



Gemeinde
Münchenbuchsee

Oberingenieurkreis III

IIIe arrondissement
d'Ingénieur en chef

Tiefbauamt
des Kantons Bern

Office des ponts et
chaussées
du canton de Berne

Wasserbaubewilligung

Gemeinde	Münchenbuchsee
Erfüllungspflichtiger	Münchenbuchsee
Gewässernummer	90867 und 90870
Gewässer	Mühlebach / Dorfbach

Datum Dossier	23.12.2024
Revidiert	
Projekt-Nr.	42101282
Plandatum	23.12.2024
Format	A4

Revitalisierung Dorfbach Münchenbuchsee

Unterlage

Technischer Bericht

AUFLAGE

Projektverfassende

Gruner AG
Industriestrasse 1
CH-3052 Zollikofen
T +41 31 544 24 24
zollikofen@gruner.ch

Genehmigungsvermerke:

Auftraggeber

**Gemeinde Münchenbuchsee
Bernstrasse 12
3053 Münchenbuchsee**

Auftragsbezeichnung

Wasserbaubewilligung Dorf- und Mühlebach Münchenbuchsee

Berichttitel

Revitalisierung Dorf- und Mühlebach -



Verfasser

**Samuel Storz
Katja Henz
Jon Drewes**

**Gruner AG
Industriestrasse 1
CH-3052 Zollikofen
T +41 31 544 24 24
www.gruner.ch**

Auftragsnummer
42101282000

Datum
08.01.2025

Änderungsgeschichte

Version	Änderung	Kürzel	Datum
1	Erstfassung		10.06.2022
2	Diverse Anpassungen, Erweiterungen		12.12.2022
3	Diverse Anpassungen, Erweiterungen		14.03.2023
4	Diverse Anpassungen, Erweiterungen		11.04.2024
5	Diverse Anpassungen, Erweiterungen		30.07.2024
6	Diverse Anpassungen, Erweiterungen		19.12.2024

Verteiler

Firma	Name	Anz. Expl.
Tiefbau, Gemeinde Münchenbuchsee	Alex Gilgen / Hans-Ulrich Weber	digital
Tiefbauamt, Oberingenieurkreis III	Jörg Bucher	digital

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhaltsverzeichnis	5
1 Zusammenfassung	7
1.1 Bedürfnisnachweis	7
1.2 Kurzbeschreibung Projekt	7
2 Anlass und Auftrag	9
2.1 Auftrag / Projektziele	9
2.2 Projektorganisation	9
2.3 Partizipation	10
3 Ausgangslage / Ist-Zustand	11
3.1 Historische Ereignisse	11
3.1.1 Bereits realisierte Sofortmassnahmen Mühlebachsiedlung	11
3.2 Schwachstellen / zu realisierende Massnahmen Mühle- und Dorfbach	12
3.3 Bestehende und zukünftige Nutzung	12
3.4 Charakteristik des Einzugsgebiets	14
3.5 Hydrologische Verhältnisse	15
3.5.1 Freibord	17
3.5.2 Nachtrag Niederschlagsmengen (HADES)	17
3.6 Mögliche Gefahrenarten	18
3.7 Gefährdungssituation	18
3.8 Ökomorphologischer Zustand	19
3.9 Gewässerraum	22
3.10 Projekte Dritter	23
4 Projektannahmen und Ziele	24
4.1 Schutzziele	24
4.2 Ökologische Entwicklungsziele	24
5 Schadenpotenzial / Risikoanalyse	25
6 Projektbeschreibung / Massnahmenplanung	26
6.1 Realisierte Sofortmassnahmen	26
6.2 Variantenstudium	26
6.2.1 Variante Gewässerraum (V1)	27
6.2.2 Variante Siedlungsbereich (V2)	28
6.2.3 Variante Hang (V3)	28
6.2.4 Variantenkombinationen	29
6.2.5 Variantenbewertung	30
6.2.6 Variantenvergleich	31
6.2.7 Bestvariante	32
6.3 Hydraulische Berechnungen	37
7 Kosten	38
7.1 Kostenvoranschlag ($\pm 10\%$)	38
7.2 Trägerin des Bauvorhabens	39

7.3	Risikokosten	39
7.4	Subventionen	39
7.5	Kostenteiler Abschnitt I und II	40
8	Bauablauf	42
8.1	Bauprogramm / Etappierung	42
8.2	Baustellenlogistik	42
8.2.1	Baustelleninstallation und Baupisten	42
8.2.2	Verkehrsführung	42
8.2.3	Materialbewirtschaftung	42
8.2.4	Auswirkungen auf Umwelt während des Baus	42
9	Auswirkungen Projekt / Massnahmen	43
9.1	Auswirkungen auf Nutzung	43
9.1.1	Richt- und Nutzungsplanung	43
9.1.2	Landerwerb	43
9.1.3	Siedlungsflächen	43
9.1.4	Verkehr / Fuss- und Wanderwege	43
9.1.5	Werkleitungen	43
9.2	Auswirkungen auf Heimat- und Ortsbildschutz	43
9.2.1	Kulturdenkmäler	43
9.2.2	Historische Verkehrswege	43
9.2.3	Geschützte Bäume und Hecken	44
9.3	Auswirkungen auf Natur und Landschaft	44
9.3.1	Flora und Fauna	44
9.3.2	Land-, Natur- und Waldgebiete	44
9.4	Auswirkungen auf Gewässerökologie und Fischerei	44
9.4.1	Gerinne- und Ökomorphologie	44
9.4.2	Quer- und Längsvernetzung	44
9.5	Auswirkungen auf Grundwasser und Landwirtschaft	45
9.5.1	Grundwasser	45
9.5.2	Landwirtschaftliche Nutzung	45
10	Betrieb und Unterhalt	47
10.1	Wasserbaupflicht	47
10.2	Gewässerunterhalt	47
10.3	Perimeter	47
10.4	Gewässerunterhalt am Dorf- und Mühlebach	48
10.5	Umgang mit Ufererosion	48
11	Verbleibende Gefahren und Risiken	49
12	Termine	51
13	Grundlagenverzeichnis	52

1 Zusammenfassung

1.1 Bedürfnisnachweis

Der Dorfbach durchquert über weite Strecken das Siedlungsgebiet von Münchenbuchsee. Im Chüerain mündet seitlich der Mühlebach in den Dorfbach. Historische Karten zeigen, dass beide Gewässer durch bauliche Massnahmen wie Umlegungen und Eindolungen stark verändert wurden. Zudem ist davon auszugehen, dass die diversen menschlichen Nutzungen in den Einzugsgebieten die Abflusscharakteristika dieser Gewässer massgeblich verändert haben.

Gemäss Beschreibungen vergangener Ereignisse, der Naturgefahrenkarte (Wassergefahren) und dem GEP ist die hydraulische Kapazität der Bachleitungen im Projektperimeter durchgehend oder teilweise ungenügend. Es kann an diversen Stellen im Siedlungsgebiet zu Aufstau und Ausuferungen kommen. Davon betroffen ist unter anderem die Siedlung Mühlebachweg. Hier wurden aus diesem Grund 2021 temporäre Sofortmassnahmen umgesetzt. Zudem ist die Kapazität der oberhalb der Siedlung Mühlebachweg bestehenden Meteorwasserleitungen auch andernorts abschnittsweise zu klein. Es besteht die Tendenz, dass sich die Problematik in der Zukunft verschärft (Versiegelung, Klimawandel etc.). Der dringend nötige Kapazitätsausbau der Meteorwasserleitungen darf allerdings erst umgesetzt werden, sobald die Bachoffenlegung unterhalb der Siedlung Mühlebachweg umgesetzt wurde.

Zusammengefasst besteht ein Schutzdefizit. Durch die Eindolungen ist zudem ein ökologisches Defizit vorhanden. Damit ist der Bedarf an wasserbaulichen Massnahmen gegeben.

1.2 Kurzbeschreibung Projekt

Der Projektperimeter der Offenlegung des Mühle- und Dorfbachs begrenzt sich auf die landwirtschaftlichen Parzellen 626 und 307. Die Ausdolung ist unmittelbar unterhalb des Durchlasses Hofwilstrasse bis zur Einmündung in den schon offengelegten Abschnitt Golfplatz vorgesehen.

Insgesamt wurden drei verschiedene Linienführungen für das zukünftige Gerinne untersucht. Variante 2, welche eine Linienführung dem natürlichen Talweg folgend vorsieht, erwies sich als Bestvariante. Der Vorteil dieser Variante ist, dass sie weniger bestehendes Landwirtschaftsland (FFF) benötigt und sich besser ins Landschaftsbild eingliedert. Die Linienführung verläuft mehrheitlich parallel zum westlichen Rand der beiden genannten Parzellen und hält die Beanspruchung von FFF somit auf einem Minimum.

Die zu treffenden Massnahmen für die Revitalisierung umfassen:

- > Revitalisierung Mühle- und Dorfbach auf ca. 380 m
- > Geringfügige Terrainanpassungen
- > Rückbau / Anpassung / Neubau mehrerer Schmutz- und Regenwasserleitungen und Schachtbauwerken
- > Erstellung Wellstahldurchlass unter Zubringerstrasse zu Regenbecken

- > Erstellung Amphibienstandort innerhalb des untersten Abschnitts kurz vor der Einmündung in den Golfpark

Das Projekt sieht für das Siedlungsgebiet ein Schutzziel HQ₁₀₀ und für das Landwirtschaftsland ein Schutzziel HQ₂₀ vor. Die Topographie wird so ausgebildet, dass im Überlastfall das Wasser innerhalb des zweiten und kritischeren Abschnitts (Parzelle 307) immer rechtsseitig über das Landwirtschaftsland entwässert. Somit kann der Schutz des linksseitigen Siedlungsgebietes auch im Überlastfall bestmöglich erfüllt werden.

Die Erstellungskosten der Revitalisierung des Dorf- und Mühlebachs belaufen sich auf rund CHF 1'120'000 - (± 10%).

Ziel ist es den Bewilligungsprozess im Jahr 2024 zu durchlaufen, damit ab 2025 mit dem Bau begonnen werden kann.

2 Anlass und Auftrag

2.1 Auftrag / Projektziele

Im Auftrag der Bauverwaltung der Gemeinde Münchenbuchsee wurde die Offenlegung und Revitalisierung des Dorf- und Mühlebachs (siehe Abbildung 1) erarbeitet. Die Verfahrensform ist die Wasserbaubewilligung [1].

Die "Sofortmassnahmen Mühlebach" wurden bereits ausgeführt und werden zwecks nachfolgenden Verweisen orientierend dargestellt (gelb). Zum vorliegenden Projekt gehört nur die Offenlegung innerhalb von Abschnitt I und II.

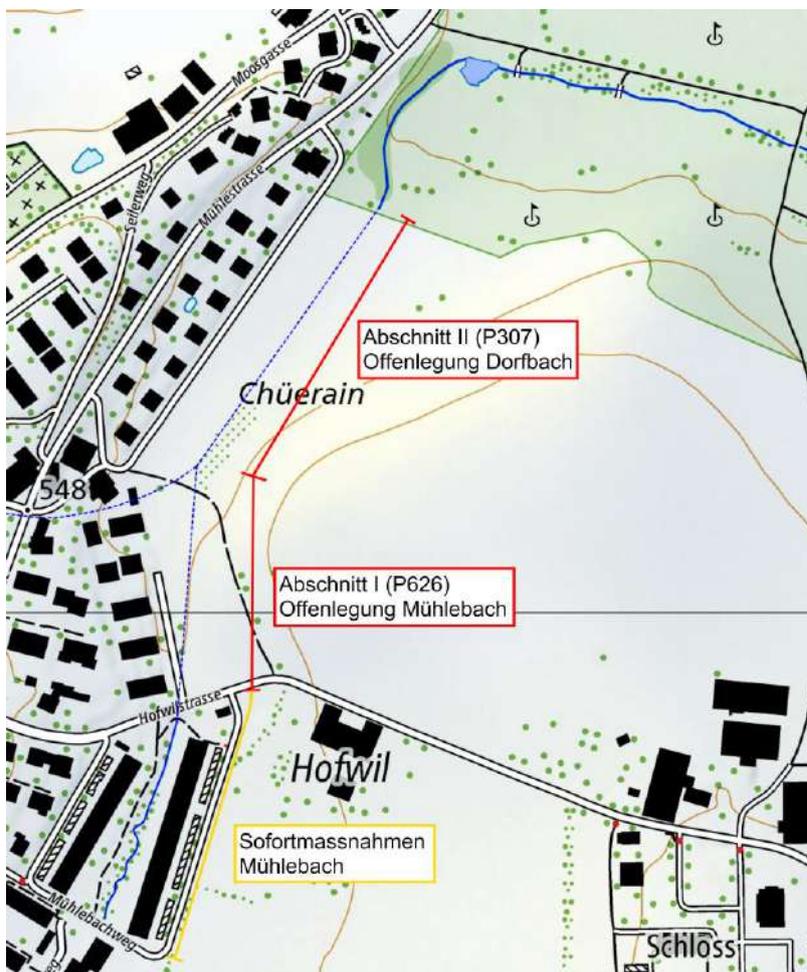


Abbildung 1 Projektperimeter "Offenlegung Dorf- und Mühlebach" (rot) und "Sofortmassnahmen Mühlebach" (gelb)

2.2 Projektorganisation

Auftraggeberin:	Gemeinde Münchenbuchsee	Alex Gilgen / H.U. Weber
Fachplaner:	Gruner Schweiz AG	Samuel Storz
Behörden:	OIK III Wasserbau	Jörg Bucher

2.3 Partizipation

Die unten aufgeführten Akteure werden periodisch in die Projektierung eingebunden. Kommunikationswege sind direkte Gespräche, Sitzungen, Informationsveranstaltungen und Informationsschreiben.

