Fischmigration Flussaufwärts
- Fischaufstieg (Anfang/Ende)
- Kein Fischaufstieg
- Fischmigration Flussabwärts
- Fischschutz
- Fischabstieg
- Kein Fischabstieg

C:				
B:				
A:				
INDEX:	DATUM:	GEZ.:	GEPR.:	BEMERKUNGEN:

Gesellschaft der Wasserwerkbesitzer am Ilfiskanal Langnau (GWBIL)

Sanierung Fischgängigkeit nach GSchG

Langnau
leben im Emmental

Variantenstudie

Variante 1b, Seitenentnahme mit Schlauchwehr, 1-feldrig

Situation 1:200 / Schnitte 1:100



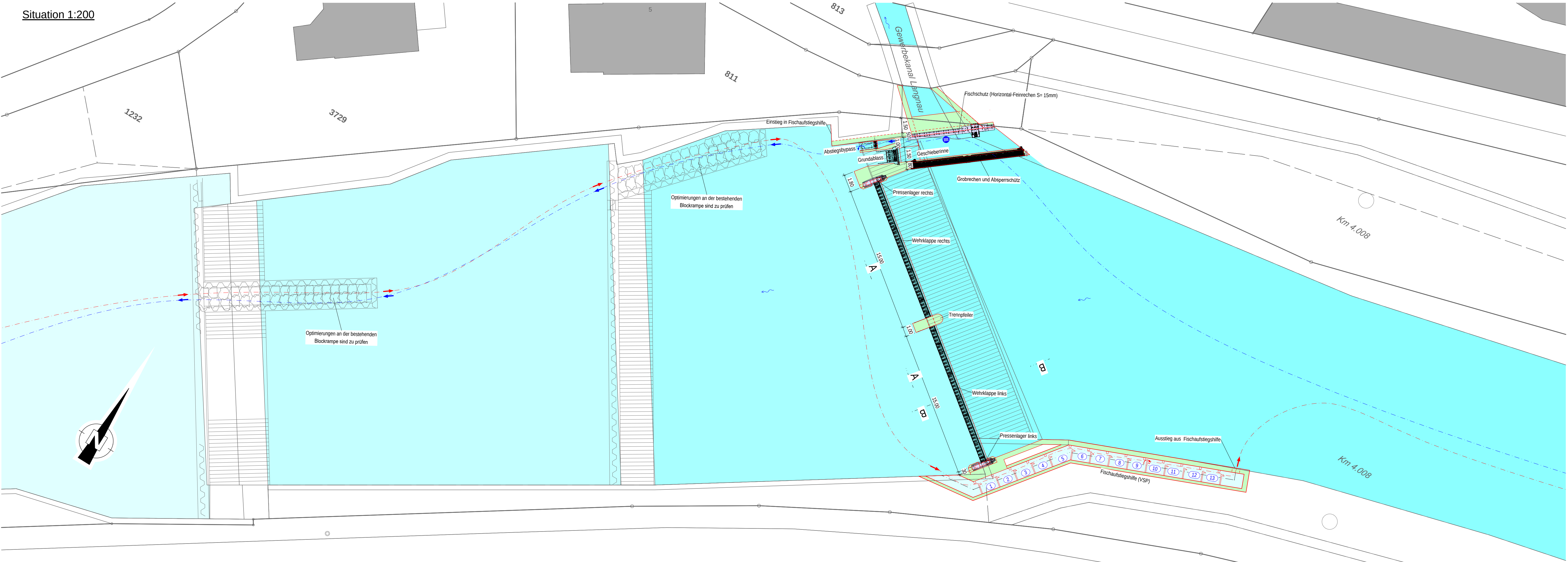
Langenhagstrasse 20, 4127 Birsfelden
Tel.: 061 / 963 00 33; E-Mail: info@hsweag.ch

PLAN-NR.: 21.310 - 22

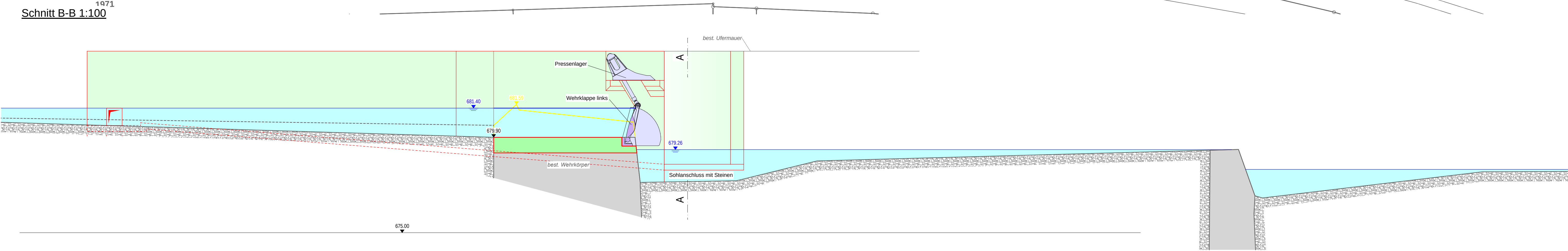
DATUM: 16.04.2024 NAME: WeM

GEPR.: 06.05.2024 kal

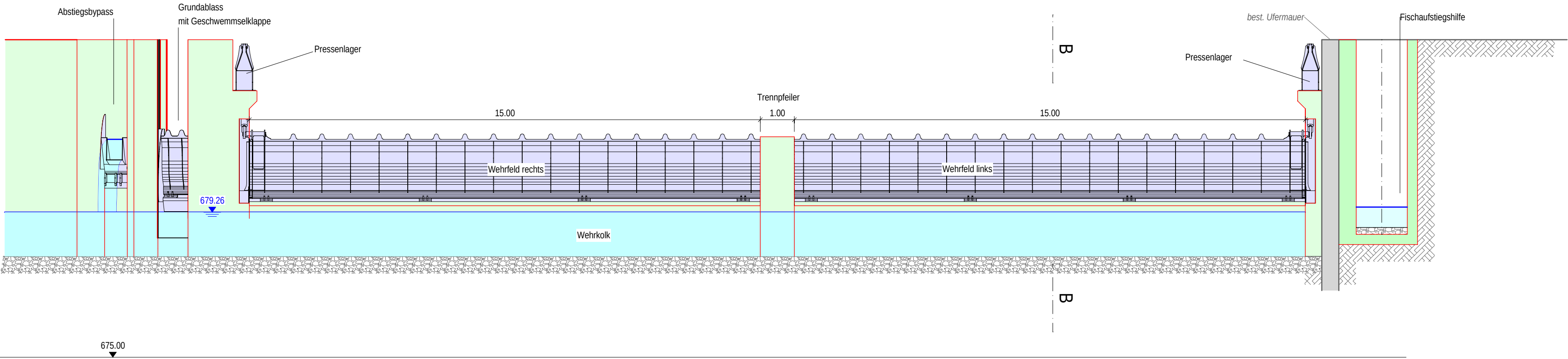
Situation 1:200



Schnitt B-B 1:100



Schnitt A-A 1:100

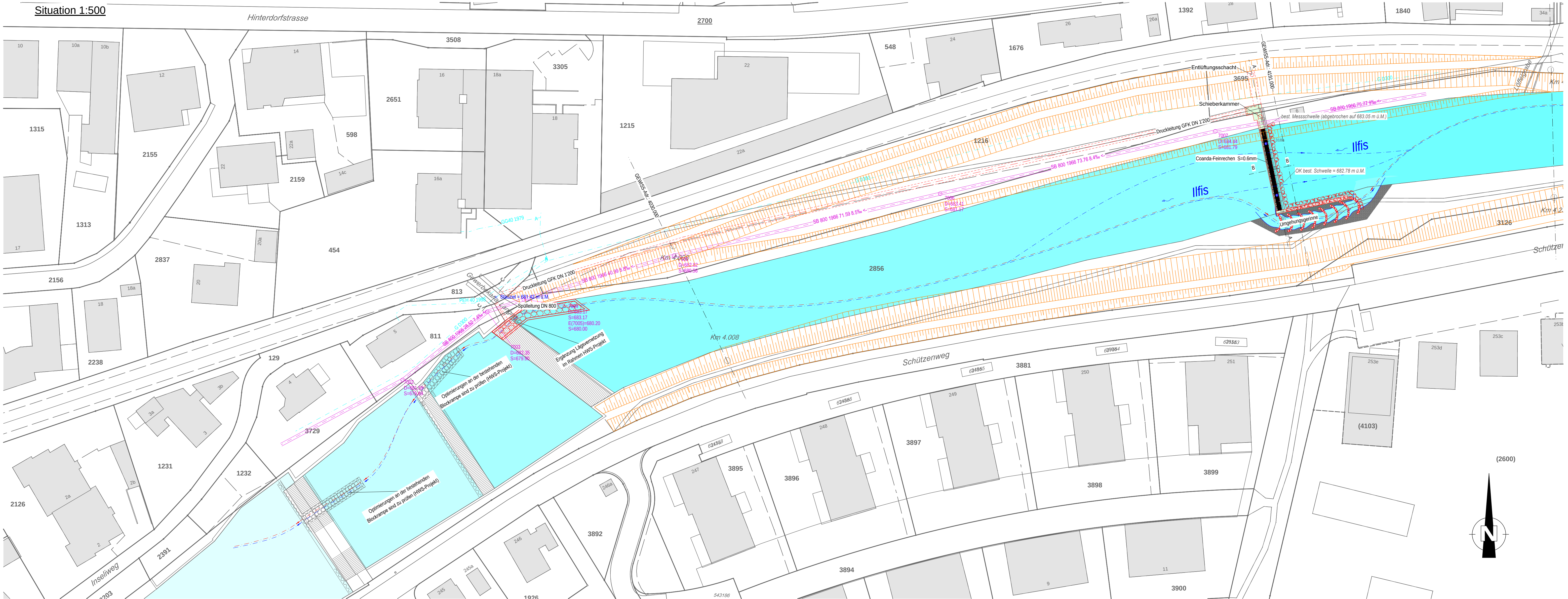


Legende:

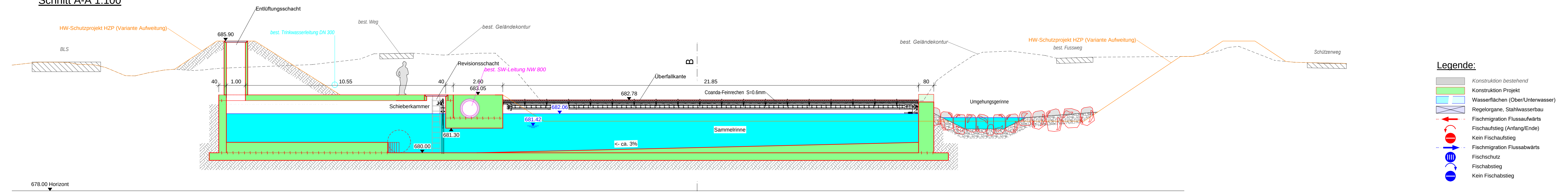
- Konstruktion bestehend
- Konstruktion Projekt
- Wasserflächen (Ober/Unterwasser)
- Regelorgane, Stahlwasserbau
- Fischmigration Flussaufwärts
- Fischsteg (Anfang/Ende)
- Kein Fischsteg
- Fischmigration Flussabwärts
- Fischschut
- Fischabstieg
- Kein Fischabstieg

C:				
B:				
A:				
INDEX:	DATUM:	GEZ.:	GEPR.:	BEMERKUNGEN:
Gesellschaft der Wasserwerkbesitzer am Ilfiskanal Langnau (GWBIL)				
Sanierung Fischgängigkeit nach GSchG			Langnau leben im Emmental	
Variantenstudie				
Variante 1c, FAH links mit Wehrklappe, 2-feldrig				
Situation 1:200 / Schnitte 1:100				
 Langenhagstrasse 20, 4127 Birsfelden Tel.: 061 / 963 00 33; E-Mail: info@hsweag.ch	PLAN-NR.:		21.310 - 23	
		DATUM:	NAME:	
	GEZ.:	16.04.2024	WeM	
	GEPR.:	06.05.2024	kal	