Die Partizipation im weiteren Projektverlauf erfolgt hauptsächlich im Rahmen der öffentlichen Auflage und mit dem Einholen der Amts- und Fachberichte im Rahmen der Vernehmlassung.

Akteur	Projektrelevanz		Einbindung über		
	Hoch	Mittel	Projektorganisation	Direkte Gespräche	Vernehmlassung
Gemeinde Münchenbuchsee	x		x	x	
Tiefbauamt, Oberingenieurkreis III Wasserbau	x		x	x	x
Amt für Landwirtschaft und Natur, Fischereiinspektorat	x		x	x	x
Amt für Landwirtschaft und Natur, Jagdinspektorat	x		x	x	x
Amt für Wasser und Abfall		x			x
Amt für Landwirtschaft und Natur, Naturförderung		x			x
Grundeigentümer, Landwirte		x		x	

3 Ausgangslage / Ist-Zustand

3.1 Historische Ereignisse

Der Ereigniskataster des Kantons Bern dokumentiert seit den 1960er Jahren systematisch Lawinen und seit den 1990er Jahren Hochwasser und Massenbewegungen. Bei der Gefahrenbeurteilung sind die Erfahrungen aus früheren Zeiten von grossem Nutzen. Abbildung 2 zeigt die im Projektperimeter erfassten Naturgefahrenereignisse gemäss [2]. Es handelt sich um Hochwasser aus den Jahren 1990 und 1931. Zusätzlich wird an dieser Stelle auf die detaillierte Dokumentation vergangener Hochwasser in [3] für das Einzugsgebiet der Urtene und das Starkregenereignis 2020 im Bereich der Mühlebachsiedlung [4] hingewiesen.

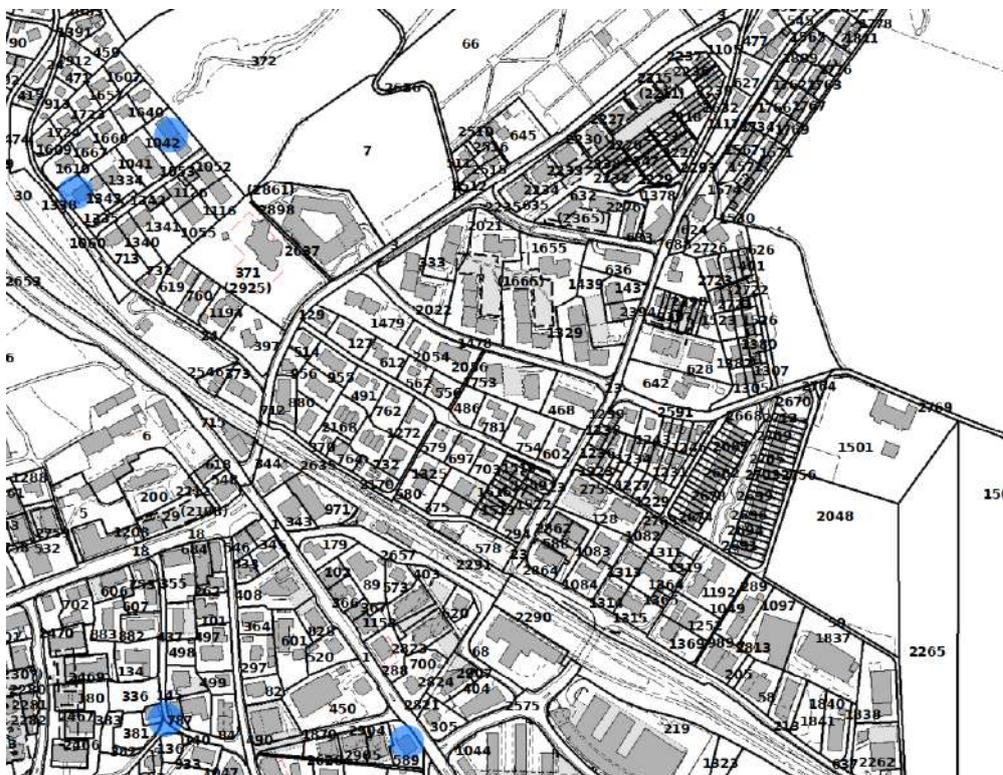


Abbildung 2 Auszug Ereigniskataster Geoportail Kanton Bern (blau = Überflutungen [2])

3.1.1 Bereits realisierte Sofortmassnahmen Mühlebachsiedlung

Aufgrund vergangener Starkregenereignissen hat sich gezeigt, dass die begrenzte Kapazität der bestehenden Leitungssysteme zu Schäden im Bereich der Mühlebachsiedlung führen kann. Dies wurde detailliert in [4] untersucht und diesbezügliche Sofortmassnahmen definiert. Letztere beinhalteten eine Dammschüttung im Bereich des Mühlebachwegs, um das anfallende Oberflächenwasser gezielt in das offengelegte Gerinne zu führen. Vor der Dammschüttung floss das Oberflächenwasser vom tiefsten Punkt der Strasse in die an die Mühlebachsiedlung angrenzende Geländemulde und

die Untergeschosse der Siedlung. Des Weiteren wurden die Mauern der vorgelagerten Terrassen der Mühlebachsiedlung mit Blechen provisorisch erhöht, um die Fliesskapazität im Gerinne zu erhöhen (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3 Provisorische Mauererhöhung im Bereich der Mühlebachsiedlung zwecks Gerinnekapazitätserhöhung (Gruner, August 2021).

3.2 Schwachstellen / zu realisierende Massnahmen Mühle- und Dorfbach

Innerhalb des Projektperimeters sind keine Schwachstellen zu verzeichnen. Durch die Offenlegung der beiden Fliessgewässer werden zusätzliche Kapazitäten und eine Beruhigung der aktuellen Lage bezüglich Leitungsrückstaus geschaffen.

3.3 Bestehende und zukünftige Nutzung

Der Dorfbach entspringt auf dem ehemaligen Gemeindegebiet von Diemerswil und verläuft quer durch das Siedlungsgebiet von Münchenbuchsee. Der Mühlebach hingegen entspringt aus den Zuleitungen der Siedlungsentwässerung und führt bei Trockenwetterabfluss das Wasser aus dem Quellgebiet nördlich der Anhöhe Üedeli ab.

Beide Gewässer verlaufen streckenweise eingedolt, bis sie zusammengeführt im Chüerain in den bereits offengelegten Abschnitt Golfpark münden.

Angrenzend an den Projektperimeter befinden sich gemäss Zonenplan der Gemeinde Münchenbuchsee [5] hauptsächlich Wohnzonen (siehe Abbildung 4). Die auszdolenden Leitungen befinden sich in der Landwirtschaftszone. Gemäss Geoportal handelt es sich dabei um anrechenbare Fruchtfolgeflächen (siehe Abbildung 5).

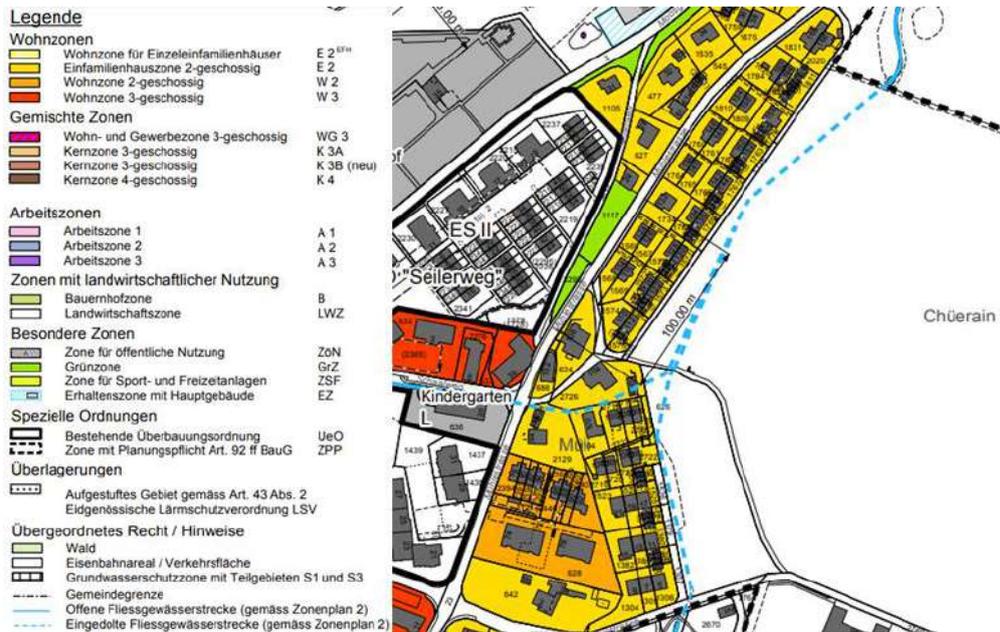


Abbildung 4 Ausschnitt Zonenplan Gemeinde Münchenbuchsee [5]

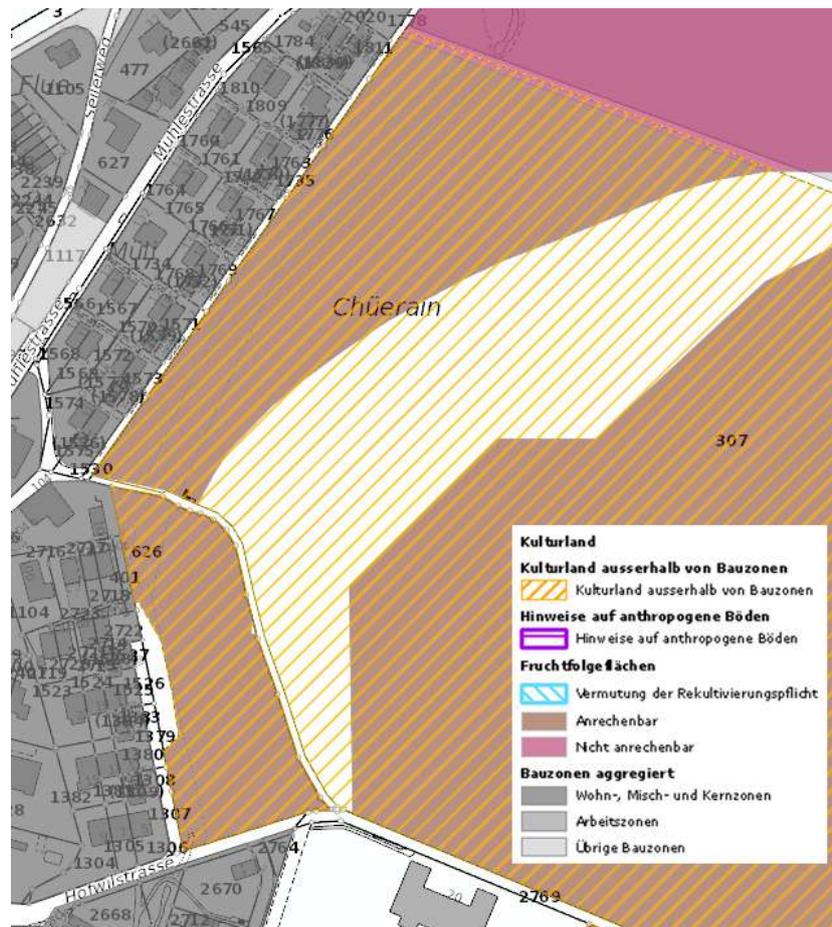


Abbildung 5 Ausschnitt Hinweiskarte Kulturland Geoportal Kanton Bern [2]

3.4 Charakteristik des Einzugsgebiets

Das Einzugsgebiet des Dorf- und Mühlebachs kann in drei Teileinzugsgebiete unterteilt werden (siehe Abbildung 6). Die Flächen E1 und E2 können dem oberen (natürliches Gerinne) und E3 dem unteren Abschnitt (künstliches Gerinne) zugeordnet werden.