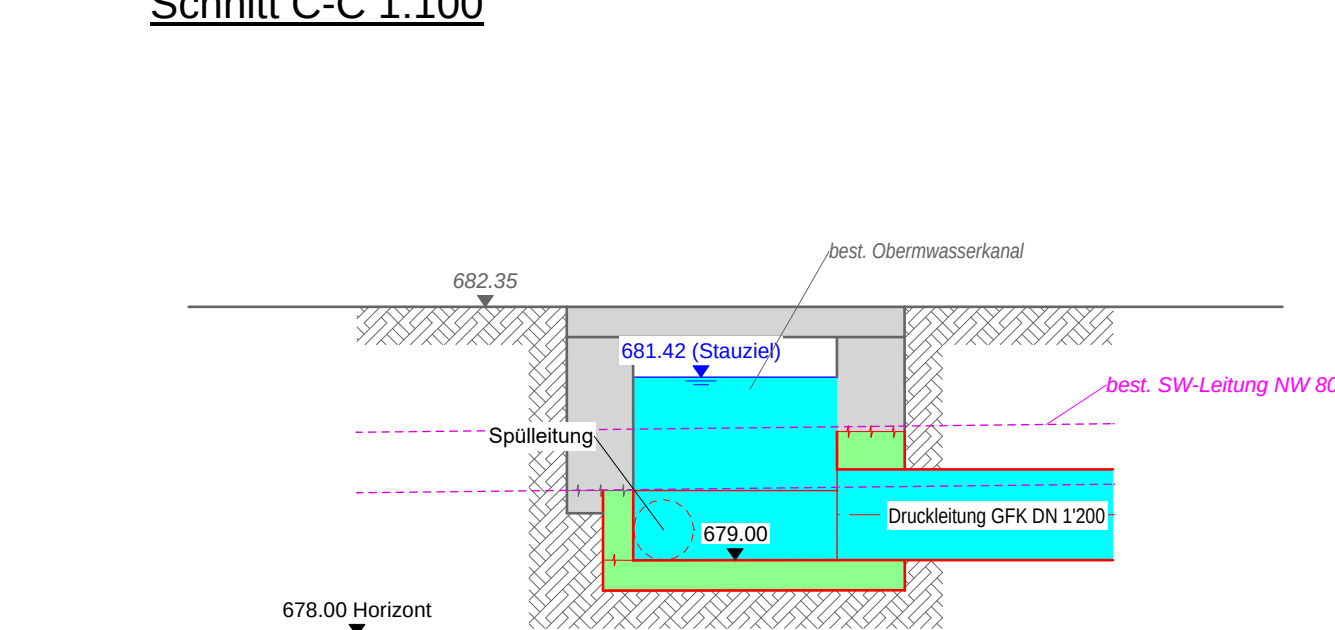
Situation 1:500



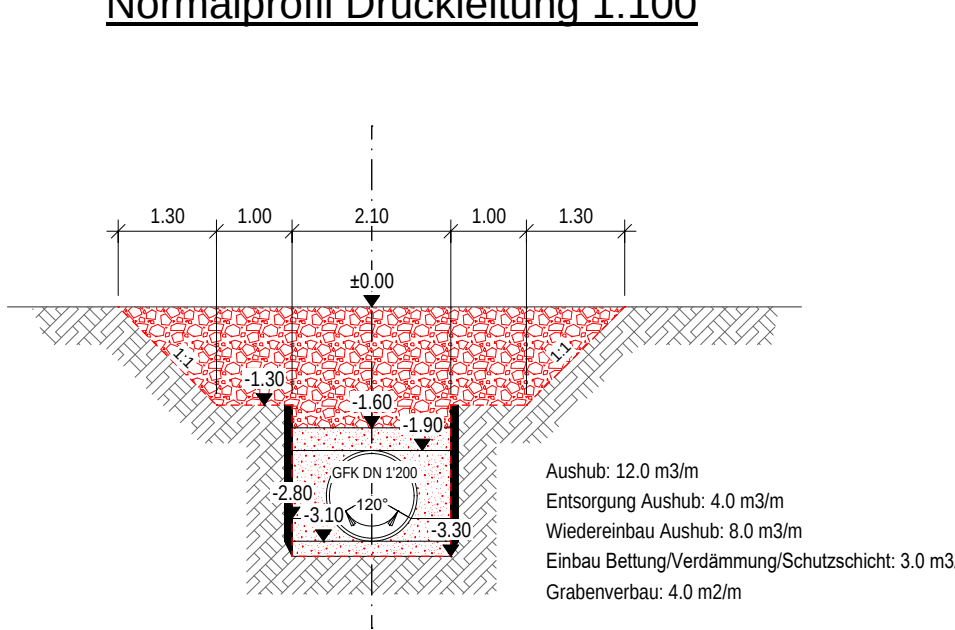
Schnitt A-A 1:100



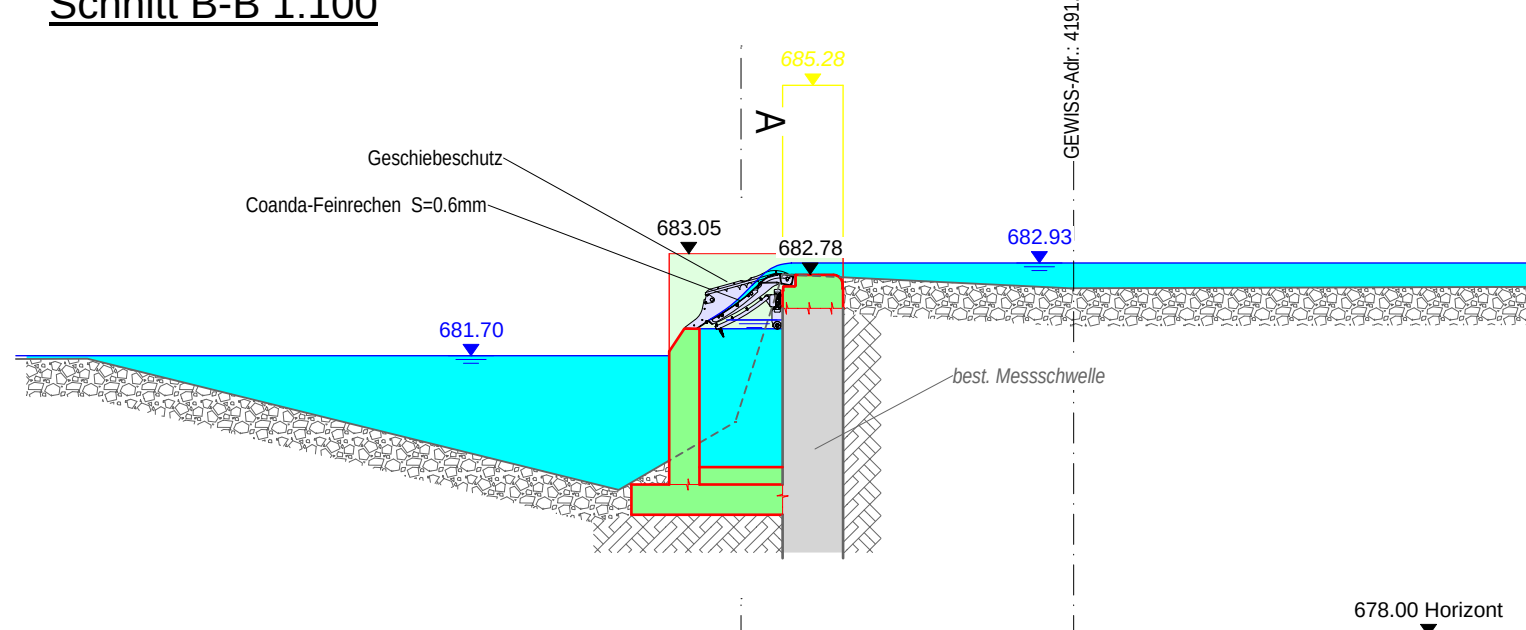
Schnitt C-C 1:100



Normalprofil Druckleitung 1:100



Schnitt B-B 1:100



C:				
B:				
A:				
INDEX:	DATUM:	GEZ.:	GEPR.:	BEMERKUNGEN:

Gesellschaft der Wasserwerkbesitzer am Ilfiskanal Langnau (GWBIL)

Sanierung Fischgängigkeit nach GSchG

Variantenstudie

Variante 2, Grundentnahme

Situation 1:200 / Schnitte 1:100

PLAN-NR.: 21.310 - 24

DATUM:	NAME:
16.04.2024	WeM
GEPR.:	kal

Langnau
leben im Emmental

HYDRO-SOLAR
WATER ENGINEERING AG

Langenhagstrasse 20, 4127 Birsfelden
Tel.: 061 / 963 00 33; E-Mail: info@hsweag.ch

ANHANG E - VARIANTENSTUDIUM INSELISPERRE 2025

Anhang E1 - Variantenbeschrieb V1 - V6

Anhang E2 - Beurteilungsmatrix inkl. Sensitivitätsanalyse

Variantenstudium

Rückbau der Inselisperre / cga, lum

Randbedingungen

- Einhaltung Hochwasserschutz mit definierten Schutzzielen und Freibord
- Wiederherstellung Fischgängigkeit, Zielart: Bachforelle + Groppe
- Ziele: Keine Rückstaubereiche (Wassertemperatur und verflachte Sohle), gleichmässiger Geschiebetransport, Kolke und Kiesbänke
- Standort/Erhalt: BAFU-Messstation
- Wasserfassung: Neuer Coanda-Feinrechen
- Hydrogeologie / Grundwasser / Trinkwasserfassung
- Abwasserleitung (Querung Moosbrücke)



Variantenstudium

Variante 1: Riegelsystem 1.1%

Variante 2: Riegelsystem 1.5%

Variante 3: Riegelsystem 1.5% und Riegelsystem 2%

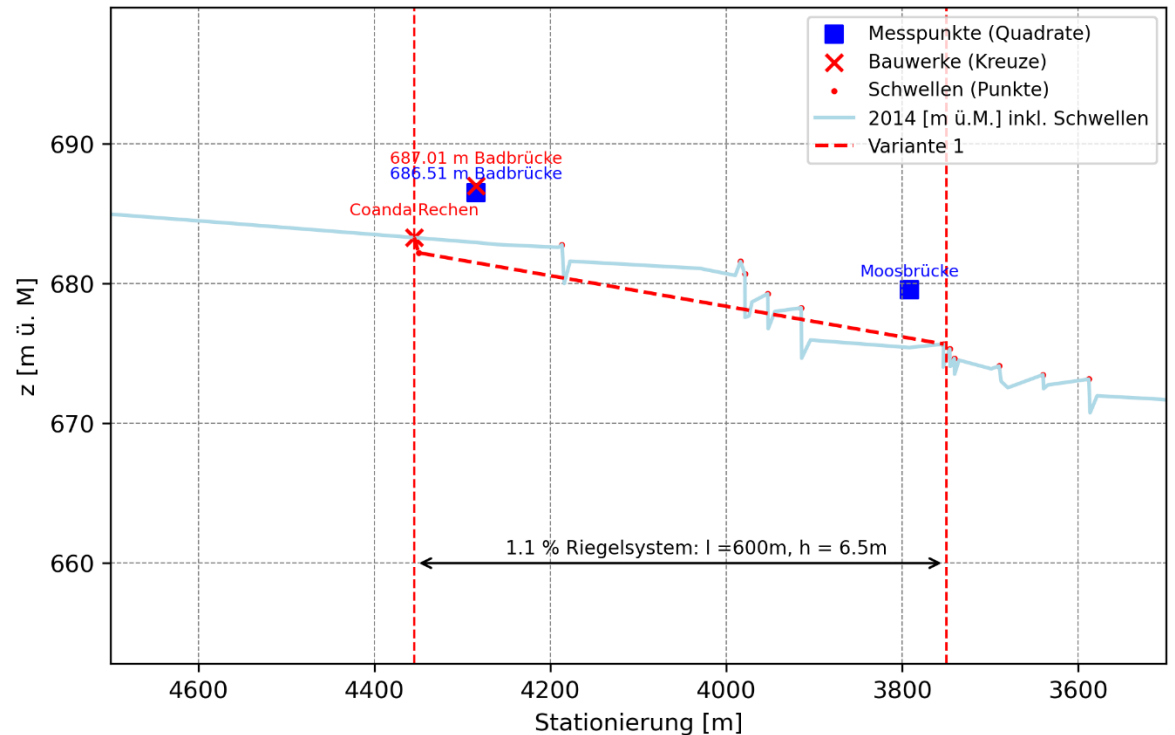
Variante 4: Riegelsystem 1.5% - Rampe 5% - Riegelsystem 1.5%

Variante 5: Teilrampe 7-8%

Variante 6: Riegelsystem 1.5% - Rampe 5% - Riegelsystem 1.5%
(Kombination aus V2 und V4)

Variante 1: Riegelsystem ~1.1%

- Vorteile:
 - Grössere Riegelabstände → Kolke / Kiesbänke (Strukturen)
 - Ästhetik (Ortsbild)
 - Kontinuierliches Gefälle
 - Gleichmässiger Geschiebetransport
 - Keine Rückstaubereiche (Wassertemperatur, verflachte Sohle)
 - Hydraulik nicht geprüft
 - Freibord Moosbrücke?
 - Keine Anhebung Badbrücke?
- Nachteile:
 - Neuer Standort für Coanda-Rechen/FAH und BAFU-Messstation
 - Konzept Fischaufstieg erneut zu prüfen
 - Freibord Moosbrücke?
 - Sohlenanhebung OW Moosbrücke: Riegelstabilität



Riegelsystem

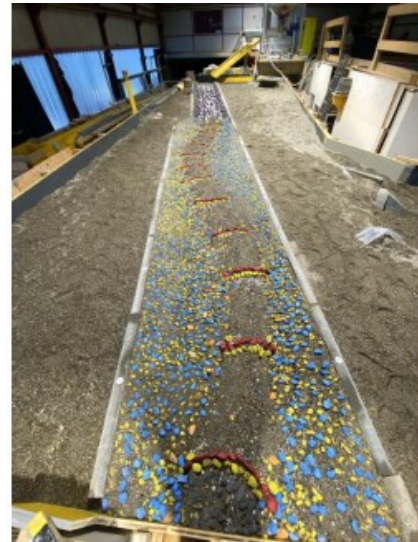
Sihl Studen, laufende Modellversuche Riegelsystem Töss, 8 ‰ Gefälle