Der obere Abschnitt I (E1, E2) ist geprägt von mehrheitlich Landwirtschaftsland und Waldflächen mit einem kleinen Siedlungsanteil. Die von der Landwirtschaft für Ackerbau und Weideland genutzte Flächen werden teilweise durch künstliche Entwässerungssysteme drainiert [6]. Der untere Abschnitt II (E3) ist hauptsächlich von Siedlungsflächen geprägt. Insgesamt umfasst das Gesamteinzugsgebiet eine Fläche von rund 5.7 km². Die Höhendifferenz zwischen dem höchsten Terrainpunkt (ca. 690 m ü.M.) und der Mündung des Dorfbachs in den Golfpark (ca. 530 m ü.M.) beträgt rund 150 m. Die vorherrschende Bodenbedeckung, auf das gesamte Einzugsgebiet betrachtet, kann grob mit 20 % bebauten Flächen, 60 % Landwirtschaftsland und 20 % Wald und naturnahe Flächen beschrieben werden. Die Grenze vom oberen zum unteren Abschnitt bildet der Übergang vom Bärenriedbach in den Dorfbach.

Innerhalb von Abschnitt 1 wird das anfallende Wasser über natürliche Wald- und Wiesengerinne abgeführt, während im Siedlungsgebiet in Abschnitt 2 hauptsächlich das künstliche Entwässerungsnetz zum Tragen kommt.

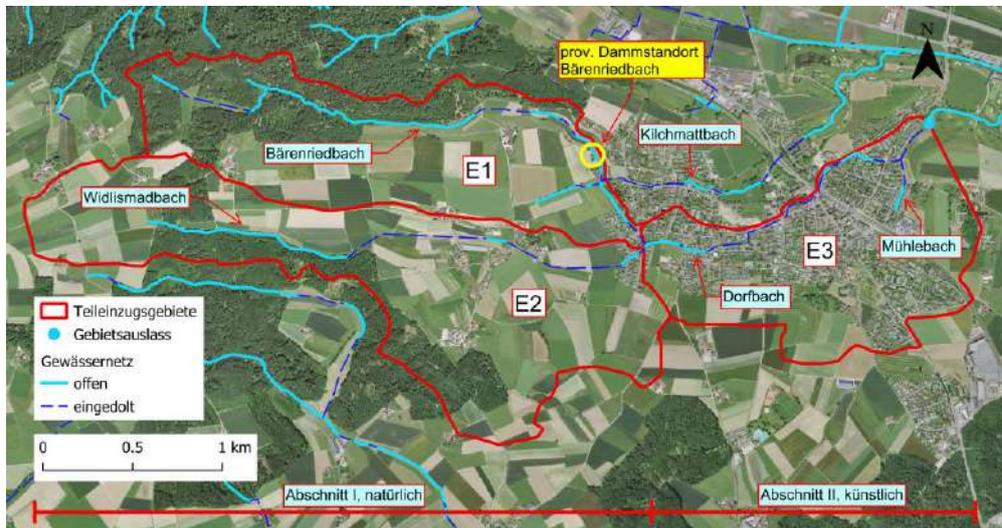


Abbildung 6 Einzugsgebiet Dorf- und Mühlebach, eingeteilt in drei Teileinzugsgebiete (Grundlage Teileinzugsgebiete 2 km² Swisstopo [7] und [2])

3.5 Hydrologische Verhältnisse

Die Gefahrenkarte der Gemeinde Münchenbuchsee weist für den Mühle- und Dorfbach im Chüerain keine Hochwasserabflüsse aus. Dementsprechend wurden die Hochwasserabflussspitzen selbst abgeschätzt. Dies geschah mit der Software HA-KESCH [8]. Die zahlreichen Inputparameter wurden mehrheitlich aus digitalen Geodaten und den aktuellen GEP Daten ([2], [9], [10], [11], [12]) hergeleitet.

Aufgrund der unterschiedlichen Reaktionszeiten der Teileinzugsgebiete (natürlich / künstlich) ist eine Überlagerung der Abflussspitzen eher unwahrscheinlich [3]. Trotzdem wurde eine grossflächige Berechnung mit sich überlagernden Hochwasserspitzen angenommen, um den Extremfall abzubilden.

Um den Anteil des Wassers, welches im Siedlungsgebiet über Mischabwasserleitungen separat abgeführt wird abzuschätzen, wurde über die einzelnen Teileinzugsgebiete des aktuellen GEP-Plans das Verhältnis der Misch- und Sauberwasserleitungen auf rund 0.5 geschätzt. Dies bedeutet, dass rund 50 % der im Siedlungsgebiet anfallenden Wassermengen nicht zum Gesamtabfluss im Bereich Chüerain gezählt werden können.

Zeitgleich zur Offenlegung des Dorf- und Mühlebachs wird auch der Ausbau des Bärenried- und Kilchmattbachs geplant. Im Ist-Zustand wird das Wasser, welches vom Bärenriedbach her kommt mittels eines Trennbauwerkes auf den Kilchmatt- und Dorfbach aufgeteilt (siehe Abbildung 6). Wie gross die Verhältnisse heute sind, ist nicht bekannt.

Die bisher erstellte Planung des Wasserbauplans Bärenried-/Kilchmattbach sieht ein neues Trennbauwerk oberhalb der Siedlung Hüslimoos vor, welches den Basisabfluss von 20 l/s in Richtung Dorfbach sicherstellt. Der Hochwasserabfluss wird dem Kilchmattbach zugeführt. Dementsprechend sind die aus Teileinzugsgebiet E1 zu erwartenden Wassermengen stark begrenzt. Diesem Umstand wurde in der Gesamtabstimmung der anfallenden Wassermengen ebenfalls Rechnung getragen. Insgesamt wurden drei Szenarien erstellt. Das Szenario "extrem" sieht keine Drosselung und Überlauf des Bärenriedbach in den Kilchmattbach vor, dementsprechend wird das gesamte Einzugsgebiet einberechnet. Das Szenario "moderat" berücksichtigt den geplanten Zufluss von 0.2 m³/s mit dem neuen Trennbauwerk, während das Szenario "leicht" den Beitrag von Teileinzugsgebiet E1 komplett aussen vorlässt. Aufgrund der unwahrscheinlichen Überlagerung der einzelnen Teileinzugsgebiete und deren Hochwasserspitzen, wurde für die Dimensionierung des neuen Dorfbachgerinnes nur die Teileinzugsgebiete E2 und E3 berücksichtigt und dementsprechend das Szenario "leicht" gewählt.

Die nachstehende Tabelle zeigt die mit dem Szenario "leicht" ermittelten Hochwasserabflussspitzen im Bereich des Gebietsauslasses (Golfpark) für die Jährlichkeiten HQ30, HQ100 und HQ300.

EZG und Fläche [km ²]	HQ30 [m ³ /s]	HQ100 [m ³ /s]	HQ300 [m ³ /s]
Dorf- und Mühlebach (E2 + E3 = 3.91)	3.45	6.25	8.75

Tabelle 1 Hochwasserabflussspitzen für den Gebietsauslass im Bereich Golfpark

Um die ermittelten Hochwasserabflüsse besser einordnen zu können, wurden ebenfalls die maximalen Leitungskapazitäten der beiden Zubringer (Dorf- und Mühlebach) ermittelt. Der Dorfbachleitung (DN 800) wurde eine maximale Abflussmenge von 3 m³/s zugeordnet [13]. Zusätzlich zu diesem Wert muss dem lokalen Oberflächenabfluss Rechnung getragen werden. Überschlagsmässig wird dieser auf rund 1 m³/s geschätzt (Annahmen: Teileinzugsgebietsgrösse 0.2 km², 100-jährliches Regenereignis 45 mm/h [9], Fliesszeit 10 min, Abflussbeiwert 0.4). Die maximalen Zuflüsse durch den Mühlebach wurden inklusive Oberflächenabfluss in [4] auf knapp 2.5 m³/s geschätzt. Demzufolge ergibt die Summe aller Teilwerte 6.5 m³/s im Bereich des Gebietsauslasses (Mündung in bestehenden Golfpark).

Die Gefahrenkarte von Münchenbuchsee weist für die Stelle Durchlass Kirchlindachstrasse einen HQ100 Wert von 3.6 m³/s aus. Danach verläuft der Dorfbach bis zum Chüerain mehrheitlich eingedolt. Ein Teil des Wassers tritt aufgrund der begrenzten Dorfbachleitungskapazität schon vor dem Durchlass Kirchlindachstrasse aus. Mit den gleichen Annahmen zum lokalen Oberflächenabfluss wie im vorherigen Abschnitt, ergibt dies wiederum eine ähnliche Gesamtabflussmenge im Bereich des Gebietsauslasses.

In [3] wurde im Rahmen einer hydrologischen Studie für die Urteue ebenfalls ein Hochwasserabflusswert für den Dorfbach (oberhalb Bahnlinie) bestimmt. Das hydrologische Modell geht von einem Abflusswert von 2.6 m³/s für ein HQ100 aus. Dieser Wert liegt unter dem von der Gefahrenkarte und im Rahmen dieser Studie ermittelten Wert. Die Differenz ist mit den in [3] definierten längeren Reaktionszeiten des Teileinzugsgebiets E2 zu erklären. Werden zusätzlich der Anteil des Mühlebachs und der Oberflächenabfluss des lokalen Teileinzugsgebiets des Dorfbachs addiert, ergibt sich ein mit den obigen Resultaten vergleichbarer Gesamtabfluss. Diese Werte stimmen somit mit der in Tabelle 1 berechneten Gesamtabflussmenge überein.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die ermittelten Abflussmengen dem eher unwahrscheinlichen Szenario einer Überlagerung der Abflussspitzen des künstlichen und natürlichen Einzugsgebiets unterliegen. Der berechnete HQ300 Wert wurde zudem nicht näher untersucht. Aufgrund der komplexen Abflussbedingungen innerhalb des Siedlungsgebiets, ist es fraglich, inwiefern sich der HQ100 vom HQ300 Wert unterscheidet. Zusammenfassend werden für die offenzulegenden Bachabschnitte nachfolgende Dimensionierungswassermengen definiert. Dabei wird mitberücksichtigt, dass die Abflussmenge für den Mühlebach aufgrund des zukünftig vorgesehenen Leitungsausbaus in Münchenbuchsee um 1 m³/s erhöht wurde.

Teilabschnitt	Schutzziel	Abfluss [m ³ /s]	Freibord HQ100 [m]
Abschnitt I, Mühlebach	HQ100 / 20	3.5 / 1.2	0.5 m
Abschnitt II, Dorfbach und Mühlebach	HQ100 / 20	7.2 / 3.0	0.5 m

Tabelle 2 Dimensionierungswassermengen für die Teilabschnitte Dorf- und Mühlebach

3.5.1 Freibord

Die Freibordberechnung für die Abschnitte I, II und den Wellstahldurchlass wurden nach KOHS [14] berechnet. Für die beiden Abschnitte I und II resultierten rechnerische Freiborde < 0.3 m. Für den Wellstahldurchlass (mit $f_t = 0.3$ m, entspricht Zusatz Treibgut unter Brücken) ergaben die Berechnungen ein Freibord von knapp 0.5 m.

Aufgrund potenzieller Biberaktivitäten wurde entschieden für den gesamten Perimeter ein Mindestfreibord von 0.5 m anzusetzen.

3.5.2 Nachtrag Niederschlagsmengen (HADES)

Es gilt zu erwähnen, dass zum Zeitpunkt der Dimensionierung die neuen HADES-Werte noch nicht publiziert waren und deshalb mit den alten Werten gerechnet wurde. Die neuen HADES-Werte weisen für das Gebiet Münchenbuchsee höhere Niederschlagswerte auf (60 min / a100: 45 mm_{alt}, 59 mm_{neu}). Da die Hochwasserabflüsse im vorliegenden Fall mehrheitlich durch die vorhandenen Rohrkapazitäten limitiert sind, kann auf eine erneute Berechnung verzichtet werden.

Sollten zukünftig die Zuleitungskapazitäten weiter ausgebaut werden, könnte die Hochwassersicherheit mit marginalen Terrainanpassungen weiterhin gewährleistet werden. Innerhalb des 2. Abschnitts wird die Böschungsoberkante orographisch links jeweils höher ausgestaltet als die rechte Böschungsoberkante. Dementsprechend entwässert das Wasser immer zuerst über die rechte Seite Richtung Golfpark.

Zum Schluss gilt es zu erwähnen, dass das allgemeine Freibord mit 0.5 m mehrheitlich höher angesetzt wurde als dies durch das minimale Freibord nach KOHS vorgeschlagen wird.

3.6 Mögliche Gefahrenarten

Im Projektperimeter wird von folgenden Wassergefahren ausgegangen. Die massgeblichen Prozesse sind mit einem x gekennzeichnet.

Mühlebach	Überschwemmung und Übersarung	Ufer- und Sohlenerosion	Schwemmholz
Projektperimeter	x	x	

Hinweis: Die Angaben gelten auch für den Dorfbach im zukünftig ausgedolten Zustand.

3.7 Gefährdungssituation

Die aktuelle Gefahrenkarte der Gemeinde Münchenbuchsee weist zurzeit nur im Bereich des zurzeit eingedolten Dorfbachs Überschwemmungsflächen (Ü1) aus. Die Wassergefahren vom Mühlebach ausgehend werden noch nicht abgebildet (siehe Abbildung 7). Eine Schutzzielverletzung im Bereich der Mühlebachsiedlung konnte nicht festgestellt werden.

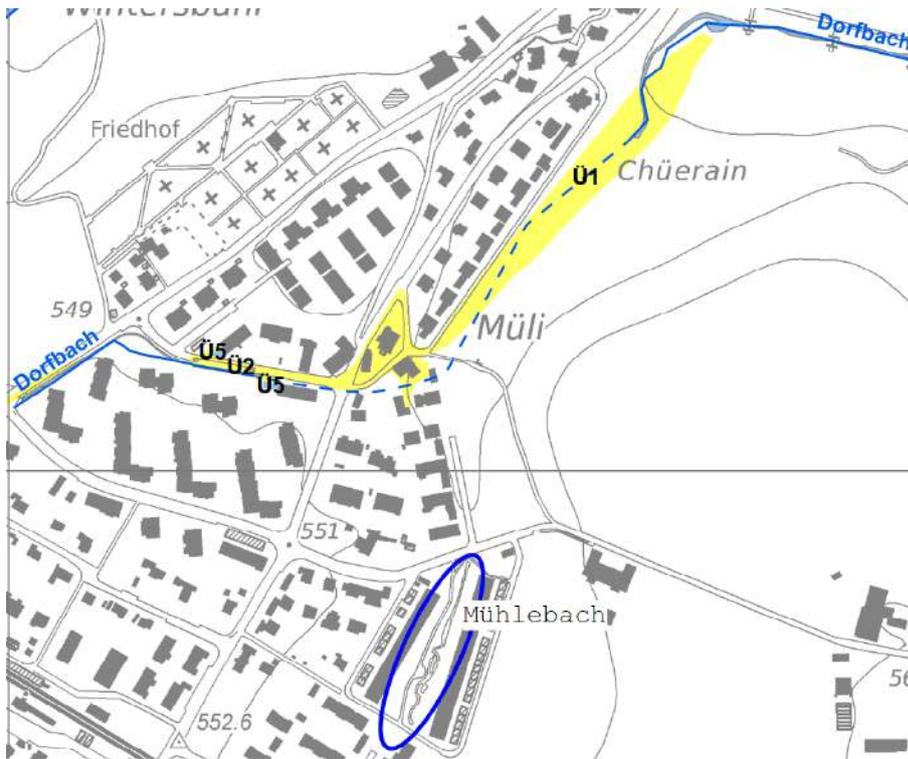


Abbildung 7 Auszug Naturgefahrenkarte (synoptisch) innerhalb Projektperimeter [15]

3.8 Ökomorphologischer Zustand

Der ökomorphologische Zustand des Mühle- und Dorfbachs innerhalb des Projektabschnitts reicht von wenig beeinträchtigt (offengelegter Abschnitt Mühlebach) bis hauptsächlich eingedolt [2] und weist dementsprechend ein grosses Aufwertungspotenzial auf (siehe Abbildungen 9-12).

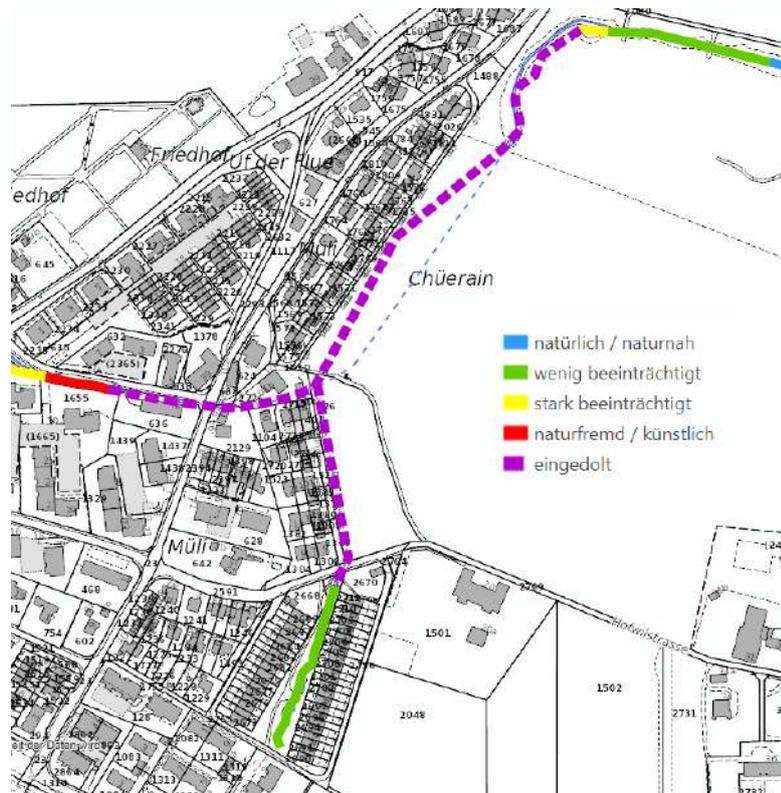


Abbildung 8 Ökomorphologie des Dorf- und Mühlebachs [2]



Abbildung 9 Mühlebach, Blick in Fließrichtung mit rechtsseitiger Mühlebachsiedlung (Gruner, November 2020, vor Realisierung Sofortmassnahmen)



Abbildung 10 Eingedolter Mühlebach (Parzelle 626), Blick in Richtung Regenbecken mit linkseitiger Siedlung Hofwilstrasse (Gruner, März 2021)



Abbildung 11 Eingedolter Dorfbach im Chüerain (Parzelle 307), Blick in Richtung Auslass Golfpark mit linkseitiger Mühlestrasse (Gruner, März 2021)

3.9 Gewässerraum

Die Gewässerräume wurden für die Gemeinde Münchenbuchsee im Jahr 2019 neu ausgedehnt [16]. Im Bereich des Dorf- und Mühlebachs wird den Gewässern eine Breite von 12 m zugeschrieben. Im Rahmen einer Neuausscheidung der hier vorgeschlagenen Varianten wird innerhalb des Projektperimeters neu die Biodiversitätsbreite von 14 m vorgeschlagen. Mit diesem Vorgehen kann ein ökologischer Mehrwert geschaffen werden (Vernetzung und Förderung Artenvielfalt).

Grundsätzlich sind im Gewässerraum nur standortgebundene und im öffentlichen Interesse liegende Bauten und Anlagen unter gewissen Umständen (z.B. Fuss- und Wanderwege oder Brücken) zulässig. Der Gewässerraum darf nur extensiv genutzt werden.

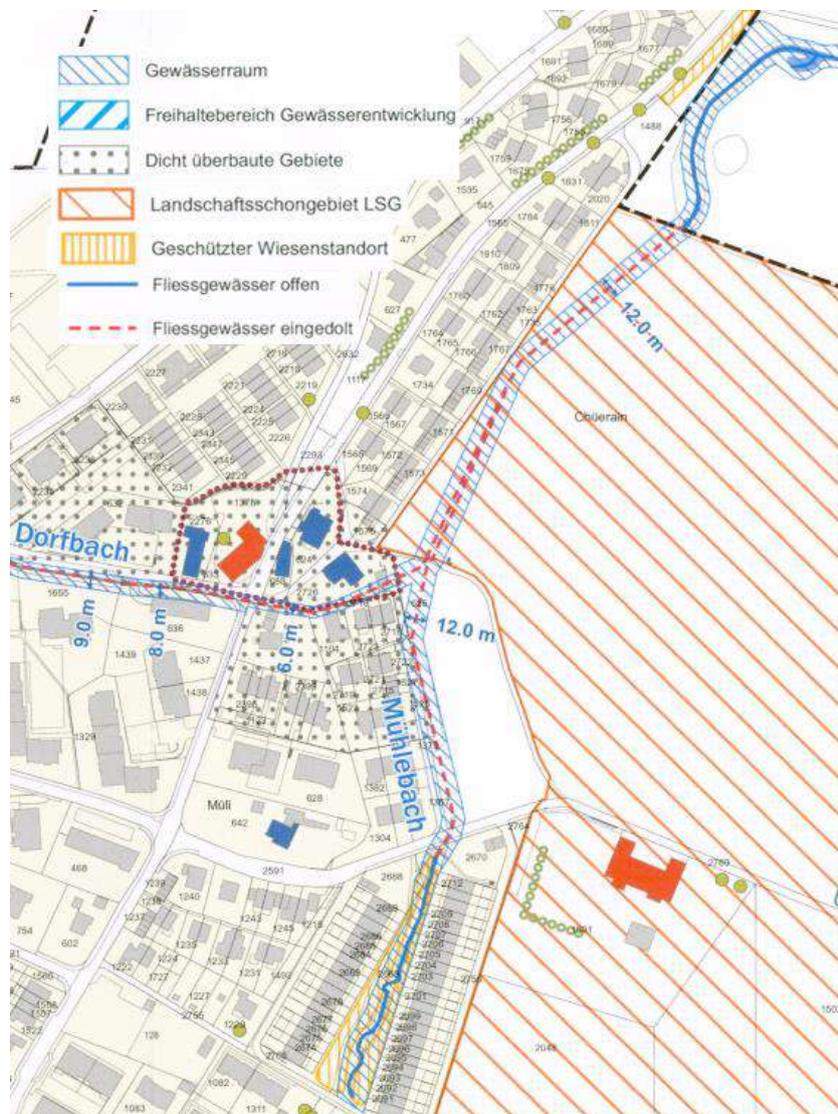


Abbildung 12 Auszug ausgedehnter Gewässerraum 2019 [16]

3.10 Projekte Dritter

Zeitgleich zur Erarbeitung des vorliegenden Projektes für den Dorf- und Mühlebach wird für den Bärenried- und Kilchmattbach durch das Ingenieurbüro B+S ein Wasserbauplan erarbeitet. Dieser beinhaltet nebst dem neuen Trennbauwerk, welches das Wasser der anfallenden Wassermassen auf den Kilchmatt- und Dorfbach aufteilt auch ein Rückhaltebauwerk für den Bärenriedbach. Die Dimensionierungswassermengen für den Dorf- und Mühlebach wurden entsprechend den Vorgaben des Drittprojektes ermittelt.