- Dynamische Rampe, 4% Gefälle
- Riegelsystem, 2% Gefälle



3D Laboratorium, 2025

- Vordergrund: Riegelsystem
- Hintergrund: dynamische Blockrampe

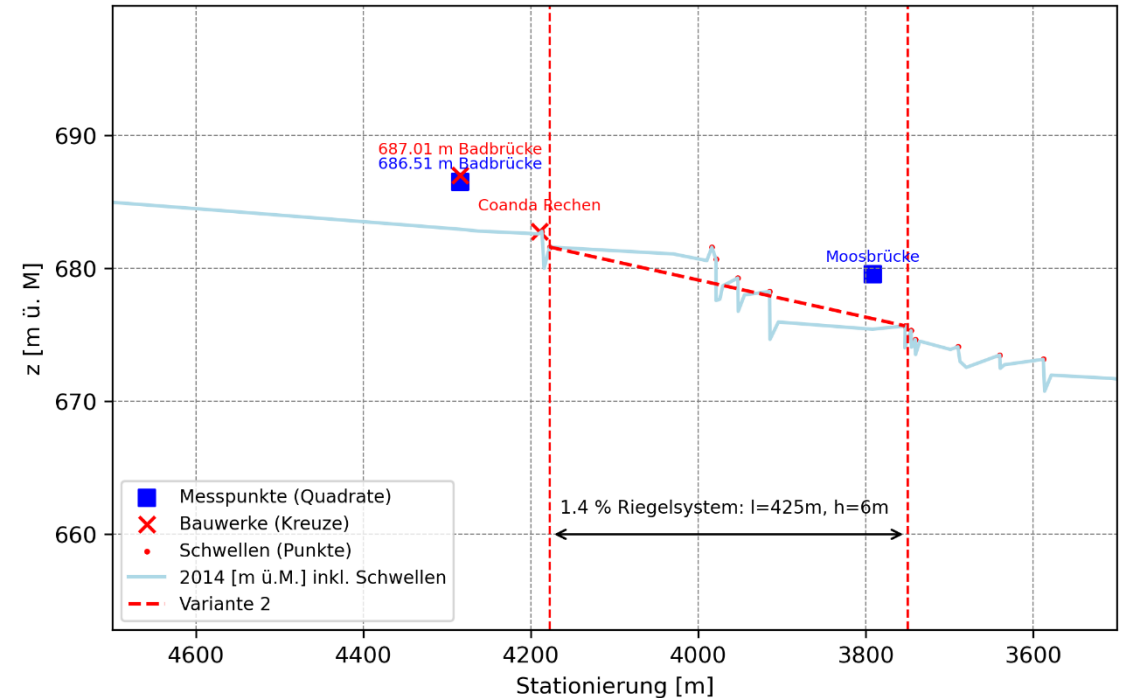


Töss ZH, Sennschür



Variante 2: Riegelsystem 1.5%

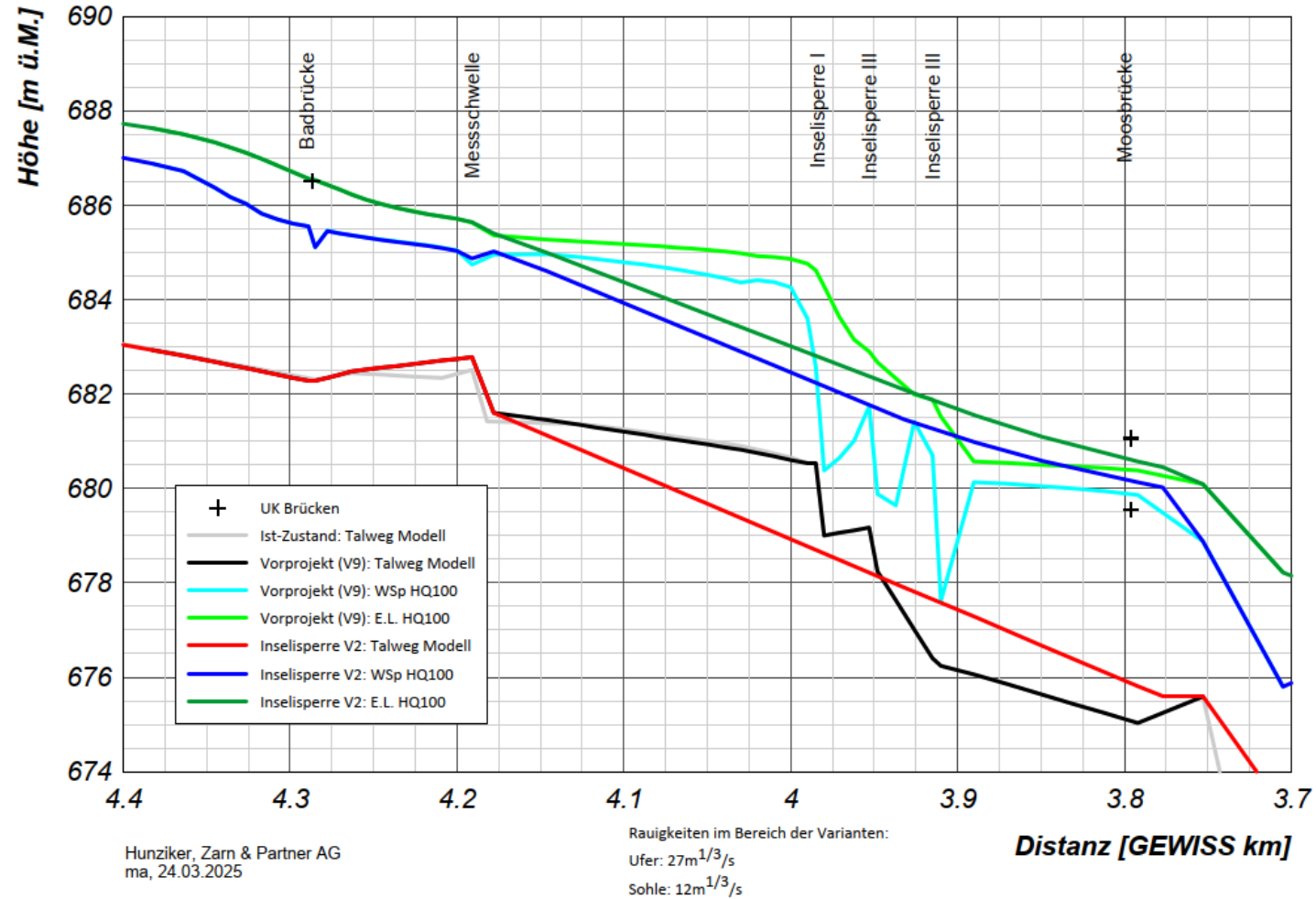
- Vorteile:
 - BAFU-Messstelle/FAH gemäss Projekt
 - Ästhetik (Ortsbild)
 - Grössere Riegelabstände → Kolke / Kiesbänke (Strukturen)
 - Kontinuierliches Gefälle
 - Gleichmässiger Geschiebetransport
 - Verringerung Rückstaubereiche (Wassertemperatur, verflachte Sohle)
- Nachteile:
 - Hochwasserschutz unterstrom Inselisperre bis Moosbrücke
 - Hydraulik durch HZP geprüft
 - Freibord Moosbrücke nicht erfüllt



Variante 2: Riegelsystem 1.5%

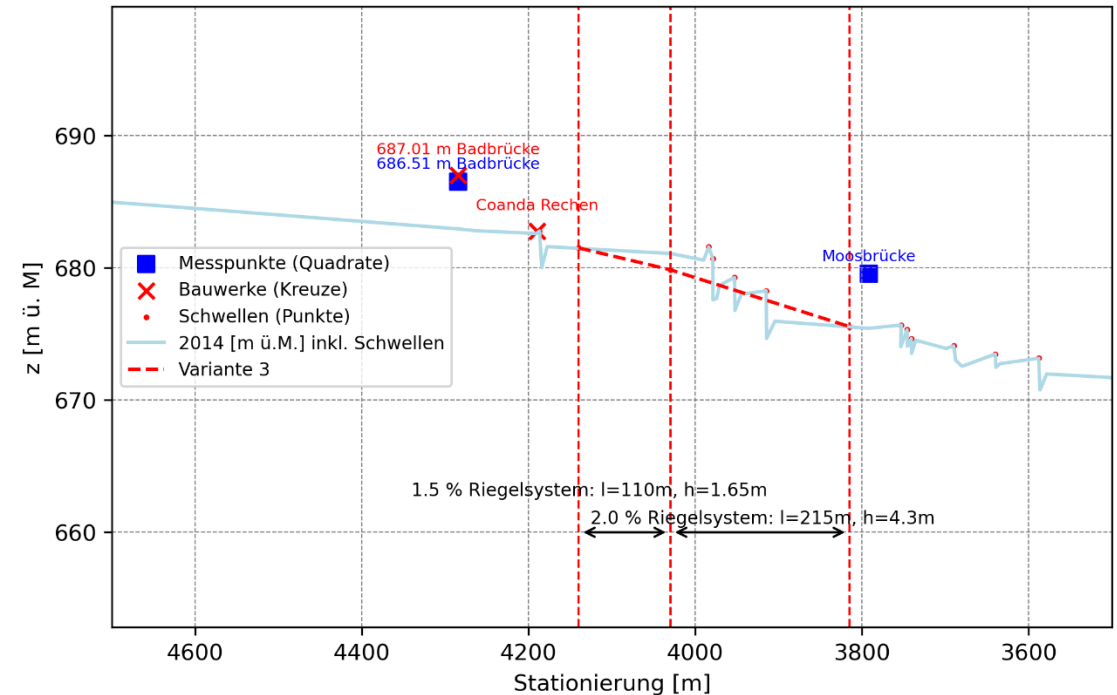
A-1243 VP Ilfis Langnau Mitte-Ost

Varianten Inselisperre (IUB): Längenprofil mit berechneten Wasserspiegellagen



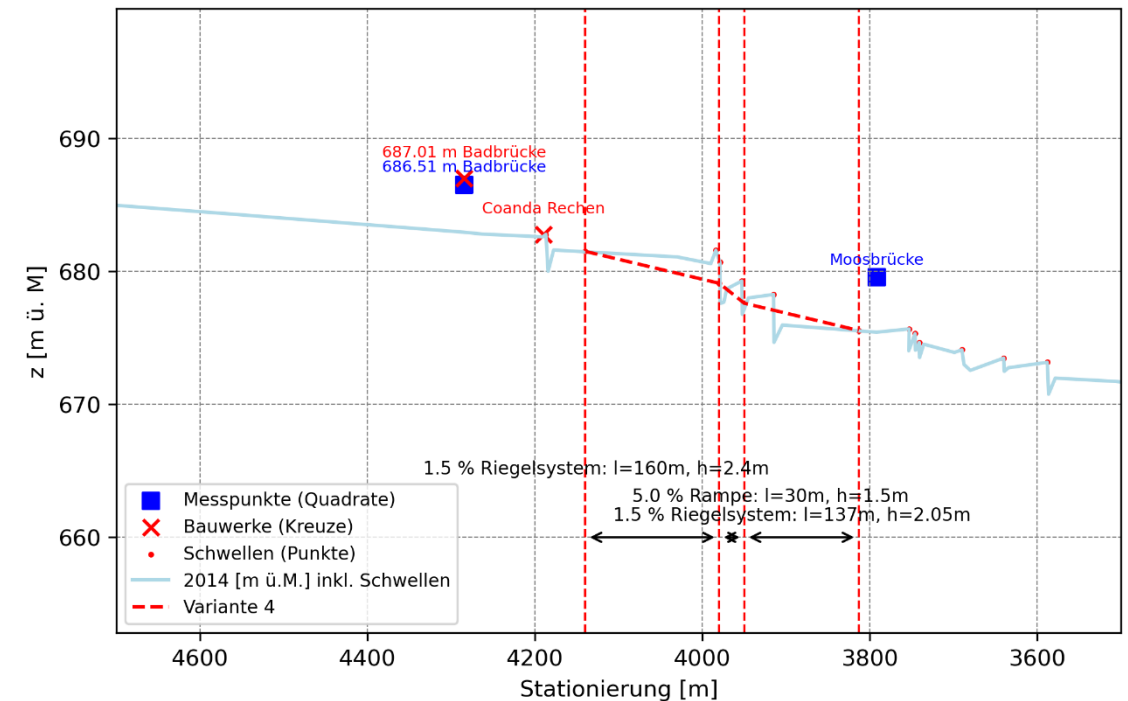
Variante 3: Riegelsystem 1.5% und 2%

- Vorteile:
 - BAFU-Messstelle/FAH gemäss Projekt
 - Ästhetik (Ortsbild)
 - Grössere Riegelabstände → Kolke / Kiesbänke (Strukturen)
 - Gleichmässiger Geschiebetransport
 - Verringerung Rückstaubereiche (Wassertemperatur, verflachte Sohle)
 - Riegelsystem analog weitere Abschnitte
- Nachteile:
 - Hochwasserschutz unterstrom Inselisperre bis Moosbrücke
 - Gefälleänderung
 - Hydraulik durch HZP geprüft
 - Freibord Moosbrücke nicht erfüllt



Variante 4: Riegelsystem 1.5% - Rampe 5% - Riegelsystem 1.5%

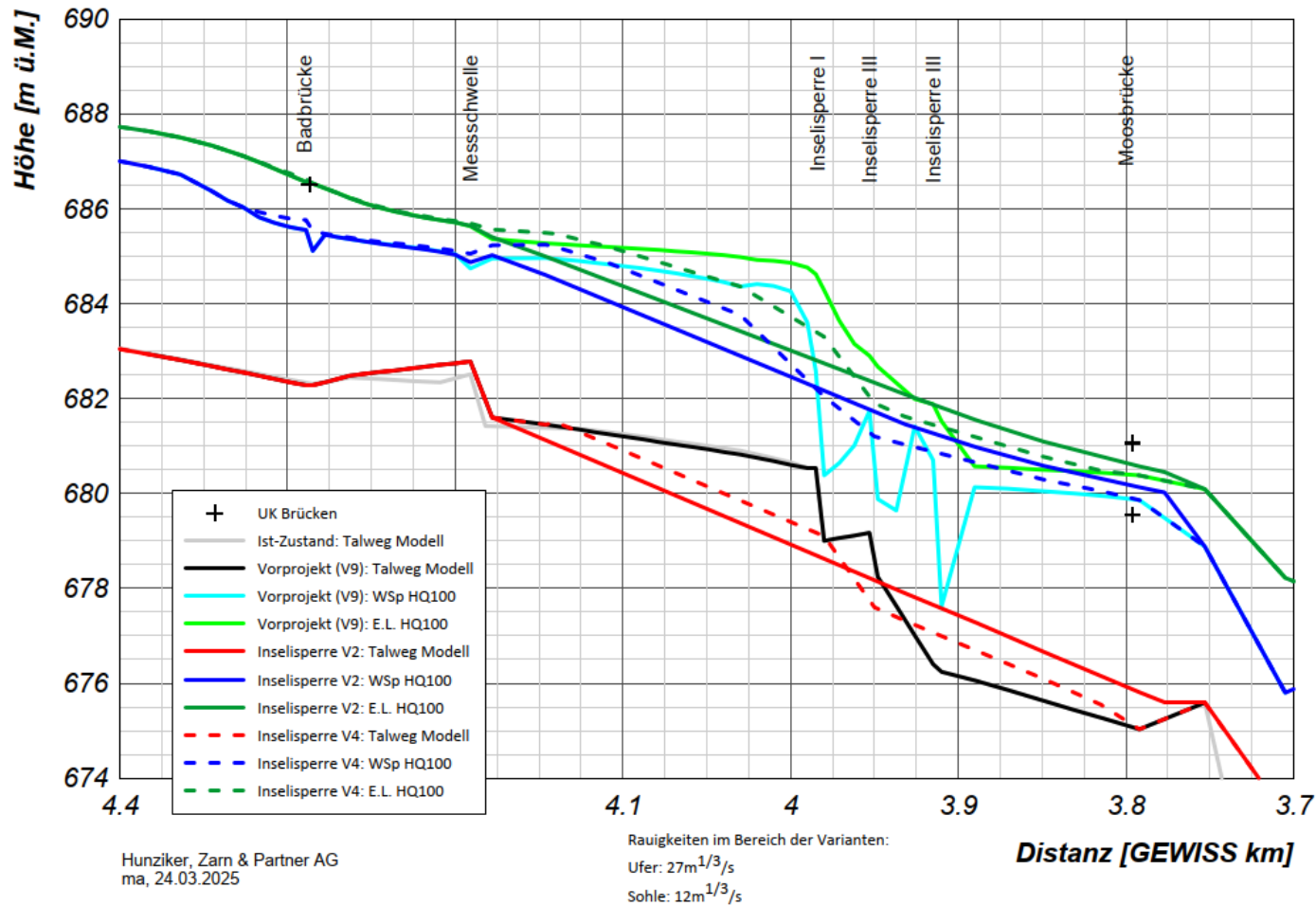
- Vorteile:
 - BAFU-Messstation/FAH gemäss Projekt
 - Grössere Riegelabstände → Kolke / Kiesbänke (Strukturen)
- Nachteile:
 - Ästhetik (Ortsbild)
 - Verflachte Sohle ober- und unterstrom
 - Gefälleänderung
 - Hydraulik durch HZP geprüft
 - Freibord Moosbrücke nicht erfüllt



Variante 4: Riegelsystem 1.5% - Rampe 5% - Riegelsystem 1.5%

A-1243 VP Ilfis Langnau Mitte-Ost

Varianten Inselisperre (IUB): Längenprofil mit berechneten Wasserspiegellagen

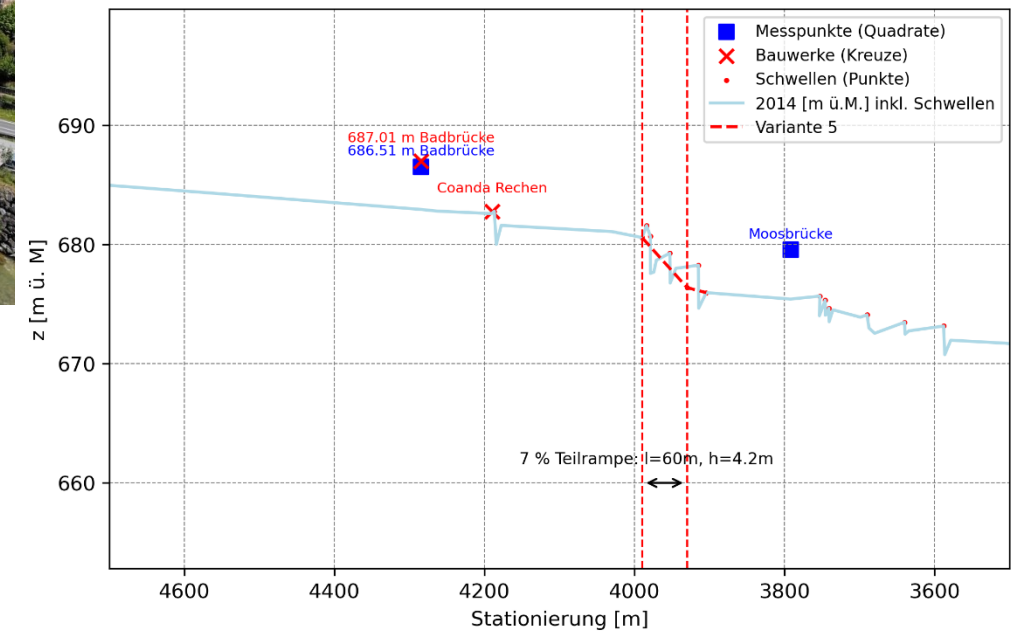


Variante 5: Teilrampe 7-8%

- Massnahmenbeschreibung:
 - Bestand weitgehend belassen
 - Teilrampe, tendenziell rechtsufrig
 - Gefälle 7-8% (zu prüfen)
- Vorteile:
 - BAFU-Messstelle/FAH gemäss Projekt
- Nachteile:
 - Ästhetik (Ortsbild)
 - Statik
 - Potenzielle Verlandungsgefahr
 - Auffindbarkeit für Fische
 - Sanierung Bestand