Abbildung 13 Möglicher Rückhaltestandort (Variante 3) gemäss Machbarkeitsstudie Kissling + Zbinden [17] im Bereich Bärenriedweg 15.

Des Weiteren wird zeitgleich im Rahmen eines separaten Projektes angedacht den Dorfbach oberhalb der Bahngleise im Bereich der Oberdorfstrasse in den Kilchmattbach zu leiten. Dies hätte erhöhte bauliche Massnahmen und Bewilligungen zur Folge. Die tatsächliche Umsetzung des Projektes ist zum heutigen Standpunkt fraglich. Die damit reduzierten Wassermengen in der heutigen Dorfbachleitung würden das Gesamtkonzept der vorliegenden Planung nicht massgeblich verändern.

4 Projektannahmen und Ziele

4.1 Schutzziele

Die Schutzziele werden gemäss der Risikostrategie des Kantons Bern festgelegt und wurden am 11.08.2022 mit den Verantwortlichen des Kantons und der Gemeinde Münchenbuchsee definiert.

Siedlungsgebiet: HQ₁₀₀ generelles Schutzziel gegenüber Ausuferungen

Landwirtschaftsland: HQ₂₀ Schutzziel gegenüber Erosionsprozessen

Das vorgeschlagene Schutzziel HQ₁₀₀ entspricht der gängigen Praxis für Siedlungsgebiete in der Schweiz.

4.2 Ökologische Entwicklungsziele

Durch die projektierte Gewässeroffenlegung wird ein grosser ökologischer Mehrwert und eine terrestrische und aquatische Längs- und Quervernetzung der Gewässerlebensräume ab der Urtene bis zur Mühlebachsiedlung erreicht.

Die Ökologie im und am revitalisierten Bachabschnitt wird durch das Projekt durch eine durchgehende Kiessohle mit Tiefen- und Breitenvariabilität, vielfältige Abflussverhältnisse, variable flache Böschungen, standorttypische Bepflanzung und Beschattung verbessert.

Die Beschattung hat gemäss ANF eine wichtige Funktion als Libellenstandort.

Das Gerinne wird zusätzlich mit Faschinen ausgestattet, um den aquatischen Lebewesen ein Habitat zu bieten. In den Böschungen werden Steinlinsen zur Verbesserung der Habitate von z.B. Eidechsen erstellt.

Die beiden Wellstahldurchlässe (bestehender Durchlass Mühlebachsiedlung und neuer Durchlass auf Parzelle 626 und 307) werden beide mit Kleintierbanketten ausgerüstet, was die Längsvernetzung verbessert.

In Kombination mit den vorgesehenen Terrainmodellierungen Zwecks Hochwasserschutz (flache Böschungen, um Biberaktivitäten zu unterbinden) und dem Ziel ein möglichst natürliches Gerinne (ökologische Vielfalt, natürliche Fließdynamik) zu erschaffen, wurde an der Sitzung vom 14.12.2023 mit den Vertretern der Gemeinde und des Kantons entschieden die Gewässerraumbreite auf 14 m zu erhöhen (Biodiversitätsbreite). Nur so kann die Berücksichtigung aller oben genannten Punkte gewährleistet werden. Dies hat jedoch zur Folge, dass im Vergleich zur minimalen Gewässerraumbreite von 11 m ein leicht erhöhter Bedarf an Kulturland und Fruchtfolgeflächen (FFF) entsteht.

Des Weiteren wird im untersten Abschnitt, angrenzend an das Golfparkareal ein Amphibienweiher errichtet.

5 Schadenpotenzial / Risikoanalyse

Die Offenlegung der Fliessgewässer kann im Rahmen eines Revitalisierungsprojekts umgesetzt werden. Eine Schadenpotentialanalyse mittels "EconoMe" ist aus diesem Grund nicht notwendig.

Vergangene Starkregenereignisse haben aufgezeigt, dass ohne weitere Massnahmen durch Rückstau aus den Leitungen erhöhte Sachschäden oberhalb der offenzulegenden Fliessgerinne entstehen können. Mit der Revitalisierung wird nicht nur eine ökologische Aufwertung erzielt, sondern es werden auch bestehende Hochwasserdefizite beseitigt.

zeigt eine Übersicht der untersuchten Linienverläufe. Die Querung der Zubringerstrasse zum Regenbecken erfolgt in allen drei Varianten mittels einem Wellstahldurchlass.

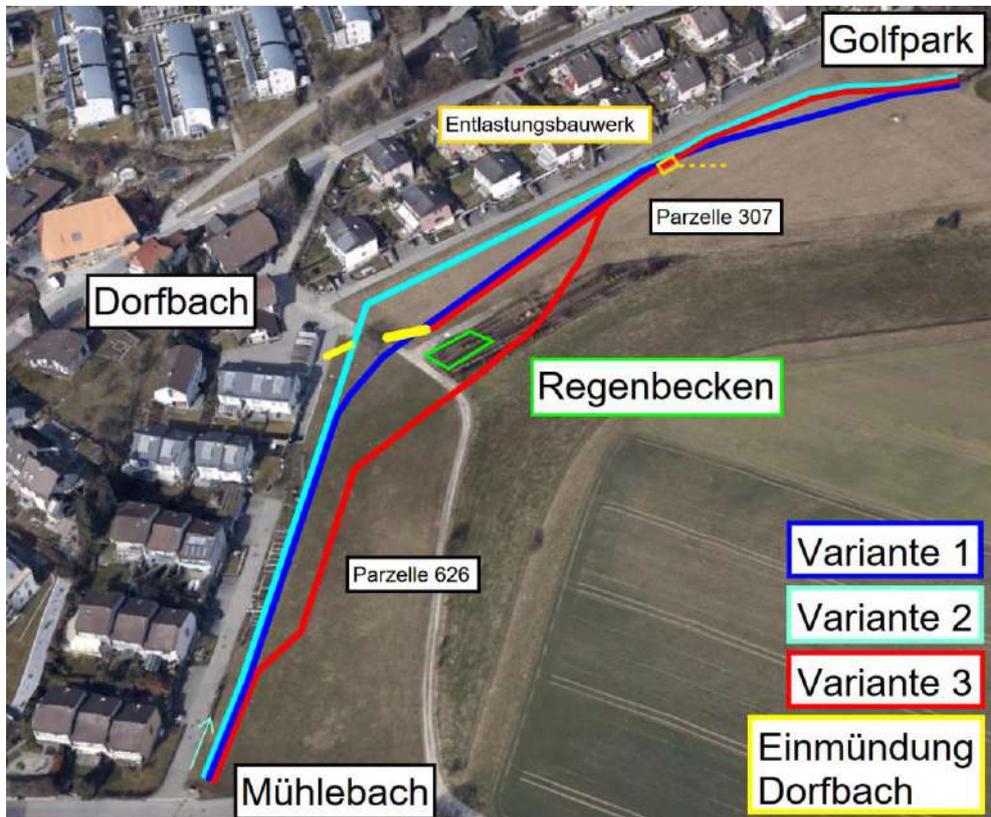


Abbildung 15 Übersicht Varianten Ausdolung Dorf- und Mühlebach

6.2.1 Variante Gewässerraum (V1)

Die Variante 1 sieht die Linienführung entsprechend dem zurzeit ausgeschiedenen Gewässerraum vor. Die Zusammenführung Dorf- und Mühlebach erfolgt unterhalb der unbefestigten Strasse zum Regenbecken auf Parzelle 307. Um den Dorfbach in den offengelegten Mühlebach einleiten zu können, muss dieser zuerst auf Parzelle 626 neu gefasst und parallel zum offengelegten Mühlebach mit einem veränderten Gefälle unter der unbefestigten Zubringerstrasse geführt werden. Die direkte Einmündung mit der bestehenden Leitung ist aufgrund der zu tiefen Lage der Dorfbachleitung nicht möglich. Um die bestehende SAW-Leitung ohne Pumpenlösung queren zu können, wird die bestehende SAW-Leitung höhergelegt und der Weg sowie die SAW-Leitung mittels Wellstahldurchlass werden unterquert. Nach erfolgter Zusammenführung der beiden Gerinne verläuft die Linienführung über das bestehende Entlastungsbauwerk zur Golfparkanlage. Das Entlastungsbauwerk wird zurückgebaut.

Massnahmen V1

- > Offenlegung Mühlebach und Dorfbach ca. 380 m
- > Fassung Dorfbach- und Regenwasserleitung, neu unter Zubringerstrasse durchführen, um diese auf Parzelle 307 in den Mühlebach einzuleiten
- > Schmutzwasserleitung Zubringerstrasse Regenbecken höher setzen
- > Wellstahldurchlass Zubringerweg Regenbecken
- > Rückbau Entlastungsbauwerk auf Parzelle 307

6.2.2 Variante Siedlungsbereich (V2)

Variante 2 sieht die Linienführung dem Siedlungsbereich und natürlichen Talweg folgend vor. Die Zusammenführung des Mühle- und Dorfbachs geschieht ohne weiteres Zutun auf Parzelle 626. Die Unterquerung der SAW-Leitung erfolgt gemäss gleichem Prinzip wie in Variante 1. Die Linienführung auf Parzelle 307 verläuft wiederum über das bestehende Entlastungsbauwerk zur Golfparkanlage, allerdings nun angrenzend zur Mühlestrasse dem Talweg folgend.

Massnahmen V2

- > Offenlegung Mühlebach und Dorfbach ca. 380 m
- > Wellstahldurchlass Zubringerweg Regenbecken
- > Fassung Dorfbach- und Regenwasserleitung innerhalb Parzelle 626. Einleitung oberhalb des Wellstahldurchlasses
- > Schmutzwasserleitung Zubringerstrasse Regenbecken höher setzen
- > Rückbau bestehendes Entlastungsbauwerk auf Parzelle 307

6.2.3 Variante Hang (V3)

Die Variante 3 verläuft anfänglich nicht entlang der Häuserreihe von Parzelle 626, sondern quert die Mischwasserleitung, um über die Zubringerstrasse östlich am Regenbecken vorbeizuziehen. Dies ermöglicht das Umgehen des Leitungskonflikts auf Parzelle 626 (höherzulegende Schmutzwasserleitung, tiefliegende Dorfbach- und Drainageleitungen), hat jedoch zur Folge, dass das offengelegte Gerinne streckenweise in den orographisch rechtsseitigen Hang verbaut werden muss und nicht dem natürlichen Talweg folgt. Auf Parzelle 307 führt die Linienführung weiter über das bestehende Entlastungsbauwerk bis zur Einmündung in den Golfpark. Aufgrund der zusätzlichen Querung eines Landwirtschaftswegs auf Parzelle 307 erfordert diese Variante einen zusätzlichen Wellstahldurchlass bewerkstelligt werden. Zudem wird zwischen dem Entlastungsbauwerk und dem zweiten Wellstahldurchlass eine Regenabwasserleitung gequert, welche tiefer gelegt werden muss.

Der Dorfbach wird kurz nach dem Zubringerweg zum Regenbecken auf Parzelle 307 offengelegt und mündet im Bereich des Entlastungsbauwerks in den Mühlebach.

Massnahmen V3

- > Offenlegung Mühlebach und Dorfbach ca. 450 m, teilweise 2 Gerinne
- > Wellstahldurchlass Zubringerweg Regenbecken
- > Dorfbach- und Mühlebachleitung zusammen kurz nach Zubringerstrasse Regenbecken (Parzelle 307) als Dorfbachgerinne offenlegen
- > Wellstahldurchlass Landwirtschaftsweg Parzelle 307
- > Tieferlegung Regenabwasserleitung
- > Zusammenführung Dorf- und Mühlebach
- > Rückbau Entlastungsbauwerk

6.2.4 Variantenkombinationen

Auch eine Variantenkombination der oben vorgestellten Varianten kann umgesetzt werden. Variante 3 könnte z.B. mit Variante 2 kombiniert werden, indem der Dorfbach nicht in der Parzellenmitte, sondern entlang der Siedlungen bis zum Entlastungsbauwerk parallel zum Mühlebach offengelegt wird. Eine andere Möglichkeit ist es, den Dorfbach erst im Bereich des Entlastungsbauwerks offenzulegen. Dies würde den Spielraum für Drittprojekte (zukünftige Offenlegungen des Dorfbachs) etwas erhöhen. Diese Zusatzvarianten wurden nicht weiter untersucht.

6.2.5 Variantenbewertung

Im Folgenden werden die Varianten V1 bis V3 einander gegenübergestellt und verglichen. Die Bewertung der einzelnen Kriterien erfolgt qualitativ und fünfstufig mit folgendem Bewertungsschlüssel:

- (++) positive Auswirkungen
- (+) leicht positive Auswirkungen
- (+/-) keine Auswirkungen
- (-) leicht negative Auswirkungen
- (--) negative Auswirkungen

Kriterium	Variante 1 Gewässerraum	Variante 2 Siedlungsbereich	Variante 3 Hang
Mehrwert Ökologie (Gewichtung x 2)	+	+	++ Auf Parzelle 307 streckenweise sogar zwei ausgedolte Gerinne
Mehrwert Erholung	+	++ Bach direkt ab Siedlung erlebbar, längs best. Wegenetz	+
Eingliederung Landschaft	+ Folgt mehrheitlich natürlichem Talweg	++ Folgt natürlichem Talweg	+/- Verläuft zeitweise in Hang, wirkt unnatürlich
Landbedarf - Verlust von Fruchtfolgeflächen (FFF) / Akzeptanz vor Ort	+ Beansprucht etwas mehr Land als V2	++ Beansprucht minimale Landfläche, verschneidet Parzellen weniger, geringster Verlust an FFF!	+/- Beansprucht aufgrund diagonalen Linienführung über beide Parzellen am meisten Land – streckenweise sogar zwei ausgedolte Gerinne
Erstellungskosten (Gewichtung x 2)	+/- Vergleichbar mit V2	+/- Vergleichbar mit V1	- 2 Wellstahldurchlässe, mehr Erdarbeiten und Bachgestaltungslänge
Bilanz	5	8	3

6.2.6 Variantenvergleich

In der Variantenbewertung liegt die Variante 2 an erster Stelle.

Während die Linienführung von Variante 2 hauptsächlich entlang der Häuserreihen verläuft, beansprucht Variante 1 mit der Führung in Parzellenmitte im Bereich der Zubringerstrasse zum Regenbecken etwas mehr Land. Variante 3 beansprucht mit ihrer diagonalen Linienführung über die beiden Parzellen 626 und 307 und der streckenweise separaten Offenlegung von Mühle- und Dorfbach bedeutend mehr Landwirtschaftsland. Die Erstellungskosten werden mit dem zweiten Wellstahldurchlass und den grösseren Erdbauarbeiten in Variante 3 höher als bei Variante 1 und 2. Die Baukomplexität wird jedoch für alle Varianten gleich eingeschätzt.

Aus ökologischer Sicht wird Variante 3 aufgrund der etwas längeren ausgedolten Strecke am besten bewertet. Variante 1 und 2 liegen gleich auf.

Der Erholungsfaktor kann bei allen drei Varianten positiv bewertet werden. Alle drei Varianten bieten die Möglichkeit, zusätzliche Begegnungszonen und z.B. "Spielraum" für Kinder einzurichten. Die Variante 2 ist dem best. Wegnetz folgend aus der Siedlung leicht besser erlebbar.

Die Eingliederung in die Landschaft scheint bei Variante 3 am wenigsten gegeben zu sein. Die Bachführung in Hanglage erfordert die grössten Eingriffe in die natürliche Topographie. Variante 1 und 2 folgen mehrheitlich dem Talweg und gliedern sich somit gut in die bestehende Landschaft ein. Aufgrund der gegebenen Höhenverhältnisse durch das bestehende Leitungsnetz, ist in allen drei Varianten auf dem letzten Abschnitt auf Parzelle 307 die Linienführung mit einer leichten Terrainanpassung der linksseitigen Böschungen notwendig. Nur so kann das Hochwasserschutzziel eingehalten werden.

Bezüglich der Akzeptanz in der Bevölkerung wird davon ausgegangen, dass der geringere Landverbrauch von Varianten 1 und 2 höher gewichtet wird als die längere Ausdolungsstrecke von Variante 3. Zudem könnte die mit Variante 2 gewählte Linienführung mit ihrem Verlauf entlang der Häuserreihen auf zusätzliches Interesse stossen ("Wohnen am Fliessgewässer").

Mit Variante 2 kann das bestehende Kulturland (inkl. Fruchtfolgeflächen) am besten bewahrt werden. Die Varianten 1 und 3 würden deutlich mehr wertvolle Fruchtfolgeflächen beanspruchen und hätten eine Kompensationspflicht zur Folge.

Aus Sicht des Hochwasserschutzes gibt es keine Unterschiede zwischen den Varianten. Alle Varianten erfüllen die unter Punkt 4.1 definierten Schutzziele.

Mit dem Bewirtschafter der Parzelle 626 wurde die zurzeit vorherrschende Vernässung im Feld angesprochen. Diese könnte allenfalls mit der Linienführung von Variante 3 weiter gefördert werden, während die Varianten 1 und 2 die Situation womöglich verbessern.

Aufgrund der oben genannten Kriterien (insbesondere aufgrund der reduzierten Beanspruchung von FFF) und deren Bewertung gemäss 6.2.5 wird Variante 2 als Bestvariante im Rahmen des Bauprojekts detailliert erarbeitet.

6.2.7 Bestvariante

Die Bestvariante (Variante 2) sieht vor den Bachverlauf gänzlich dem Talweg folgend zu erstellen (siehe Abbildung 16).

Der erste Abschnitt (Parzelle 262) verläuft mit einem Gefälle von 1.9 – 2.75 % etwas steiler und mit grösseren Einschnitten in die Umgebung als der zweite Abschnitt. Auf dem zweiten Abschnitt (Parzelle 307) verläuft das zukünftige Gerinne grösstenteils mit 0.85 – 1.9 % flacher. Der Einschnitt ins Terrain ist gering (siehe Abbildung 17). Zum Schluss, bevor das zukünftige Gerinne in den Golfpark mündet, steigt das Gefälle nochmals auf rund 5.5 % an.

Um das Siedlungsgebiet gegen ein 100-jährliches Hochwasser zu schützen, wird das bestehende Terrain linksseitig geringfügig angehoben, so, dass ein minimales Freibord von 50 cm zu jeder Zeit gewährleistet werden kann.

Bei der Begrünung wird darauf geachtet, dass heimische und standortgerechte Pflanzen gepflanzt werden (siehe Abbildung 18). Innerhalb des gesamten Perimeters soll eine Beschattung von mindestens 50 % erreicht werden, dies nicht nur mit Heckengruppen und Sträuchern sondern auch mit Hochstämmern (z.B. Ahorn, Kopfweide, Eiche, etc.). Das Beschattungskonzept wurde mit der Abteilung Naturförderung (ANF) im Rahmen der Erarbeitung des Ausführungsprojektes besprochen.

Der Wellstahldurchlass, welcher die Verbindung von Parzelle 626 zu 307 darstellt, wird nach Absprache mit der Biberfachstelle von info fauna [18] breiter als hydraulisch notwendig gestaltet. Dies reduziert das Risiko eines Einstaus durch Biberaktivitäten. Des Weiteren werden die linksseitigen Böschungen nicht steiler als 1:5 ausgestaltet, um das Graben des Bibers mit möglichen Folgeschäden zu reduzieren.

Im untersten Abschnitt, kurz vor der Einmündung in den bereits ausgedolten Golfpark, wird auf der freistehenden Fläche zwischen Bachgerinne und Quartierstrasse ein mit Bachwasser gespiesener Amphibienweiher entstehen. Mit einem manuell gesteuerten Zu- und Ablauf kann garantiert werden, dass der Weiher periodisch austrocknet. Die Zuleitung erfolgt über ein Rohr (geschützt mit Fischgitter) und die Ableitung über einen offenen Kanal. Die Gestaltung des Amphibienstandorts (siehe Abbildung 19) erfolgte in enger Zusammenarbeit mit kantonalen Fachstellen.

Entlang dem zukünftigen Gerinne ist innerhalb des ganzen Perimeters orographisch rechts ein unbefestigter Wanderweg vorgesehen. Die Planung dessen erfolgt im Rahmen eines Drittprojektes (siehe Abbildung 20).

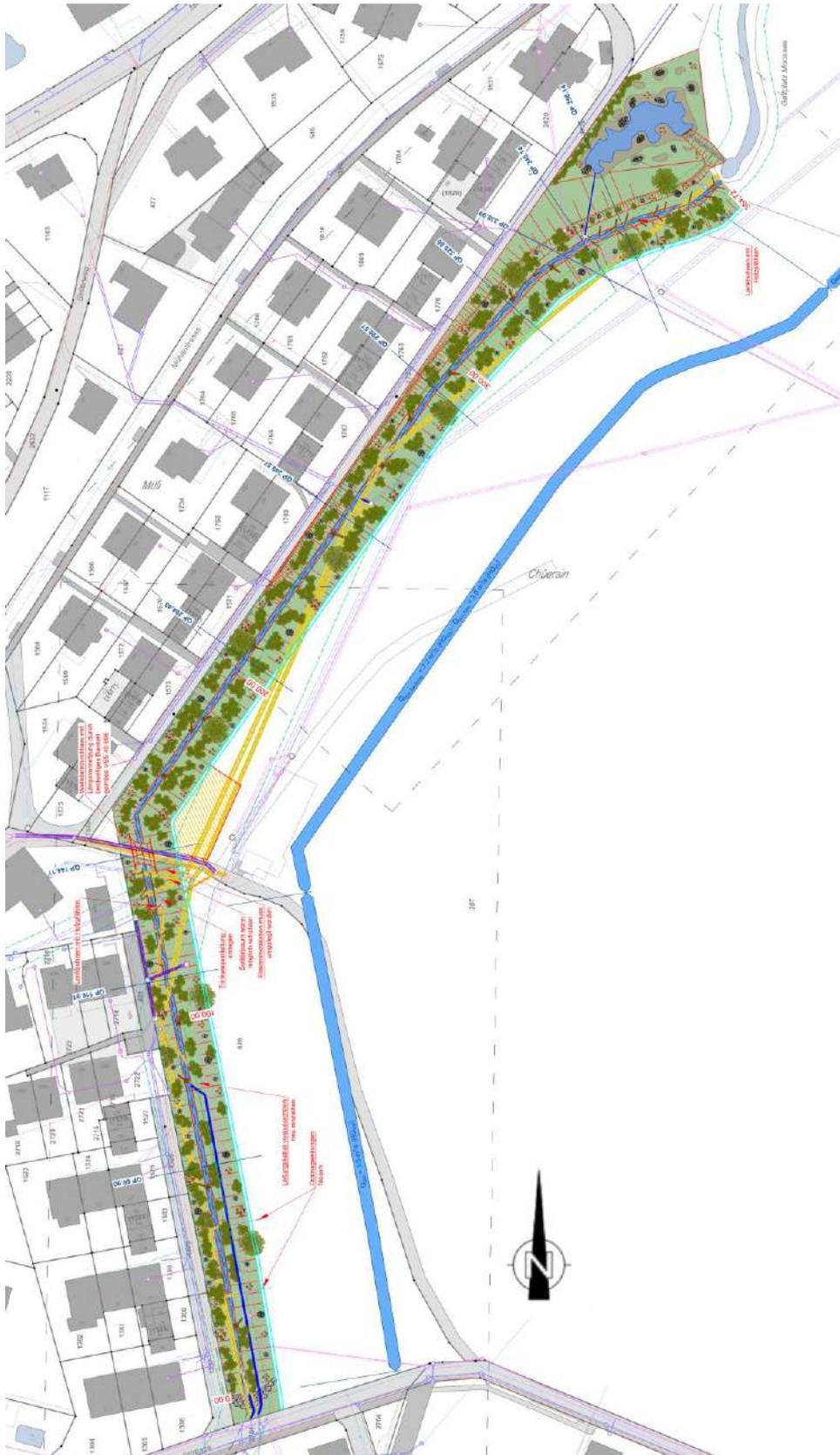


Abbildung 16 Übersicht Situation Revitalisierung Dorf- und Mühlebach [19]