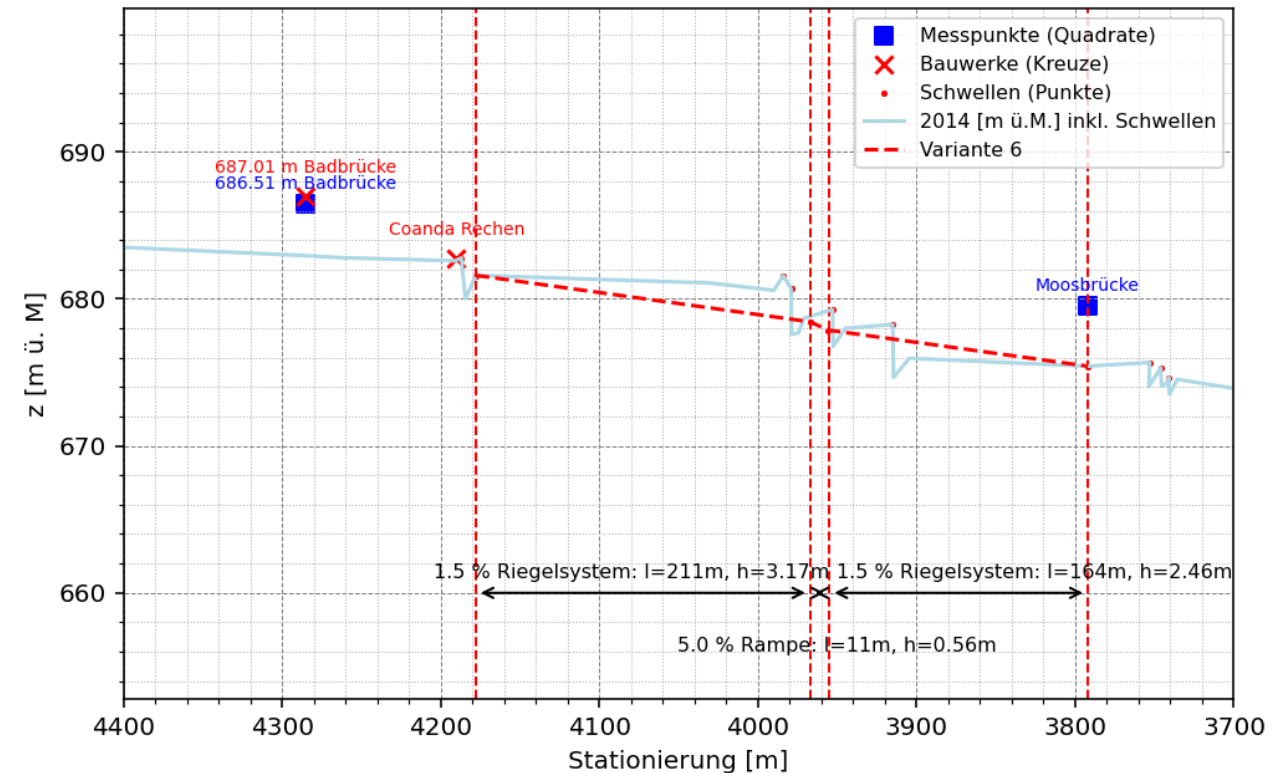


Kleine Emme, Werthenstein LU.
Teilrampe

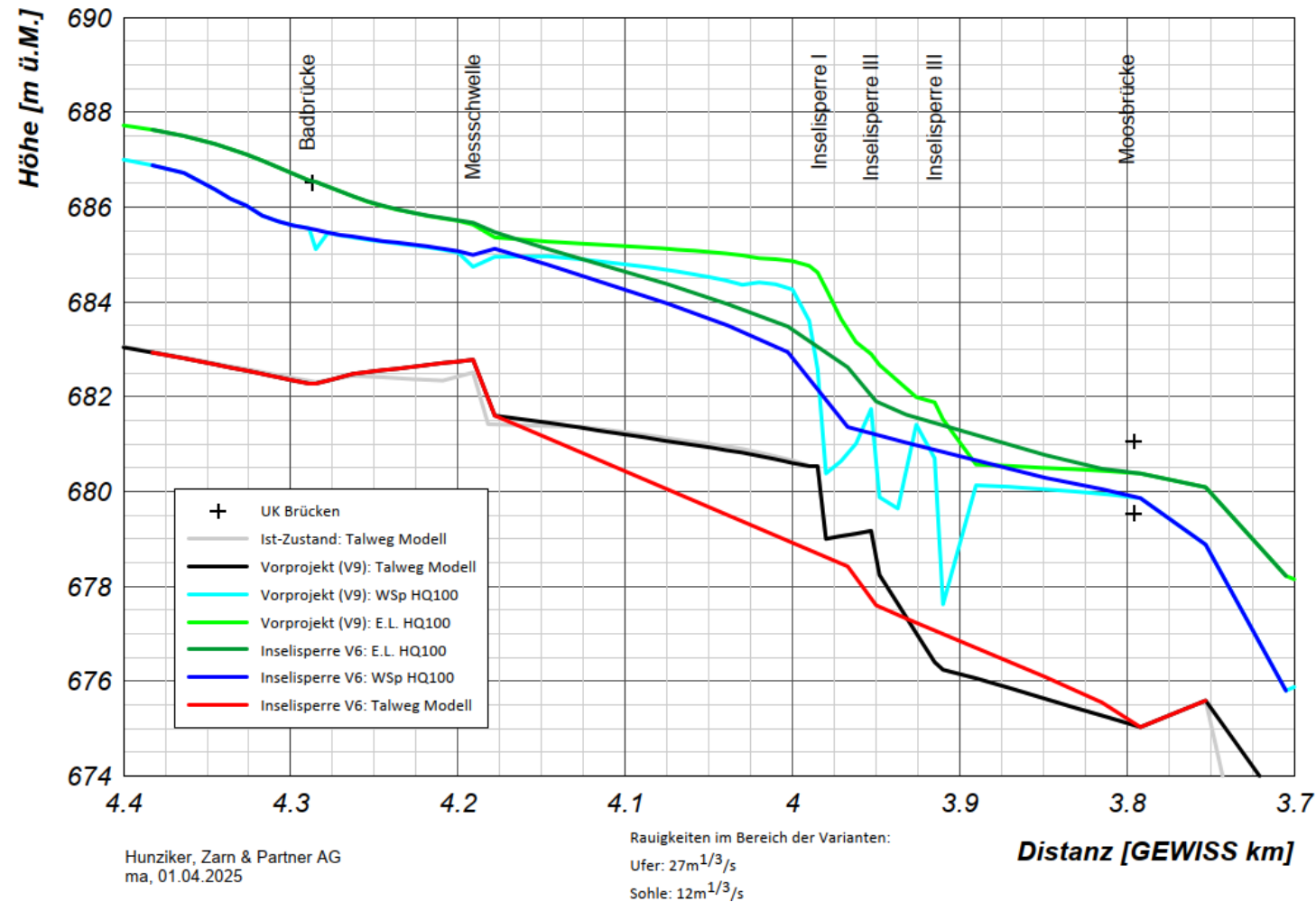


Variante 6: Riegelsystem 1.5% - Rampe 5% - Riegelsystem 1.5% (Kombination aus V2 und V4)

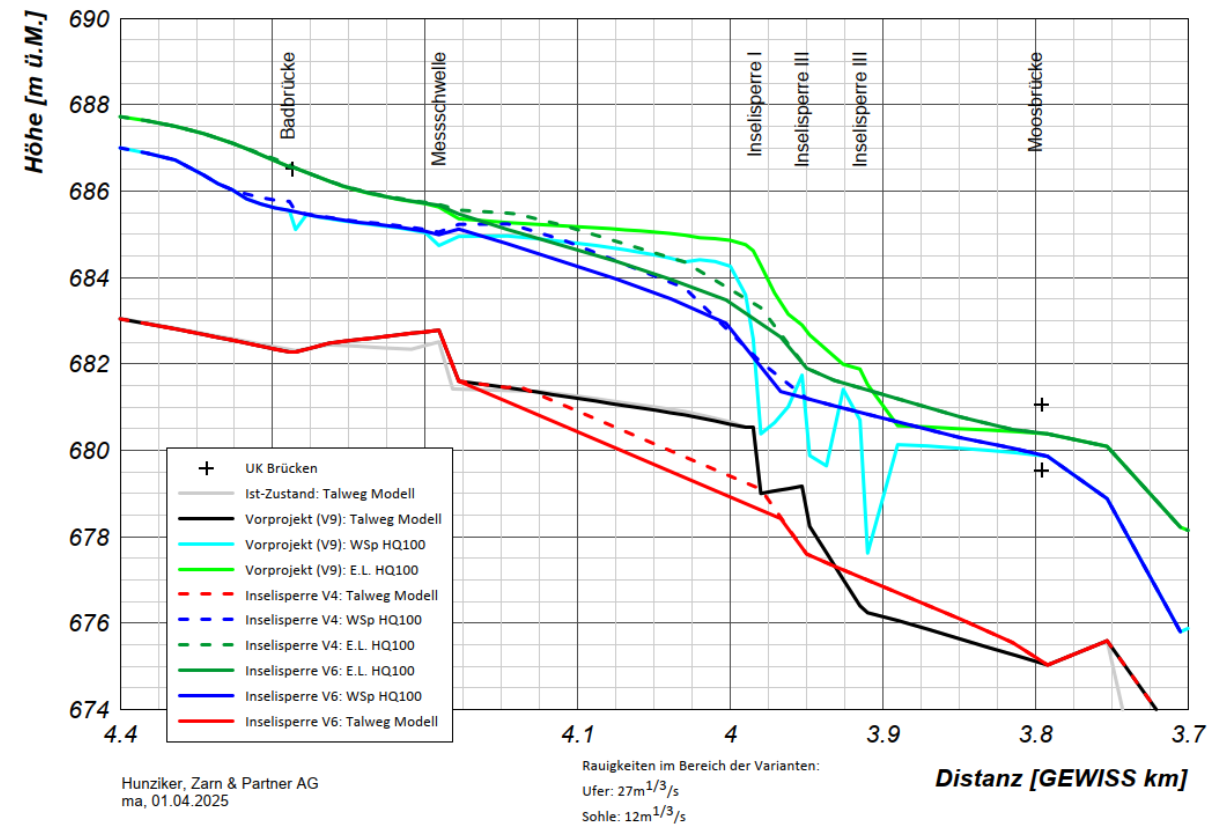
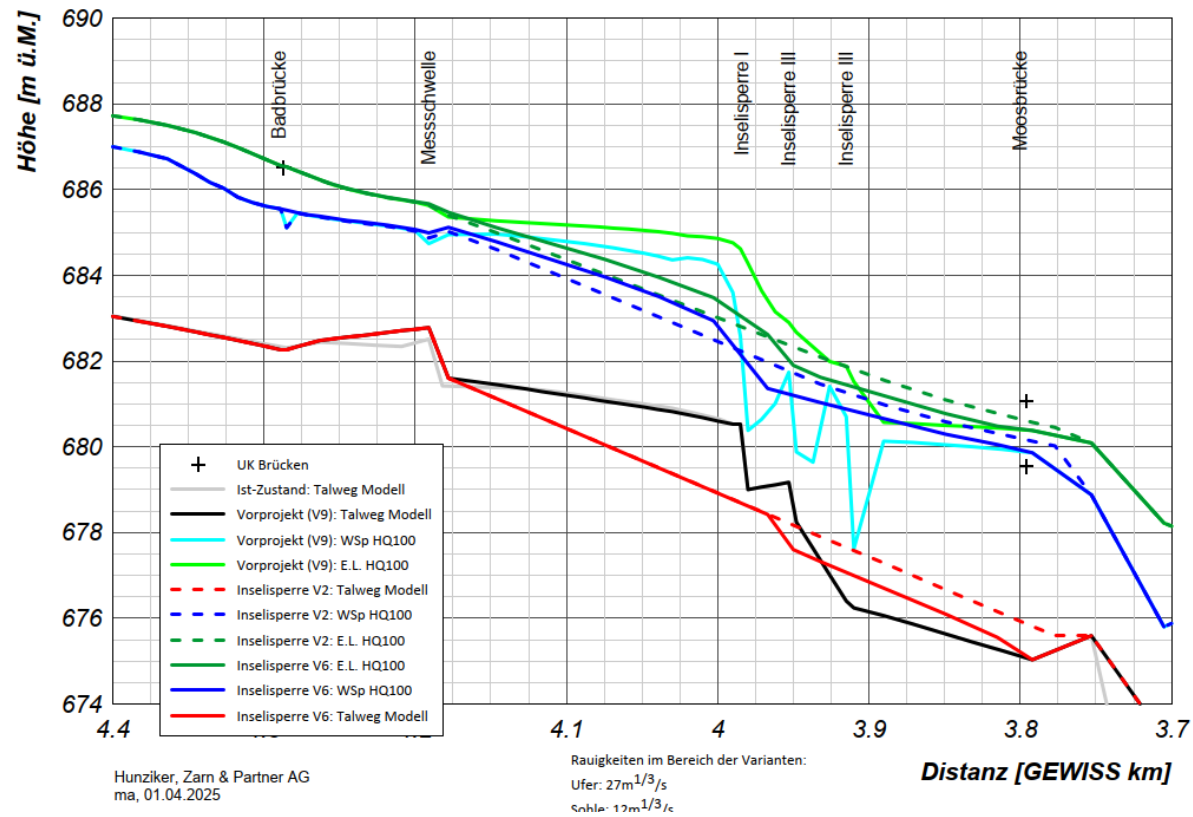
- Vorteile:
 - BAFU-Messstation/FAH gemäss Projekt
 - Grössere Riegelabstände → Kolke / Kiesbänke (Strukturen)
 - Kürzere Rampe als in V4
 - Hydraulik am besten im Variantenvergleich
- Nachteile:
 - Ästhetik (Ortsbild)
 - Verflachte Sohle ober- und unterstrom
 - Gefälleänderung, jedoch lediglich bei der Rampe
 - Hydraulik geprüft durch HZP



Variante 6: Riegelsystem 1.5% - Rampe 5% - Riegelsystem 1.5% (Kombination aus V2 und V4)



Variante 6: Riegelsystem 1.5% - Rampe 5% - Riegelsystem 1.5% (Kombination aus V2 und V4) – Variantenvergleich



Beurteilungsmatrix

Beurteilungsmatrix inkl. Sensitivitätsanalyse in Anhang E2 mit Berücksichtigung folgender Faktoren:

- Hochwasserschutz/ Naturgefahren
- Kosten
- Ökologie
- Bautechnik und Projektrisiko
- Hydrogeologie / Grundwasser
- Ästhetik (Ortsbild, Gerinne und Umgebung)

Bewertungsmatrix Variantenstudium

Ineslisperre: Badbrücke - Moosbrücke

5	4	3	2	1
sehr gut	gut	ausreichend	mangelhaft	ungenügend
gering		bis		hoch

(z.B. Kosten)

Variantenbewertung

				Variante 1	Riegelsystem 1.1%	Variante 2	Riegelsystem 1.5%	Variante 3	Riegelsystem 1.5% - Riegelsystem 2%	Variante 4	Riegelsystem 1.5% - Rampe 5% - Riegelsystem 1.5%	Variante 5	Teilrampe 7-8%	Variante 6	Riegelsystem 1.5% - Rampe 5% - Riegelsystem 1.5% (Kombination aus V2 und V4)
Rang				4		5		2		3		6		1	
Gesamtbewertung	100%			2.99		2.98		3.60		3.56		2.89		3.80	
Hochwasserschutz/ Naturgefahren	25%	100%		2.50		2.00		3.00		3.50		3.00		3.75	
Zusätzliche Massnahmen Hochwasserschutz (z.B. Dämme), auf Basis der hydraulischen Berechnungen; Einfluss auf Hochwasserstand		50%	4	Badbrücke müsste nicht erhöht werden, Kontinuierliches Gefälle. Verringerung Rückstaubereiche	3	Konflikt Badbrücke, Bereich Messschwelle günstig, Verringerung Rückstaubereiche	4	Badbrücke vgl. VP, Erhöhung WSP UW Messschwelle	4	Badbrücke vgl. VP, Erhöhung WSP UW Messschwelle	3	Erhöhung Badbrücke, weiterhin Rückstaubereich	5	Badbrücke vgl. VP, Erhöhung WSP UW Messschwelle, geringere WSP, da Kombination der Vorteile vor Rampe von V2 und unterhalb von V4	
Sicherheit/Stabilität Riegelsystem mit 2% Gefälle		50%	1	Gefährdet aufgrund der starken Sohlabsenkung	1	Gefährdet aufgrund der starken Sohlabsenkung, Stabilität bei Aufschüttung	2	Sohlabsenkung weniger stark ausgeprägt, Restrisiko Riegelsystem 2%	3	Sohlabsenkung weniger stark ausgeprägt	3	keine Sohlabsenkung	2.5	Sohlabsenkung wie in V2 vor Rampe und nach Rampe Aufschüttung wie in V4	
Kosten	20%	100%		1.10		2.15		3.18		3.18		4.60		3.18	
Baukosten (exkl. unten aufgeführte Massnahmen)		15%	1	Mehraufwand im Vergleich zu den andere Variante	2	Länge Projektperimeter L = 400 m und 15 Riegel (dh=0.4m), abstand	3	Länge Projektperimeter L = 325 m und 15 Riegel (dh=0.4m)	3	Länge Projektperimeter L = 325 m und 15 Riegel (dh=0.4m)	4	weniger Massnahmen, weniger Aufwand	3	Länge Projektperimeter L = 325 m und 15 Riegel (dh=0.4m)	
BAFU-Messstelle und Coanda Rechen inkl. zusätzliche Planungskosten		10%	1	Verlegung überhalb der Badbrücke notwendig, Konzept FFA erneut zu prüfen	5	Keine Verlegung notwendig	5	Keine Verlegung notwendig	5	Keine Verlegung notwendig	5	Keine Verlegung notwendig	5	Keine Verlegung notwendig	
Massnahmen zur Stabilisierung best. Ufer(-mauern)		20%	1	Massahmen aufwendiger wegen starker Sohlabsenkung	2	Massahmen aufwendiger wegen starker Sohlabsenkung, weniger als in V1	3	Massahmen aufwendiger wegen Sohlabsenkung, weniger als in V2	3	Massahmen aufwendiger wegen Sohlabsenkung, weniger als in V3	5	Umbau nur an den 3 Schwellen	3	Massahmen aufwendiger wegen Sohlabsenkung, weniger als in V3	
Materialbewirtschaftung		20%	1	Grosse Materialverlagerung nötig von oberhalb der Schwellen zu unterhalb	2	Grössere Materialverlagerung nötig von oberhalb der Schwellen zu unterhalb	3	Materialverlagerung nötig von oberhalb der Schwellen zu unterhalb	3	Materialverlagerung nötig von oberhalb der Schwellen zu unterhalb	5	Kaum Materialverlagerung	3	Materialverlagerung nötig von oberhalb der Schwellen zu unterhalb	
Baustellenerschliessung und Bauhilfsmassnahmen		25%	1	Sehr langer Bereich zum Bauen im Ort, Totalrückbau Inselsperr e ggf . Unterfangung	1	Sehr langer Bereich zum Bauen im Ort, ggf. Teirlückbau Inselsperr e ggf . Unterfangung	2.5	Langer Bereich zum Bauen im Ort, Totalrückbau Inselsperr e ggf . Unterfangung	2.5	Langer Bereich zum Bauen im Ort, Totalrückbau Inselsperr e ggf . Unterfangung	4	weniger Erschliessung nötig, da Baustelle am kleinsten	2.5	Langer Bereich zum Bauen im Ort, Totalrückbau Inselsperr e ggf . Unterfangung	
Unterhaltskosten, -aufwand und Pflege		10%	2	Neue Uferstrukturen, allerdings steiler wegen der starken Eintiefung	3	Neue Uferstrukturen, besser als in V1 einfacher zu unterhalten	4	Neue Uferstrukturen, besser als in V1 und somit mehr zu unterhalten	4	Neue Uferstrukturen, besser als in V1 und somit mehr zu unterhalten	5	Kaum neue Uferstrukturen	4	Neue Uferstrukturen, besser als in V1 und somit mehr zu unterhalten	
Ökologie	25%	100%		4.33		4.33		4.67		4.00		1.67		4.50	
Aquatische Längsvernetzung		33%	5	Durchgängige Riegel, 1.1 % Gefälle	5	Durchgängige Riegel, 1.5 % Gefälle	5	Durchgängige Riegel, geringes Gefälle	4	5% Rampe, Freie Fischwanderung gegeben, für teils Fischarten erschwert	3	7 % Teilrampe, Auffindbarkeit für Fische schwerer	4.5	5% Rampe, Freie Fischwanderung gegeben, für teils Fischarten erschwert, Rampe kürzer als V4	
Morphologische Vielfalt und Sohlenstruktur / Kolke		33%	5	Gleichmässiger Geschiebetransport, Grössere Riegelabstände -> Kolke / Kiesbänke (Strukturen), kontinuierliches Gefälle	5	Gleichmässiger Geschiebetransport, Grössere Riegelabstände -> Kolke / Kiesbänke (Strukturen), kontinuierliches Gefälle	4	Relativ gleichmässiger Geschiebetransport, Grössere Riegelabstände -> Kolke / Kiesbänke (Strukturen), Gefälleänderung	3	Unterschiedlicher Geschiebetransport wegen Gefälleänderung, kleine Riegelabstände	1	Unterschiedlicher Geschiebetransport wegen Gefälleänderung, kleine Riegelabstände, potenzielle Verlandungsgefahr	4	Unterschiedlicher Geschiebetransport wegen Gefälleänderung, kleine Riegelabstände, allerdings besser als V3	
Uferstrukturen		33%	3	Viele neue Uferstrukturen, allerdings teilweise steile Uferböschungen	3	Viele neue Uferstrukturen, allerdings steiler	5	Flache Uferstrukturen werden geschaffen	5	Flache Uferstrukturen werden geschaffen	1	Keine	5	Flache Uferstrukturen werden geschaffen	
Bautechnik und Projektrisiko	15%	100%		2.05		2.30		3.00		3.65		4.00		3.65	
Zugänglichkeit, Installationsfläche (ohne Kosten)		30%	3	Zugänglichkeit erschwert (unabhängig von Variante), reduzierter Platzbedarf aufgrund geringem Aushubvolumen	3	Zugänglichkeit erschwert (unabhängig von Variante), erhöhter Platzbedarf und Transportwege für Aushub Tümpel	3	Zugänglichkeit erschwert (unabhängig von Variante), erhöhter Platzbedarf und Transportwege für Aushub Uferabflachung	3	Zugänglichkeit erschwert (unabhängig von Variante), erhöhter Platzbedarf und Transportwege für Aushub Uferabflachung	3	Zugänglichkeit erschwert (unabhängig von Variante), erhöhter Platzbedarf und Transportwege für Aushub Uferabflachung	3	Zugänglichkeit erschwert (unabhängig von Variante), erhöhter Platzbedarf und Transportwege für Aushub Uferabflachung	
Stabilität best. Ufermauern		20%	1	Grosse Materialverlagerung nötig von oberhalb der Schwellen zu unterhalb	2	Grosse Materialverlagerung nötig von oberhalb der Schwellen zu unterhalb	3	Materialverlagerung nötig von oberhalb der Schwellen zu unterhalb	4	Materialverlagerung nötig von oberhalb der Schwellen zu unterhalb	4	Materialverlagerung nur bei Schwelle nötig	4	Materialverlagerung nötig von oberhalb der Schwellen zu unterhalb	
Bauliche Risiken und Baugrund, Bau der Riegel in Bestand		45%	2	Gefahr der Instabilität erhöht bei Aufschüttung der Sohle	2	Gefahr der Instabilität erhöht bei Aufschüttung der Sohle, Höhenunterschied nach Inselsperr e: h=1.54m, sohlstabilität schwer machbar	3	Gefahr der Instabilität erhöht bei Aufschüttung der Sohle, geringer als bei V2, Höhenunterschied nach Inselsperr e: h=1.38m	4	Gefahr der Instabilität erhöht bei Aufschüttung der Sohle, geringer als bei V2, Höhenunterschied nach Inselsperr e: h=0.95m	5	Kaum Aufschüttung nötig	4	Gefahr der Instabilität erhöht bei Aufschüttung der Sohle, geringer als bei V2, Höhenunterschied nach Inselsperr e: h=0.95m	
Verfahrensrisiken		5%	1	Sicherung der Ufermauern beim Aushub, Erhöhung der Dämme bei Aufschüttung unterhalb Inselsperr e	2	Sicherung der Ufermauern beim Aushub, Erhöhung der Dämme bei Aufschüttung unterhalb Inselsperr e	3	-	3	-	1	Statik an Inselsperr e zu prüfen, Sanierung des Bestands	3	-	
Hydrogeologie und Grundwasser	5%	100%		5.00		4.50		4.00		4.00		2.00		4.00	
Hydrogeologische Verhältnisse (Stand heute: Infiltrationsverhältnisse bis Inselsperr e, Exfiltrationsverhältnisse ab unterster Schwelle Inselsperr e)		50%	5	Flusssohle durchgehend über mittlerem GW-Spiegel -> Neu durchwegs Infiltrationsverhältnisse	4.5	Flusssohle durchgehend über mittlerem GW-Spiegel, -> Neu durchwegs Infiltrationsverhältnisse	4	Flusssohle fast durchgehend über mittlerem GW-Spiegel, im untersten Abschnitt unterhalb mittlerem GW-Spiegel -> Neu fast durchwegs Infiltrationsverhältnisse ausser ganz unten bei Moosbrücke wieder Exfiltration	4	Flusssohle fast durchgehend über mittlerem GW-Spiegel, im untersten Abschnitt unterhalb mittlerem GW-Spiegel -> Neu fast durchwegs Infiltrationsverhältnisse ausser ganz unten bei Moosbrücke wieder Exfiltration	2	Bisher v.a. Infiltration im Bereich der Schwellen (im Kolkbereich Exfiltration neu Infiltration im oberen und Exfiltration im unteren Bereich von Variante 5	4	Flusssohle fast durchgehend über mittlerem GW-Spiegel, im untersten Abschnitt unterhalb mittlerem GW-Spiegel -> Neu fast durchwegs Infiltrationsverhältnisse ausser ganz unten bei Moosbrücke wieder Exfiltration	
Auswirkungen auf das Grundwasser		50%	5	Aufreissen Flusssohle + Infiltrationsverhältnisse über gesamte Strecke führt zu Anstieg GW-Spiegel	4.5	Aufreissen Flusssohle (kürzere Strecke als bei V1) + Infiltrationsverhältnisse über gesamte Strecke führt zu Anstieg GW-Spiegel	4	Aufreissen Flusssohle (kürzere Strecke als bei V1 und V2) + Infiltrationsverhältnisse über weitere Strecke als bisher führt zu Anstieg GW-Spiegel, jedoch wieder Exfiltration auf kurzem Abschnitt vor Moosbrücke und somit dort wieder absenken des GW-Spiegels	4	Aufreissen Flusssohle (kürzere Strecke als bei V1 und V2) + Infiltrationsverhältnisse über weitere Strecke als bisher führt zu Anstieg GW-Spiegel, jedoch wieder Exfiltration auf kurzem Abschnitt vor Moosbrücke und somit dort wieder absenken des GW-Spiegels	2	Tendenziell etwas mehr Exfiltration als bisher -> eher Tendenz zu etwas tieferem GW-Spiegel, aber nur auf kurzer Strecke, Exfiltration bei unterem Projektende bleibt unverändert -> geringe Auswirkungen auf GW-Spiegel	4	Aufreissen Flusssohle (kürzere Strecke als bei V1 und V2) + Infiltrationsverhältnisse über weitere Strecke als bisher führt zu Anstieg GW-Spiegel, jedoch wieder Exfiltration auf kurzem Abschnitt vor Moosbrücke und somit dort wieder absenken des GW-Spiegels	
Ästhetik (Ortsbild, Gerinne und Umgebung)	10%	100%		5.00		4.00		4.00		3.00		1.00		3.50	
Ästhetik (Ortsbild, Gerinne und Umgebung)		100%	5	Ästhetik (Ortsbild)	4	Aufwertung des Ortbildes	4	Aufwertung des Ortbildes	3	Aufwertung des Ortbildes, diskontinuierliches Gefälle	1	Technisches Bauwerk nötig	3.5	Aufwertung des Ortbildes, diskontinuierliches Gefälle, besser als bei V4	

Bewertungsmatrix Variantenstudium

Ineslisperre: Badbrücke - Moosbrücke

5	4	3	2	1
sehr gut	gut	ausreichend	mangelhaft	ungenügend
gering		bis		hoch

(z.B. Kosten)

Variantenbewertung

	Gewichtung	Kategorie	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6
Rang			4	5	2	3	6	1
Gesamtbewertung	100%		2.99	2.98	3.60	3.56	2.89	3.80
Hochwasserschutz/ Naturgefahren	25%	100%	2.50	2.00	3.00	3.50	3.00	3.75
Kosten	20%	100%	1.10	2.15	3.18	3.18	4.60	3.18
Ökologie	25%	100%	4.33	4.33	4.67	4.00	1.67	4.50
Bautechnik und Projektrisiko	15%	100%	2.05	2.30	3.00	3.65	4.00	3.65
Hydrogeologie und Grundwasser	5%	100%	5.00	4.50	4.00	4.00	2.00	4.00
Ästhetik (Ortsbild, Gerinne und Umgebung)	10%	100%	5.00	4.00	4.00	3.00	1.00	3.50

Bewertungsmatrix Variantenstudium

Ineslisperre: Badbrücke - Moosbrücke

5	4	3	2	1
sehr gut	gut	ausreichend	mangelhaft	ungenügend
gering		bis		hoch

(z.B. Kosten)

		Sensitivität	Bewertung 1Ökologie							
		Gewichtung Kategorie		Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6	
Rang				3	4	2	5	6	1	
Gesambewertung		100%		3.94	3.75	4.17	3.73	2.17	4.18	
Hochwasserschutz/ Naturgefahren			15%	100%	3.70	2.80	3.80	3.90	3.00	4.75
Zusätzliche Massnahmen Hochwasserschutz (z.B. Dämme), auf Basis der hydraulischen Berechnungen; Einfluss auf Hochwasserstand Sicherheit/Stabilität Riegelsystem mit 2% Gefälle				100%						
				90%	4	3	4	4	3	5
				10%	1	1	2	3	3	2.5
Kosten			10%	100%	1.10	2.15	3.18	3.18	4.60	3.18
Baukosten (exkl. unten aufgeführte Massnahmen) BAFU-Messstelle und Coanda Rechen inkl. zusätzliche Planungskosten Massnahmen zur Stabilisierung best. Ufer(-mauern) Materialbewirtschaftung Baustellenerschliessung und Bauhilfsmassnahmen Unterhaltskosten, -aufwand und Pflege				15%	1	2	3	3	4	3
				10%	1	5	5	5	5	5
				20%	1	2	3	3	5	3
				20%	1	2	3	3	5	3
				25%	1	1	2.5	2.5	4	2.5
				10%	2	3	4	4	5	4
Ökologie			50%	100%	4.33	4.33	4.67	4.00	1.67	4.50
Aquatische Längsvernetzung Morphologische Vielfalt und Sohlenstruktur / Kolke Uferstrukturen				33%	5	5	5	4	3	4.5
				33%	5	5	4	3	1	4
				33%	3	3	5	5	1	5
Bautechnik und Projektrisiko			5%	100%	2.25	2.50	3.00	3.45	3.60	3.45
Zugänglichkeit, Installationsfläche (ohne Kosten) Stabilität best. Ufermauern Bauliche Risiken und Baugrund, Bau der Riegel in Bestand Verfahrensrisiken				50%	3	3	3	3	3	3
				20%	1	2	3	4	4	4
				25%	2	2	3	4	5	4
				5%	1	2	3	3	1	3
Hydrogeologie und Grundwasser			5%	100%	5.00	4.50	4.00	4.00	2.00	4.00
Hydrogelogische Verhältnisse (Stand heute: Infiltrationsverhältnisse bis Inselsperrre, Exfiltrationsverhältnisse ab unterster Schwelle Inselsperrre) Auswirkungen auf das Grundwasser				50%	5	4.5	4	4	2	4
				50%	5	4.5	4	4	2	4
Ästhetik (Ortsbild, Gerinne und Umgebung)			15%	100%	5.00	4.00	4.00	3.00	1.00	3.50
Ästhetik (Ortsbild, Gerinne und Umgebung)				100%	5	4	4	3	1	3.5