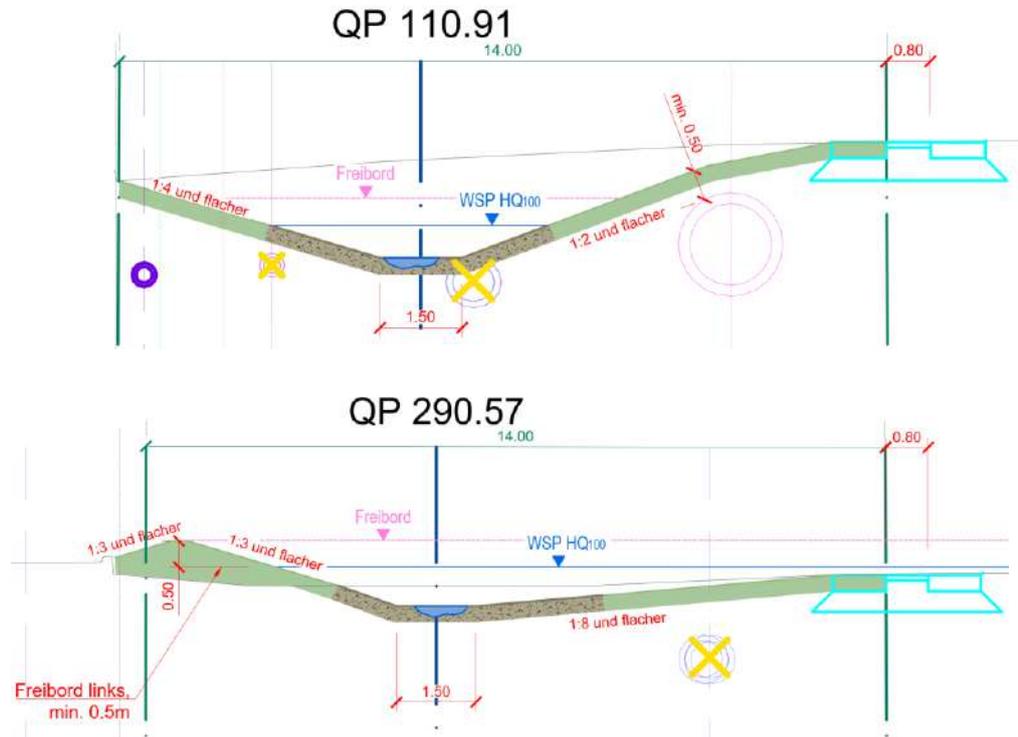


Abbildung 17 Oben: Beispielhafter Querschnitt Abschnitt 1 (Parzelle 626), tiefere Einschnitte und steilere Böschungen [19]
 Unten: Beispielhafter Querschnitt Abschnitt 2 (Parzelle 307), Verlauf nahe am bestehenden Terrain mit flachen Böschungen [19]

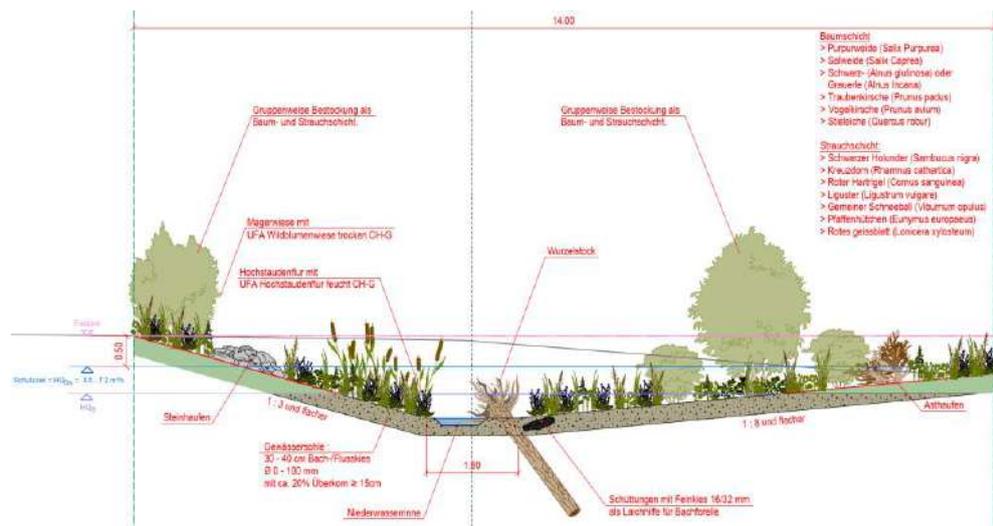


Abbildung 18 Normalprofil Dorfbach [19]



Abbildung 19 Ausschnitt Abschnitt II, Ausbildung Amphibienstandort [19]

Normalprofil 1 1 : 50

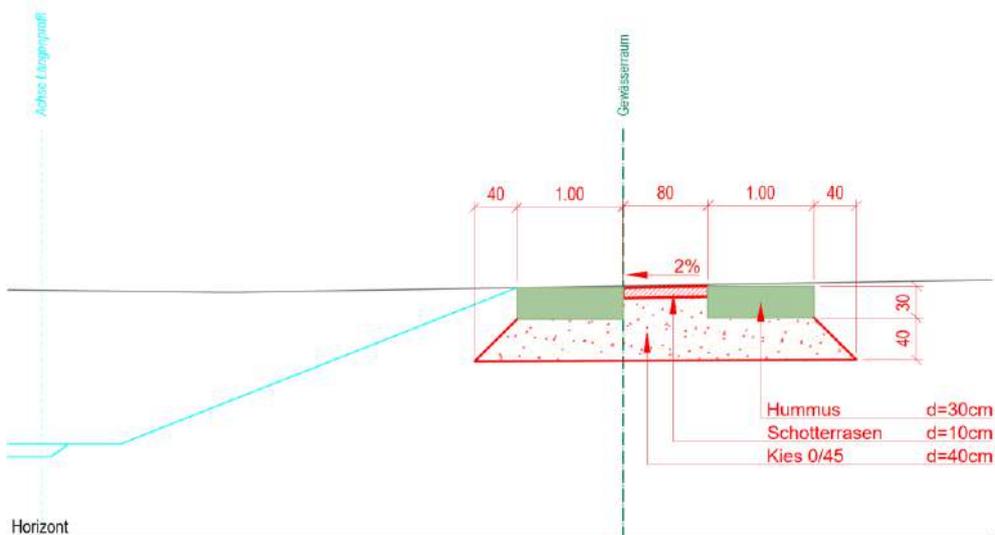


Abbildung 20 Normalprofil Wanderweg (Drittprojekt) mit begrünter Kofferrung zwecks Unterhaltsarbeiten [19]

6.3 Hydraulische Berechnungen

Die Wasserspiegelberechnungen für ein 100-jährliches Hochwasser (HQ₁₀₀) erfolgte mittels Normalabfluss nach Strickler. Folgende Annahmen wurden den Berechnungen zugrunde gelegt:

- > Hochwasserabfluss HQ₁₀₀ Mühlebach = 3.5 m³/s, Dorf- und Mühlebach = 7.2 m³/s
- > Rauigkeitsbeiwerte nach Strickler für Böschungen und Sohle = 25 m^{1/3}/s und für den Wellstahldurchlass 50 m^{1/3}/s und 25 m^{1/3}/s für die Sohle
- > Minimales Freibord von 0.5 m gemäss der Kommission für Hochwasserschutz (KOHS) [14] und Einbezug von potenziellen Biberaktivitäten
- > Das minimale Freibord von 0.5 m bezieht sich nur auf die linke Böschungsoberkante (Siedlungsgebiet). Rechtsseitig ist das Freibord von 0.5 m bei einem 100-jährlichen Abfluss innerhalb des zweiten Abschnitts nicht gegeben, da das Schutzziel für das rechtsseitige Landwirtschaftsland gemäss 4.1 nur auf maximal ein 20-jährliches Hochwasser festgelegt ist. Zudem hat diese Höhendifferenz zur Folge, dass ein Hochwasser immer rechtsseitig ins Landwirtschaftsland entwässert und dementsprechend gar nie linksseitig austreten kann.
- > Aufgrund der zu erwartenden Biberaktivitäten wurde der Wellstahldurchlass grösser und vor allem breiter als aus hydraulischer Sicht notwendig gestaltet. Dies verringert das Risiko eines Engpasses durch potenzielle Biberbauten.

7 Kosten

7.1 Kostenvoranschlag ($\pm 10\%$)

Nachfolgend werden die geschätzten Erstellungskosten der Bestvariante dargelegt.

A Baukosten		
Position	Beschreibung	CHF
111	Regiearbeiten	50'000.00
112	Prüfungen Bauwerke	2'000.00
113	Baustelleneinrichtung	85'000.00
116	Holzen und Roden	4'000.00
117	Abbrüche und Demontagen	50'000.00
161	Wasserhaltung	10'000.00
213	Wasserbau	410'000.00
221	Fundationsschichten für Verkehrsanlagen	10'000.00
222	Abschlüsse, Pflästerungen, Plattendecken und Treppen	9'000.00
223	Belagsarbeiten	25'000.00
237	Kanalisationen und Entwässerungen	95'000.00
241	Ortbetonbau	10'000.00
Total Baukosten		760'000.00
B Inkonvenienzen		
Kosten Inkonvenienzen, Vermarchung, Geometer		15'000.00
Total Inkonvenienzen		15'000.00
C Grundlagen und Projektierung		
Projektierungen, Ausschreibung, Bauleitung		185'000.00
Total Grundlagen und Projektierung		185'000.00
D Risikokosten		
Risiko		80'000.00
Total Risikokosten		80'000.00
Total Erstellungskosten exkl. MwSt.		1'040'000.00
Mehrwertsteuer (8.1 %), Rundung		80'000.00
Total Erstellungskosten inkl. MwSt.		1'120'000.00

7.2 Trägerin des Bauvorhabens

Die Gemeinde Münchenbuchsee ist für den Dorf- und Mühlebach wasserbaupflichtig. Die Kosten für das vorliegende Revitalisierungsprojekt gehen zu Lasten der Gemeinde Münchenbuchsee. Die Gemeinde kann bei Bund und Kanton Subventionen beantragen.

Werkleitungsanpassungen sind durch die betroffenen Werke zu planen und zu finanzieren. Dem Revitalisierungsprojekt werden nur die Kosten für das Sichern und Schützen der Leitungen angelastet.

Der Renaturierungsfonds des Kantons Bern, der Ökofonds der BKW und die EWB werden für die Beteiligung an den Restkosten (Gesamtkosten abzüglich Subventionen) angefragt.

7.3 Risikokosten

In den Risikokosten sind folgende Aspekte enthalten:

- > Abbrüche: Die abzurechnenden Werkleitungen müssen womöglich umfangreicher abgebrochen werden als ursprünglich angenommen. Es könnten zusätzliche Abbruchmengen oder erhöhte Entsorgungsgebühren anfallen.
- > Baugrund und Altlasten: Beim Aushub kann belastetes Material zum Vorschein kommen, welches speziell entsorgt werden muss.
- > Hochwasser: Während der Bauausführung können Hochwasser eintreten.
- > Honorar für zusätzlichen Projektierungs- und Bauleitungsaufwand: Die erwähnten Risiken verursachen bei ihrem Eintreten Mehrkosten / Zusätze bei den Ingenieurleistungen.

7.4 Subventionen

Bund und Kanton entrichten Beiträge an Revitalisierungsprojekte [20]. Der Grundbeitrag von Bund und Kanton beträgt 50 %. Die Zusatzbeiträge für ergänzende, ökologische Leistungen umfassen maximal weitere 45 % (siehe Abbildung 22).

Bauarbeiten für Werkleitungen, Kosten für Landerwerb und Bewilligungsgebühren sind nicht subventionsberechtigt und müssen in der Schlussabrechnung klar ersichtlich ausgeschieden werden.

Voraussichtlich umfassen die Subventionen durch Bund und Kanton maximal 891'800 CHF (siehe Tabelle 3). Es verbleibt ein Restbetrag von 88'200 CHF für die Gemeinde. Dieser kann wiederum durch Ökofonds (z.B. RenF, BKW, EWB) subventioniert werden. In der Regel kann mit mindestens weiteren 60 % gerechnet werden. Dies ergäbe für die Gemeinde ein finaler Restbetrag von rund **35'000 CHF**.