Bewertungsmatrix Variantenstudium

Ineslisperre: Badbrücke - Moosbrücke

5	4	3	2	1
sehr gut	gut	ausreichend	mangelhaft	ungenügend
gering		bis		hoch

(z.B. Kosten)

Sensitivität			Bewertung 2						Bautechnik / Kosten	
	Gewichtung Kategorie		Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6		
Rang			6	5	3	2	4	1		
Gesamtbewertung	100%		2.96	2.96	3.54	3.59	3.13	3.86		
Hochwasserschutz/ Naturgefahren	20%	100%	3.70	2.80	3.80	3.90	3.00	4.75		
Zusätzliche Massnahmen Hochwasserschutz (z.B. Dämme), auf Basis der hydraulischen Berechnungen; Einfluss auf Hochwasserstand		90%	4	3	4	4	3	5		
		10%	1	1	2	3	3	2.5		
Kosten	15%	100%	1.10	2.15	3.18	3.18	4.60	3.18		
Baukosten (exkl. unten aufgeführte Massnahmen)		15%	1	2	3	3	4	3		
		10%	1	5	5	5	5	5		
		20%	1	2	3	3	5	3		
		20%	1	2	3	3	5	3		
		25%	1	1	2.5	2.5	4	2.5		
		10%	2	3	4	4	5	4		
Ökologie	15%	100%	4.33	4.33	4.67	4.00	1.67	4.50		
Aquatische Längsvernetzung		33%	5	5	5	4	3	4.5		
		33%	5	5	4	3	1	4		
		33%	3	3	5	5	1	5		
Bautechnik und Projektrisiko	40%	100%	2.25	2.50	3.00	3.45	3.60	3.45		
Zugänglichkeit, Installationsfläche (ohne Kosten)		50%	3	3	3	3	3	3		
		20%	1	2	3	4	4	4		
		25%	2	2	3	4	5	4		
		5%	1	2	3	3	1	3		
Hydrogeologie und Grundwasser	5%	100%	5.00	4.50	4.00	4.00	2.00	4.00		
Hydrogeologische Verhältnisse (Stand heute: Infiltrationsverhältnisse bis Inselferre, Exfiltrationsverhältnisse ab unterster Schwelle Inselferre)		50%	5	4.5	4	4	2	4		
		50%	5	4.5	4	4	2	4		
Ästhetik (Ortsbild, Gerinne und Umgebung)	5%	100%	5.00	4.00	4.00	3.00	1.00	3.50		
Ästhetik (Ortsbild, Gerinne und Umgebung)		100%	5	4	4	3	1	3.5		

ANHANG F - HYDRAULISCHE BERECHNUNGEN

Anhang F1 - Bericht Hunziker, Zarn & Partner AG

(folgt im Bauprojekt)

ANHANG G - FOTODOKUMENTATION

(folgt später)

ANHANG H - KOSTENSCHÄTZUNG

Anhang H1 - Zusammenzug Kostenschätzung

(folgt später)

ANHANG I - MODELLKONZEPT HYDROGEOLOGISCHE ABKLÄRUNGEN

Anhang I1 - Bericht CSD vom 20.03.2025

CSD INGENIEURE AG

Schachenallee 29A

CH-5000 Aarau

+41 62 834 44 00

aarau@csd.ch

www.csd.ch

CSD INGENIEURE 

VON GRUND AUF DURCHDACHT



Bauherrengemeinschaft Ilfis Langnau Mitte-Ost

Hochwasserschutz Ilfis Langnau i.E.
Modellkonzept

Aarau, 20.03.25 / DCH016381

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Ziele	1
2	Modellgrundlagen	2
3	Anforderungen und Auflösung des Modells	4
3.1	Anforderung an das Modell	4
3.2	Räumliche Auflösung	4
3.3	Analyse der elektrischen Leitfähigkeit (Dekonvolution)	7
4	Vorgehenskonzept	9
5	Impressum	11
6	Disclaimer	11

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Regionalmodell Emmental (AWA 2021) für das Detailmodell Langnau i.E.	5
Abbildung 2: geplanter Perimeter des Lokalmodells und Randbedingungen	6
Abbildung 3: Links: Zeitreihen der elektrischen Leitfähigkeit im Fluss (grau) und im Grundwasser (schwarz). Rechts: Mittels Dekonvolution ermittelte Fliesszeitenverteilung bzw. Durchbruchskurve. .	7
Abbildung 4: links Grundwasserspiegel-Isohypsen Beilage 4 von «Verschiebung Grundwasser Moos – Hydrogeologische Abklärungen» [7], rechts: Grundwasserspiegel-Isohypsen Regionalmodell [2]	8

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Szenarienberechnungen.....	2
Tabelle 2: Datengrundlagen	3
Tabelle 3: zu übermittelnde Ergebnisse	10

Anhangsverzeichnis

Anhang A	Geplante wasserbauliche Massnahmen
Anhang B	Austrittswahrscheinlichkeit SA Moos II – Emmental Potenzialstudie

Grundlagen

- [1] Vorprojekt Langnau Mitte – Ost, Technischer Bericht, Hunziker, Zarn & Partner, 30 August 2024
- [2] Grundwassermodell Emmental – Technische Dokumentation, Projektbericht Amt für Wasser und Abfall (AWA) und CHYN Université de Neuchâtel, Bern, November 2016
- [3] Modellanpassungen des Grundwassermodells Emmental, Bericht CSD AG03037.05, 2020
- [4] AWA Bern, Potenzialstudie Emmental, Berechnungsergebnisse, Bericht CSD Ingenieure, Aarau, 08. Juni 2022
- [5] Charakterisierung der Flussinfiltration – Anwendung unterschiedlicher Methoden auf Zeitreihen im Aaretal; S. Diem, J. Poppei & L. Amman, Aqua & Gas, 4/2025, 42 – 52
- [6] Kellerhals+Haefeli AG, Erneuerung der Grundwasserfassung Moos, Langnau i. E. Hydrogeologisches Gutachten 5. März 2020
- [7] Kellerhals+Haefeli AG, Verschiebung Grundwasserfassung Moos, Langnau i. E. Hydrogeologische Abklärungen 21. September 2021
- [8] Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern, Nutzungs-, Schutz- und Überwachungskonzept für die Grundwasserleiter des obersten Emmentals, zwischen Emmenmatt, Langnau und Eggiwil (blauer Bericht)

1 Ausgangslage und Ziele

Die Prozessgefahrenkarte Wasser für die Iflis im Kanton Bern zeigt erhebliche Schwachstellen hinsichtlich Hochwasser in der Gemeinde Langnau i. E. auf. Daher wurde ein Konzept zur Verbesserung des Hochwasserschutzes und zur ökologischen Aufwertung der Iflis erarbeitet. Dieses erstreckt sich von der Kantonsgrenze bis zur Mündung in die Emme. Besonders dringlich sind die Abschnitte Langnau Ost (Fluhackerbrücke bis Inselisperre) und Langnau Mitte (Inselisperre bis vor die Mündung des Oberen Frittenbachs). Langnau Ost weist erhebliche Schwachstellen und ein hohes Schadenspotential auf, während in Langnau Mitte insbesondere Defizite in der Längsvernetzung bestehen.

Im Rahmen eines Variantenstudiums wurden drei Ansätze für den Hochwasserschutz untersucht: die Erhöhung der Ufer, die Absenkung der Sohle oder eine Verbreiterung des Gerinnes. Die optimale Lösung kombiniert Elemente dieser drei Massnahmen, um einen wirkungsvollen und nachhaltigen Hochwasserschutz zu gewährleisten. Die wasserbaulichen Massnahmen vom Variantenstudium [1] sind in Anhang A dargestellt.

Der Perimeter der wasserbaulichen Massnahmen beinhaltet die Grundwasserfassung Moos im Gebiet der Badi. Deren Schutzzonen befinden sich zwischen dem Siedlungsgebiet und der Mündung des Hüenerbachs im Projektbereich Langnau Ost. Parallel zum Wasserbauprojekt ist die Verschiebung dieser Trinkwasserfassung weiter östlich vorgesehen. Das neue Grundwasserschutzareal wurde bereits ausgeschieden. Im Bereich der künftigen Trinkwasserfassung (Moos II) verzichten die wasserbaulichen Massnahmen auf eine wesentliche Veränderung des Gerinnequerschnitts, die Massnahmen beschränken sich hauptsächlich auf Ufererhöhungen. Im Zu- und Abstrombereich sind allerdings Aufweitungen und lokale Sohlabsenkungen geplant. Deren Einfluss auf die Hydrogeologie ist mittels eines lokalen Grundwassermodells zu prüfen.

Ziel und generelle Methodik

Alle oben beschriebenen Massnahmen haben potenziell Auswirkungen auf die Hydrogeologie im gesamten Modellperimeter. Daher soll diese Studie die folgenden Punkte klären:

1. Wie verändern sich die Infiltrations-/Exfiltrationsverhältnisse der Iflis im Modellperimeter
2. Wie verändert sich der Grundwasserspiegel im Modellperimeter
3. Wie verändert sich prozentual die Aufenthaltszeit im Vergleich zum Ist-Zustand (resp. Wie lange hat ein Wasserpartikel von der Iflis in die Fassung Moos bzw. Moos II
4. Wie verändert sich der Zuströmbereich der Fassung Moos bzw. Moos II

Dabei sind verschiedene Szenarien (Ist-Zustand: heutiger Zustand; Projektzustand: nach Beendigung der wasserbaulichen Arbeiten mit fehlender Kolmatierung der Flusssohle und Endzustand mit wiederhergestellter Kolmatierung der Flusssohle) sowie verschiedene Wasserstände zu beachten. Zudem wird die Verschiebung der Grundwasserfassung Moos in der Modellierung berücksichtigt. Für den Zeitpunkt der Verschiebung (voraussichtlich IST-Zustand) werden beide Standorte (Moos und Moos II) berücksichtigt, um den Einfluss der Verschiebung mit dem der wasserbaulichen Massnahmen zu differenzieren (Tabelle 1). Zusätzlich müssen die Auswirkungen auf das Grundwasser sowohl mit als auch ohne Pumpbetrieb dargestellt werden, da im Pumpwerk Moos (und voraussichtlich auch in Moos II) nur sporadisch gepumpt wird.

Ziel der Grundwassermodellanalyse ist es, die verschiedenen Projektzustände bei verschiedenen Wasserständen der Iflis zu simulieren, um so die Auswirkungen auf das Grundwasser und die Trinkwasserfassung zu beurteilen. Die Modellergebnisse sollen als Grundlage zur Definition von geeigneten Massnahmen zur Verhinderung einer negativen Beeinflussung des Grundwassers (qualitativ und quantitativ) durch die Projektmassnahmen während der Bauphase und im Endzustand verwendet werden.

Um dies zu erreichen, wird die folgende allgemeine Methodik angewandt:

- 1) Erstellung und Kalibrierung eines lokalen Modells, welches den aktuellen Zustand darstellt (Ist-Zustand)
- 2) Modifizierung des kalibrierten Ist-Modells unter Mitberücksichtigung von Projektrandbedingungen und -geometrien zur Darstellung zukünftiger Verhältnisse
- 3) Vergleich zwischen dem aktuellen Zustand und dem zukünftigen Zustand zur Bewertung der Auswirkung der Flusskorrektur

Tabelle 1: Szenarienberechnungen

Szenario	Hydrologischer Zustand	Pumpbetrieb (präliminär)	Bezeichnung
Ist-Zustand	Mittelwasser	kein Pumpbetrieb	V0MW0
		Moos	V0MW1
		Moos II	V0MW2
	Niedrigwasser	kein Pumpbetrieb	V0NW0
		Moos	V0NW1
		Moos II	V0NW2
	Hochwasser	kein Pumpbetrieb	V0HW0
		Moos	V0HW1
		Moos II	V0HW2
Projektzustand	Mittelwasser	kein Pumpbetrieb	V1MW0
		Moos II	V1MW2
	Niedrigwasser	kein Pumpbetrieb	V1NW0
		Moos II	V1NW2
	Hochwasser	kein Pumpbetrieb	V1HW0
		Moos II	V1HW2
Endzustand	Mittelwasser	kein Pumpbetrieb	V2MW0
		Moos II	V2MW2
	Niedrigwasser	kein Pumpbetrieb	V2NW0
		Moos II	V2NW2
	Hochwasser	kein Pumpbetrieb	V2HW0
		Moos II	V2HW2

2 Modellgrundlagen

Das projektspezifische Modell basiert auf dem regionalen Grundwassermodell Emmental ([2],[3]) und wird als lokaler Ausschnitt daraus abgeleitet. Zur Kalibrierung und Verfeinerung dieses Modells werden Daten aus der Vorplanung des aktuellen Projekts sowie aus weiteren relevanten Vorhaben im Projektgebiet einbezogen.

In der nachstehenden Tabelle 2 sind die erforderlichen Daten, ihre Quellen und die Art ihrer Verwendung aufgeführt.

Tabelle 2: Datengrundlagen

Beschreibung	Quelle	Verwendung
Regionales Grundwassermodell Emmental	AWA	Extraktion der allgemeinen Geometrie und der Randbedingungen
Neue geologische Sondierungen	Geoportal BE	Aktualisierung der Stauerkarte zur Implementierung im lokalen Modell (UK-Modell)
Gerinneschläuche	AWA	Implementierung als OK-Modell
Brunnenausbaupläne und Pumpraten PW Moos, PW Moos II und Brauchwasserfassung Badi	K+H	Implementierung als W
Geometrie der Ilfis: aktueller Zustand sowie geplante Anpassungen (Sohlenhöhe und Flussbreite)		Implementierung ins Modellnetz und «minimum-head constraint»
Ist-Zustand Wasserspiegellagen der Ilfis (repräsentative Messungen des mittleren Wasserspiegels)	K+H	Implementierung als Fluss-Randbedingung zur Modellkalibrierung (Cauchy)
Daten zu Wasserfassungen: insbesondere für PW Moos, PW Moos II und Brauchwasserfassung Badi (effektive Fördermengen, Koordinaten, Filterstreckentiefen, Durchmesser etc.)	K+H	Modell- und Modellnetzerstellung, Brunnenrandbedingungen mit «Multi-Layer Wells»
Geometrie und Wasserspiegellagen des «Nidermoosgrabens»	K+H	Implementierung des Nidermoosgrabens im Lokalmmodell als Flussrandbedingung (Cauchy)
Grundwasserspiegelmessungen in bestehenden Piezometern (Stichtagsmessung) – punktuelle Messungen im Modellgebiet zur Darstellung des regionalen Gradienten, verfeinert um den Projektperimeter mit noch höherer Dichte um den aktuellen sowie geplanten Standort des PW Moos (am selben Tag wie die Messung der Wasserstände der Ilfis)	K+H	Modellkalibrierung
Daten zu Pump, Tracerversuchen, K-Wert- und Porositätsmessungen im Modellgebiet. Zudem sollen Zeitreihen der elektrischen Leitfähigkeit in Fluss und Grundwasser/Trinkwasserfassung gemessen und zur Charakterisierung von Fließzeiten und Anteilen an Flussinfiltrat analysiert werden (siehe Kap. 3.3)	K+H	Plausibilisierung der Resultate der Kalibration im Hinblick auf Fließzeiten und Infiltratanteile
Simulierte Ist-, Projekt- und Endzustand Wasserspiegellagen der Ilfis (Mittel-, Hoch- und Niedrigwasser)	K+Z / IUB	Fluss-Randbedingung (Cauchy) für die Referenz- und Szenarienberechnung

3 Anforderungen und Auflösung des Modells

3.1 Anforderung an das Modell

Die Anforderungen an das Modell leiten sich aus der Zielstellung und den lokalen Gegebenheiten ab. Das Modell muss dreidimensional sein, um die Fragestellungen zu beantworten. Dabei liegt ein besonderer Schwerpunkt in der höhenrichtigen Abbildung der Iflis mit Sohlentiefen und Wasserspiegellagen.

Hinsichtlich zeitlicher Aspekte reichen stationäre Betrachtungen. Damit sind auch Hoch- und Niedrigwasserverhältnisse (im Sinne von Extremereignissen) abbildbar. Durch eine Zeitreihenanalyse von Iflisspiegeln sind entsprechende Szenarien zu erstellen.

Als Transportprozess wird der advektiv-dispersive Transport eines idealen Tracers simuliert. Rückhalteprozesse werden konservativ vernachlässigt.

Die Kalibrierung des Modells erfolgt auf Basis vorhandener Messdaten. Für Mittelwasserverhältnisse dient eine Stichtagsmessung als Referenz, während ergänzend Pumpversuche sowie gegebenenfalls Markerversuche zur Plausibilisierung herangezogen werden.

3.2 Räumliche Auflösung

Das Modell muss hinreichend gross sein, sodass Modellrandbedingungen das eigentliche Aussagegebiet nur vernachlässigbar beeinflussen. Aus dem Regionalmodell des AWA (Abbildung 1) und den Berechnungen zur Austrittswahrscheinlichkeit (exit probability, Anhang B, [4]), lässt sich ein lokales Detailmodell ausschneiden und begründen, welches diesen Anforderungen gerecht wird. Wir schlagen dazu folgende Modellgrenzen und -randbedingungen vor (s. Abbildung 2):

- Das Modell wird im Anstrom kurz nach der Mündung der Trüb in die Iflis bei der Isohypse 724 m und im Abstrom bei Neumühle an der Isohypse 629 m aus dem regionalen 2D Modell ausgeschnitten. Die Randbedingungen werden im Anstrom als Zufluss-Randbedingung (Neumann), im Abstrom als Festpotenzial-Randbedingung (Dirichlet) definiert
- Das Modell wird seitlich durch die Ausdehnung des Grundwasserleiters begrenzt. Die Randbedingungen sind als Zufluss-Randbedingung (Neumann) definiert, welche die indirekte Grundwasserneubildung berücksichtigt. Im Westen, an der Mündung der Iflis in die Emme, wird anhand von Stromlinien aus dem regionalen Modell eine No-Flow-Randbedingung abgeleitet. An dieser Linie erfolgt die Abgrenzung des Modells.
- Vertikal: das ausgeschnittene Modell wird auf 3D erweitert (Terrain (Gerinneschläuche DTM) – aktualisierte Stauerkarte, ohne explizite Modellierung der ungesättigten Zone). Die aktuelle Lage, Breite und Tiefe der Iflis sowie ihre geplante Korrektur werden ins Modell implementiert. Die Flussrandbedingung (Cauchy) wird mittels Iflisspiegellagen der verschiedenen Zustände und hydrologischen Verhältnissen implementiert. Zudem wird die heutige und künftige Flussbettkote mit einer „Minimum-Head Constraint“ integriert, um die physikalisch korrekte Abbildung der Wechselwirkungen in Höhenentkoppelten Bereichen zwischen Grundwasser und Iflis sicherzustellen.

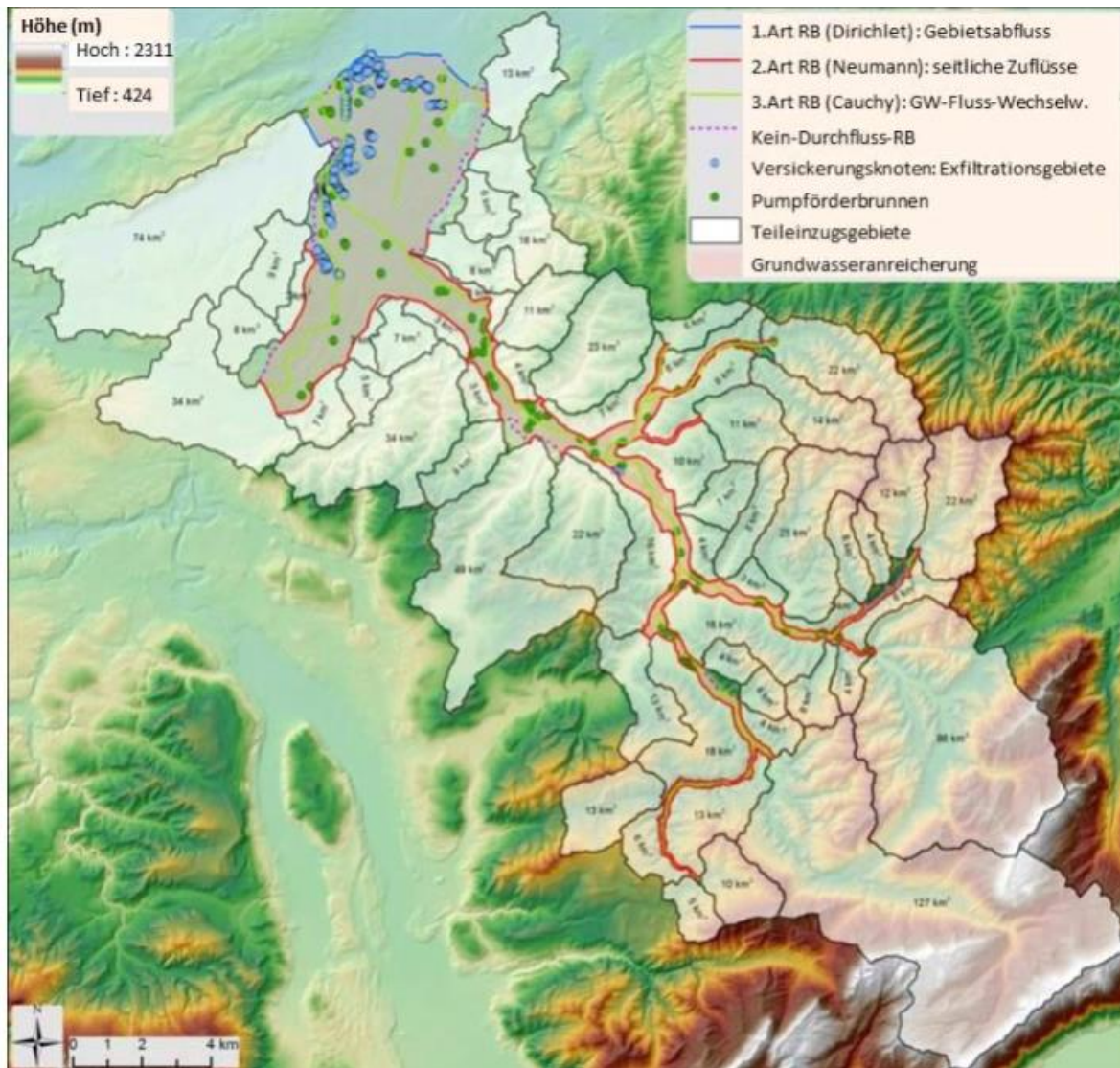


Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Regionalmodell Emmental (AWA 2021) für das Detailmodell Langnau i.E.

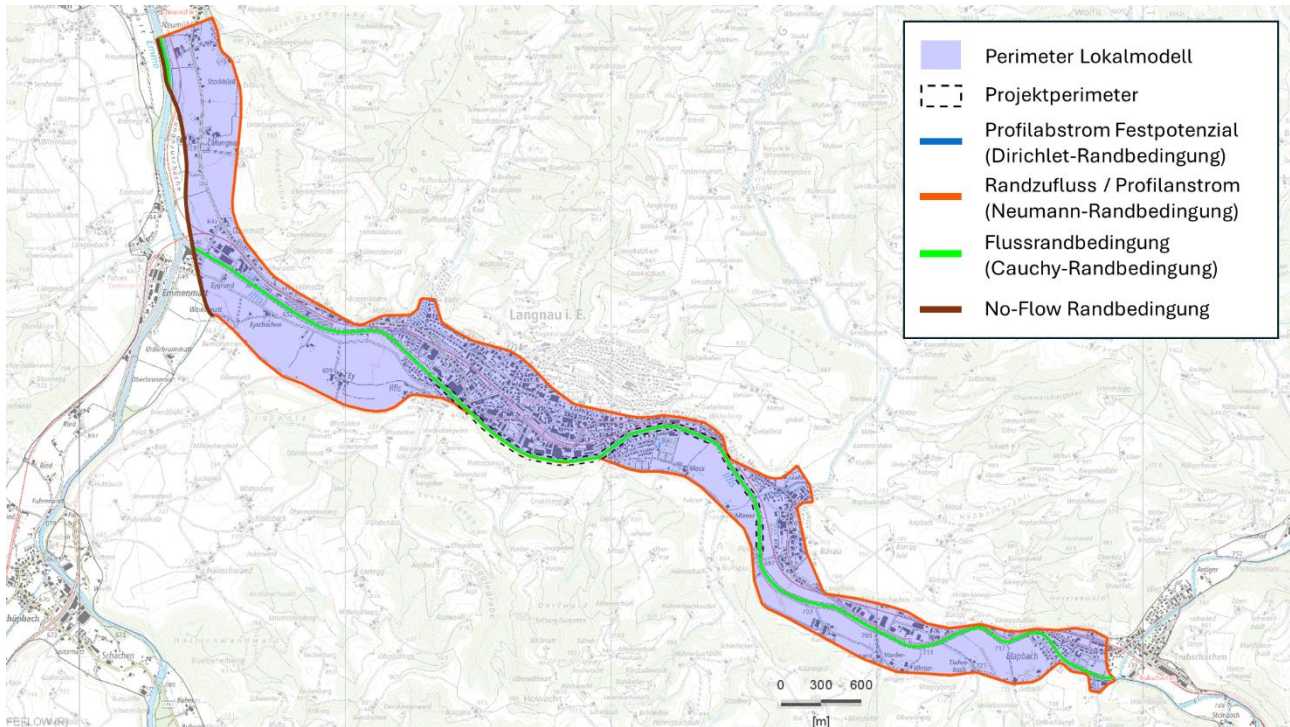


Abbildung 2: geplanter Perimeter des Lokalmodeills und Randbedingungen

3.3 Analyse der elektrischen Leitfähigkeit (Dekonvolution)

Abbildung 4 zeigt den Grundwasserspiegel im Bereich des PW Moos und vergleicht die Ergebnisse aus [2] mit den Modellberechnungen des regionalen Grundwassermodells. Markante Abweichungen zwischen den beiden Karten insbesondere in Flussnähe verdeutlichen eine erhebliche Unsicherheit hinsichtlich der Menge an Ilfiswasser, die in den Grundwasserleiter infiltriert. Zur Verringerung dieser Unsicherheit und zur präziseren Abgrenzung der Zuströmbereiche sowie der Wasserherkunft der Fassung soll eine Analyse von Zeitreihen der elektrischen Leitfähigkeit durchgeführt werden.

Die elektrische Leitfähigkeit lässt sich als natürlicher Tracer nutzen, um die Flussinfiltration zu untersuchen bzw. Fliesszeiten und den Anteil an Flussinfiltrat zu bestimmen. Voraussetzung sind natürliche Schwankungen im Fluss (z.B. hervorgerufen durch Hochwasserereignisse oder saisonale Trends), die sich mit der Infiltration im Grundwasser fortpflanzen. Aus den Zeitreihen der elektrischen Leitfähigkeit lässt sich anhand spezieller Verfahren (Dekonvolution) die Fliesszeitenverteilung des Flussinfiltrats (analog Durchbruchkurve eines Markerversuchs) und dessen Anteile im Grundwasser bestimmen [5]. Ein Beispiel ist in Abbildung 3 gezeigt. Diese Methodik erlaubt somit eine unabhängige Überprüfung/Validierung des Modells im Hinblick auf Fliesszeiten und Anteile an Flussinfiltrat.

Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit erfolgen im Fluss (Ilfis)¹ sowie an einem Standort im Grundwasser, vorzugsweise an einer Messstellen nahe der Ilfis (zwischen Ilfis und GW-Fassung Moos²) und soll über einen Zeitraum von mindestens 3-4 Monaten in stündlicher Auflösung gemessen werden. Zusätzlich soll geprüft werden, ob bestehende Leitfähigkeitsmessungen im Pumpbrunnen Moos vorhanden sind.

Nach Vorliegen der Messreihen im Fluss und im Grundwasser (3-4 Monate), wird in einem ersten Schritt geprüft, ob deren Qualität, Charakteristik und Länge eine Analyse mittels Dekonvolution zulassen. Ist dies der Fall, werden in einem zweiten Schritt die Daten soweit erforderlich aufbereitet (Eliminierung von Ausreissern, Trends) und die Dekonvolution durchgeführt.

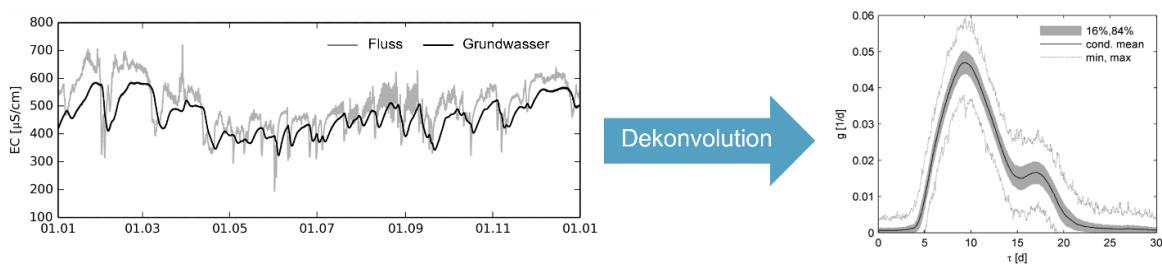


Abbildung 3: Links: Zeitreihen der elektrischen Leitfähigkeit im Fluss (grau) und im Grundwasser (schwarz). Rechts: Mittels Dekonvolution ermittelte Fliesszeitenverteilung bzw. Durchbruchkurve.

¹ Falls die elektrische Leitfähigkeit nicht an der nahe gelegenen BAFU-Messstation (oder allenfalls an einer anderen bestehenden Messstation) gemessen wird, müsste eine Messstelle in der Ilfis eingerichtet werden. Eine hochwassersichere Installation sowie eine regelmässige Wartung (Reinigung/Kalibrierung, Versandungsgefahr) der Sonde sind entscheidend für eine gute und verwertbare Datenqualität. Die Installation und Wartung soll vorgängig mit uns besprochen werden.

² Unser Vorschlag wäre RB5.

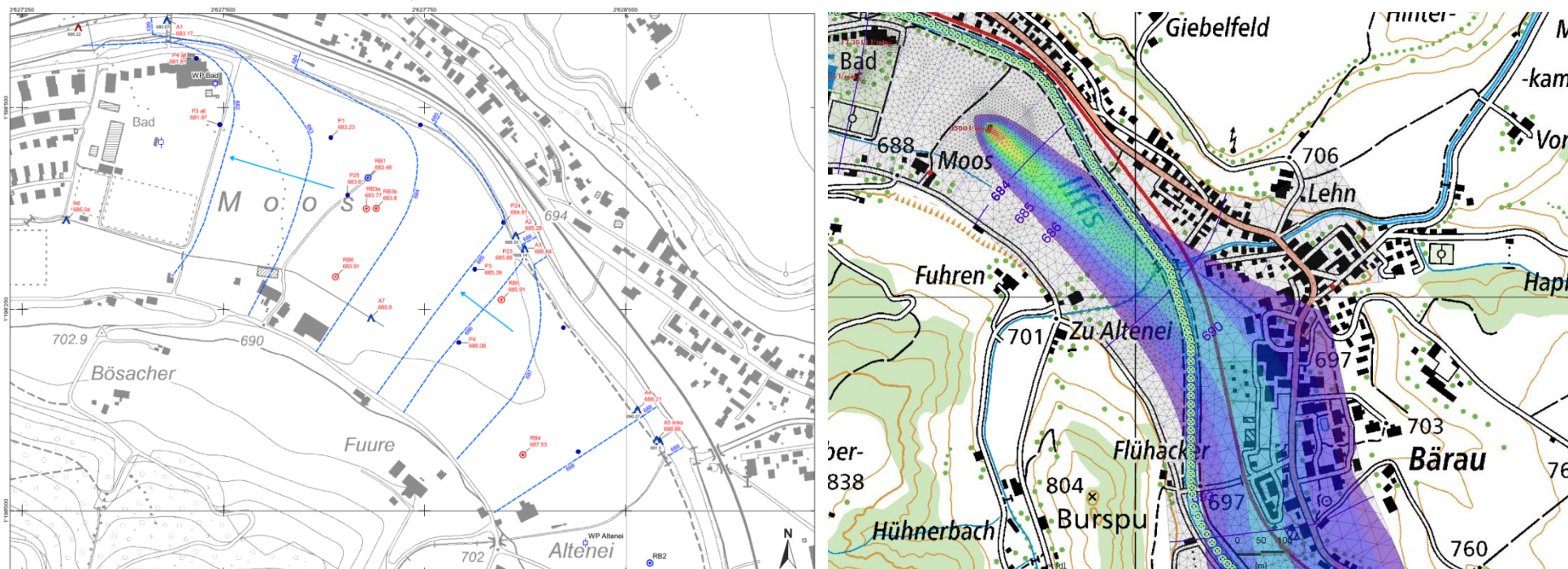


Abbildung 4: links Grundwasserspiegel-Isohypsen Beilage 4 von «Verschiebung Grundwasser Moos – Hydrogeologische Abklärungen» [7], rechts: Grundwasserspiegel-Isohypsen Regionalmodell [2]

4 Vorgehenskonzept

Die Studie erfordert die Durchführung der unten beschriebenen Aufgaben:

1. Aufgaben vor der Modellierung

- a. Charakterisierung historischer Spiegeldaten zur hydrogeologischen Einordnung der Stichtagsmessdaten
- b. Anpassung der Stauerkarte mithilfe neuer Sondierungen

2. Modellerstellung, -parametrisierung -kalibrierung und -plausibilisierung

- a. «Ausschneiden des Modells und Parametrisierung der Randbedingungen
- b. Erstellung eines 2D-Modellnetz, in dem die Projektgeometrie berücksichtigt wird
- c. Erweiterung des Modells auf 3D (zur höhenrichtigen Integration von Sohlenhöhen, Filterstrecken)
- d. Implementierung der Projektgeometrien
- e. Kalibration:
 - Kalibrierung von hydraulischen Durchlässigkeiten und Leakage Koeffizienten zur Reproduktion der beobachteten Grundwasserstände der Simultanmessung (Stichtagsmessung)
 - Neben der korrekten Simulation der Grundwasserspiegel, ist es von entscheidender Bedeutung auch die Fliesszeiten und Infiltratanteile korrekt wiederzugeben. Dies ist, um sicher zu stellen, dass das Modell eine eindeutige Lösung vorweist. Daher wird das kalibrierte Modell anhand von Pump- und Tracerversuchsergebnissen plausibilisiert. Zusätzlich werden auch Messungen der elektrischen Leitfähigkeit zur Plausibilisierung hinzugezogen (siehe Kap.3.3).
- f. Modellierung des Ist-Zustands
- g. Modellierung des Referenzszenarios (Ist-Zustand) zu verschiedenen hydrologischen Verhältnissen
 - Simulation der Fassungs-Einzugsgebiete für PW Moos bzw. PW Moos II mithilfe der Austrittswahrscheinlichkeit Methode (exit probability, Bsp. siehe Anhang B)
 - Simulation der Fliesszeit zwischen Ifis und PW Moos bzw. PW Moos II mit Hilfe von Stromlinien
 - Simulation von 10- bzw 20-Tages Isochronen mithilfe von Rückwärtsstromlinien
 - Extraktion der In- und Exfiltrationsrate der Ifis im Modellperimeter in vordefinierten Abschnitten
 - Extraktion von Grundwasserspiegeln entlang der Ifis in einem vordefinierten Längsprofil

3. Szenarienberechnungen

- a. Integration des Projekt- und Endzustands mit veränderter Flussgeometrie, -wasserständen und -kolmatierung in das kalibrierte Ist-Zustandsmodell. In Bereichen veränderter Flussgeometrie wird für den Projektzustand der kalibrierte Ifis-Transferkoeffizient deutlich erhöht, um ein fehlendes Flussbett und eine direkte Interaktion zwischen Fluss und Grundwasserleiter darzustellen Für den Endzustand wird der Ifis-Transferkoeffizient wieder auf die im IST-Zustand kalibrierten Werte gesetzt.
- b. Für jeden Zustand und hydrologisches Verhältnis
 - Simulation des Fassungs-Einzugsgebiets mithilfe der Austrittswahrscheinlichkeit Methode (exit probability, Bsp. siehe Anhang B)
 - Simulation der Fliesszeit zwischen Ifis und PW-Moos mit Hilfe von Stromlinien
 - Simulation von 10- bzw 20-Tages Isochronen mithilfe von Rückwärtsstromlinien
 - Extraktion der In- und Exfiltrationsrate der Ifis im Modellperimeter in vordefinierten Abschnitten
 - Extraktion von Grundwasserspiegeln entlang der Ifis in einem vordefinierten Längsprofil

4. Folgenabschätzung

Vergleich der simulierten Ergebnisse des Ist-Zustands und der Szenarien zur Bewertung der quantitativen- und darauf basierend qualitative Auswirkungen der Korrektur (und Verlegung des PWs Moos). Der Fokus liegt dabei auf: Grundwasserspiegeländerungen im Modellperimeter, Änderungen von hydraulischen Gradienten, Auswirkungen auf das Exfiltrationsgewässer Nidermoosgraben, Änderungen von In- bzw. Exfiltrationsraten der Ilfis in Fassungs-Einzugsgebieten sowie in deren Umgebung (Schutzzonen S2 und S3, Modellperimeter gesamt), Auswirkungen auf Fließzeiten zwischen Ilfis und Pumpwerken, Änderungen der Form von Zuströmbereichen von Pumpwerken und deren 10- bzw. 20-Tages Isochronen. Zu analysierende Pumpwerke beinhalten den Ey im Abstrom des Projektperimeters und den Moos II.

5. Bericht

Die Analysen und Resultate der Studie werden in einem technischen Bericht zusammengefasst Und beinhaltet Kapitel zur Kalibration, Plausibilisierung, Szenarienberechnung und Resultate in Form von Tabellen, Säulendiagramme, Karten und Profilen. In Tabelle 3 sind die zu übermittelnde Ergebnisse aufgezeigt:

Tabelle 3: zu übermittelnde Ergebnisse

Zu übermittelnde Ergebnisse	
1.	Isohypsenkarten für jedes Szenario
2.	Karten der Grundwasserspiegeländerung für jedes Szenario in Referenz zum IST-Zustand
3.	In- und Exfiltrationsraten der Ilfis an Schlüsselabschnitten sowie des Nidermoosgrabens für jedes Szenario als Tabellen und Säulendiagramme
4.	Längsprofil der Ilfis mit Ilfiswasserspiegel, Ilfissohlenlage und Grundwasserspiegel für jedes Szenario
5.	Karten und Säulendiagramme des kürzesten Fließweges zwischen Ilfis und Fassung Moos II für Szenarien mit Pumpbetrieb Moos II
6.	Karten des Fassungs-Einzugsgebietes für Szenarien mit Pumpbetrieb Moos II
7.	10- und 20- Tagesisochronen der Fassung Moos II für Szenarien mit Pumpbetrieb Moos II

5 Impressum

Aarau, 20.03.25

Projektbeteiligte

Fabien Cochand (Projektleiter, Hydrogeologe - PhD)

Joachim Poppei (Koreferat, Diplom-Physiker - Dr.rer.nat.)

Jeremy Millwater (Projektmitarbeiter, Hydrogeologe - MSc)

CSD Ingenieure AG



Fabien Cochand
Projektleiter



Joachim Poppei
Koreferat

6 Disclaimer

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

CSD geht davon aus, dass

- ♦ ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- ♦ von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- ♦ die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.



Kanton Bern
Canton de Berne

Langnau
im Emmental

GEMEINSCHAFT

Langnau im Emmental

Ausarbeit

GEWISS AG - 19175-000 - 5627-000

Projekt

Vorprojekt
Langnau Mitte - Ost

PLAN

Situation Ausschnitt Mitte 1:1'000
Variante Aufweitung

Vorstellung

Vorprojekt

Raumprojekt

Aufbauprojekt

Ausführungsprojekt

Ausgearbeitetes Werk

DRUCKSTÄNDIG

PROJEKTLEITER

Hunziker, Zorn & Partner

Schorenstrasse 28, 3005 Bern
Telefon: 031 623 44 61, Fax: 031 623 44 62

BAUHERIN

Gemeinde Langnau i.E.
Bauverwaltung
Altenstrasse 8
3005 Langnau i.E.

PLAN NR.

A-1243.1B

Legende

Elemente bestehend

- Gewässer
- Gebäude
- Wald nach AV-Plan
- Strassen, Plätze, Wege
- Parzellengrenzen
- Achse SBB

Werkleitungen

- Mittelwasser
- Kanalisation

Elemente Projekt

- Soffenankörung
- Soffenankörung
- Aufweitung
- Blockschewe
- Blockschewe
- Blockschewe
- Dämme
- Mauern Hochwasserschutz
- Tropfenbohle / Wandbohle
- Fläche für ökologischen Ausgleich

CSD Ingenieure AG | DCH016381 | Hochwasserschutz_Ilfis_Langnau_Modellkonzept_250320.docx

Anhang B Austrittswahrscheinlichkeit SA Moos II – Emmental Potenzialstudie

3.24.3 GSZ - Nr. 472 – SA Moos II $Q=6'000 \text{ l/min}$

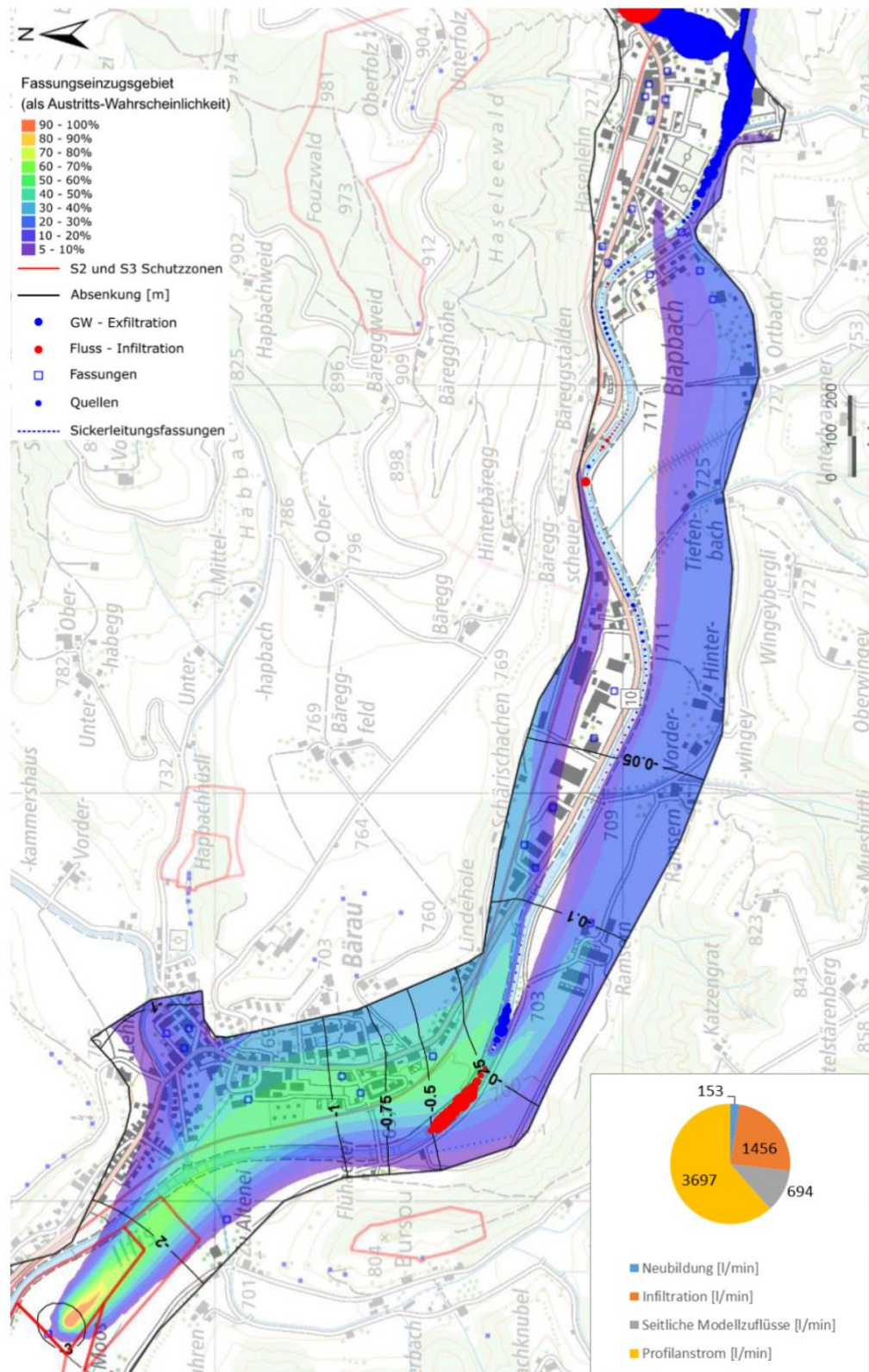


Abbildung 60: GSZ - Nr. 472 – SA Moos II $Q=6'000 \text{ l/min}$