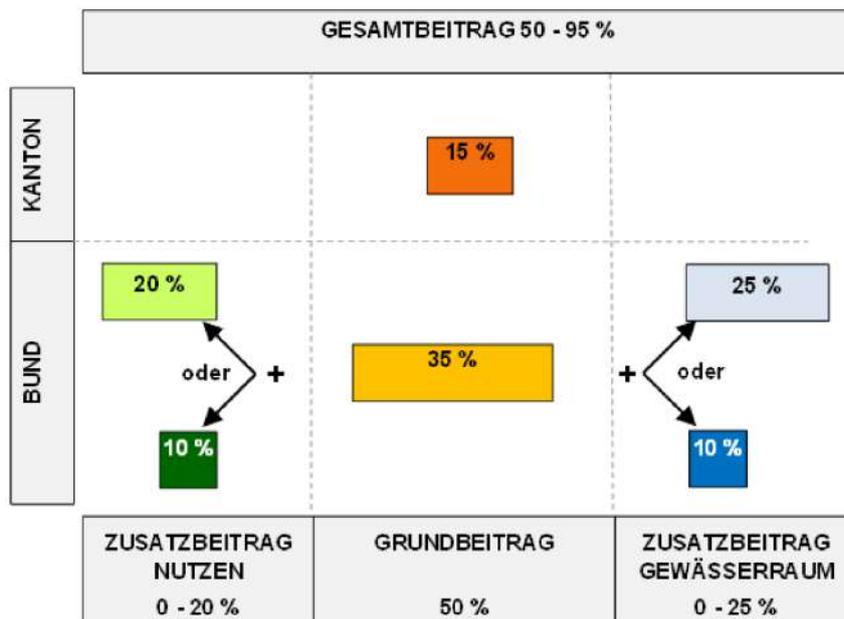


Abbildung 3 Grundbeitrag und Zusatzbeiträge bei Revitalisierungsprojekten

- gelb Grundbeitrag Bund (LI 2.1)
- orange Grundbeitrag Kanton
- hellblau Zusatzbeitrag (LI 2.2.a) für "Gewässerraum mit Biodiversitätsbreite auf 80 % der Projektlänge" oder "Ausdolung kleine Gewässer"
- dunkelblau Zusatzbeitrag (LI 2.2.b) für "Gewässerraum mit Biodiversitätsbreite auf 60 % der Projektlänge"
- hellgrün Zusatzbeitrag (LI 2.3.a) für "grosser Nutzen für Natur und Landschaft" "stehende Gewässer", "Geschiebmassnahmen" oder "Schaffung von Kleingewässern"
- dunkelgrün Zusatzbeitrag (LI 2.3.b) für "mittlerer Nutzen für Natur und Landschaft" oder "Naherholung"

Abbildung 22 Auszug aus [20] mit Subventionsannahmen für das vorliegende Projekt (rot markiert).

7.5 Kostenteiler Abschnitt I und II

Beim vorliegenden Projekt wird angenommen, dass Bund und Kanton den Grundbeitrag entrichten und zusätzlich die Zusatzbeiträge "Nutzen" und "Gewässerraum" zum Tragen kommen (siehe Abbildung 22).

Da innerhalb des ersten Abschnitts (Parzelle 626) die Gewässerentwicklung nur mit einem "mittleren Nutzen" definiert wird (siehe Abbildung 23), können für den Zusatzbeitrag "Nutzen" für den ersten Abschnitt nur 10 % angewendet werden (anstelle der 20 % für den zweiten Abschnitt). Dies bedeutet, dass der erste Abschnitt insgesamt mit maximal **85 %** und der zweite Abschnitt mit **95 %** subventioniert werden kann. Um diesem Umstand gerecht zu werden, wird gemäss dem prozentualen Laufmeteranteil ein Kostenteiler von **40 %** für den oberen Abschnitt (Parzelle 626) und **60 %** für den unteren Abschnitt (Parzelle 307) definiert (gemäss Absprache mit OIK vom 27.02.2024). Dies bedeutet, dass gesamthaft 40 % der Kosten mit den maximal 85 % subventioniert werden, während bei den restlichen 60 % der höhere Subventionsatz zum Tragen kommt. Dieses Vorgehen ermöglicht eine vereinfachte Abrechnung.

Die definitiven Beiträge von Bund und Kanton werden erst im Rahmen des kantonalen Finanzbeschlusses auf Grundlage der genehmigten Wasserbaubewilligung verfügt.

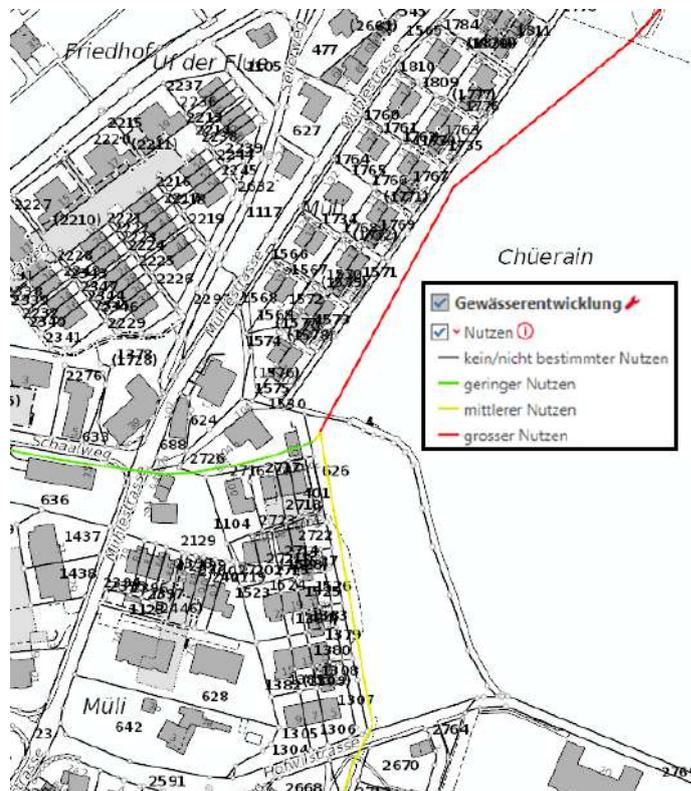


Abbildung 23 Auszug aus GIS Kanton Bern, Gewässerentwicklung, Nutzen (05.12.2023)

Abschnitt	Kosten (exkl. MwSt.) [CHF]	Subventionssatz [%]	Subventionen [CHF]	Restbetrag Gmd. [CHF]
I	392'000 (40 %)	85	333'200	58'800
II	588'000 (60 %)	95	558'600	29'400
Total	980'000 (100 %)	-	891'800	88'200

Tabelle 3 Voraussichtliche Subventionierung ohne Restkostensubventionierung durch Ökofonds wie RenF, BKW, EWB

8 Bauablauf

8.1 Bauprogramm / Etappierung

Der Bauablauf erfolgt entgegen der Fließrichtung in Etappen. Beginnend beim Einlass Golfpark werden die Arbeiten zuerst auf Parzelle 307 und dann auf Parzelle 626 ausgeführt. Das bestehende Leitungsnetz ermöglicht eine schrittweise Einleitung in das neue Gerinne und kann streckenweise als Wasserhaltung verwendet werden.

8.2 Baustellenlogistik

8.2.1 Baustelleninstallation und Baupisten

Als Installationsplatz wird auf Parzelle 307, unmittelbar neben dem Regenbecken und dem zukünftigen Dorfbachgerinne, eine entsprechende Fläche auszuscheiden. Die Baupisten und Zwischenlagerflächen sind auf der in Fließrichtung rechten Bachseite vorgesehen. Im Idealfall kann die Baupiste im Bereich des zukünftigen Gerinnes definiert werden (arbeiten vor Kopf). Somit würde das umliegende Landwirtschaftsland noch weniger beansprucht.

8.2.2 Verkehrsführung

Die Verkehrsführung der Hofwil- und Mühlestrasse wird grundsätzlich nicht eingeschränkt. Es ist denkbar, dass während den Bauarbeiten im Bereich der Hofwilstrasse (Start Ausdolung) letztere kurzzeitig gesperrt oder nur einseitig befahrbar wird.

8.2.3 Materialbewirtschaftung

Bei Aushubarbeiten anfallendes Material wird, wenn möglich für die auf Parzelle 307 vorgesehenen Terrainmodellierungen, wiederverwendet, verkauft oder deponiert.

8.2.4 Auswirkungen auf Umwelt während des Baus

Die Auswirkungen des Bauprozesses auf die Umwelt sind grundsätzlich auf ein Minimum zu beschränken (minimieren und vermeiden von Umweltschäden und Beeinträchtigungen). Die umweltrelevanten Gesetze, Verordnungen und Richtlinien sind zu berücksichtigen. Die zu treffenden Massnahmen sind bereits in der Phase Ausschreibung zu definieren und beim Bauprozess umzusetzen und zu kontrollieren. Die gesetz- und auflagekonforme Umsetzung ist ggf. mittels Umweltbaubegleitung sicherzustellen.

9 Auswirkungen Projekt / Massnahmen

9.1 Auswirkungen auf Nutzung

9.1.1 Richt- und Nutzungsplanung

Die Nutzungsplanung der Gemeinde ist nach der Realisierung des Wasserbauprojektes wo nötig anzupassen. Der Gewässerraum ist neu auszuscheiden.

9.1.2 Landerwerb

Im Rahmen der Wasserbaubewilligung ist kein Landerwerb vorgesehen. Die beanspruchten Flächen gehören nicht Privatpersonen.

Flächen die vorübergehend zur Erfüllung des Projektes beansprucht werden (z.B. Baupisten, Installationsplätze, Bodendepots) werden nach Abschluss der Bauarbeiten wiederhergestellt.

9.1.3 Siedlungsflächen

Das Siedlungs- und Landwirtschaftsgebiet wird zukünftig ausreichend vor Hochwassern geschützt.

9.1.4 Verkehr / Fuss- und Wanderwege

Durch die Offenlegung des Dorf- und Mühlebaches werden weder bestehende Verkehrs- noch Fuss- und Wanderwege verändert. Mit dem unbefestigten Fussweg entlang des neuen Bachgerinnes wird eine neue Erholungsstrecke geschaffen.

9.1.5 Werkleitungen

Mit der Realisierung des vorliegenden Wasserbauprojektes werden diverse Werkleitungen abgebrochen, respektive umgelegt. Es wird die bestehende Dorf- und Mühlebachleitung inklusive deren Zuleitungen abgebrochen. Angepasst, respektive neu verlegt, werden auf Parzelle 626 je zwei Schmutz- und Sauberwasserleitungen und im Bereich des unbefestigten Zufahrtsweges zum Regenbecken auf Parzelle 307 wird die bestehende Schmutzwasserleitung höher gelegt, um dem neuen Wellstahldurchlass Platz zu machen. Innerhalb von Parzelle 307 wird gleich unterhalb des ehemaligen Entlastungsbauwerkes eine Regenabwasserleitung leicht verlängert (siehe Situationspläne 001, 002, 003).

9.2 Auswirkungen auf Heimat- und Ortsbildschutz

9.2.1 Kulturdenkmäler

Im Projektperimeter sind keine erhaltens- und schützenswerten Objekte bekannt

9.2.2 Historische Verkehrswege

Im Projektperimeter sind keine historischen Verkehrswege bekannt.

9.2.3 Geschützte Bäume und Hecken

Auf Parzelle 626 unmittelbar im Bereich des Zufahrtsweges zum Regenbecken befindet sich ein alter Nussbaum. Diesen gilt es, wenn möglich zu erhalten.

9.3 Auswirkungen auf Natur und Landschaft

9.3.1 Flora und Fauna

Der Lebensraum für Flora und Fauna im und am Fliessgewässer wird naturnah ausgestaltet. Da das Gerinne heute eingedolt ist, stellt das Projekt für die Fauna und Flora einen grossen Mehrwert dar.

9.3.2 Land-, Natur- und Waldgebiete

Es sind keine Landschaftsschutz-, Naturschutz- oder Waldgebiete von den baulichen Massnahmen betroffen.

9.4 Auswirkungen auf Gewässerökologie und Fischerei

9.4.1 Gerinne- und Ökomorphologie

Durch den Einbau von Lenk- und Trichterbuhnen in den Abschnitten, welche eine Neigung von 2 % übersteigen und den Einbau von Strukturelementen (Ingenieurbiologie, Instream Massnahmen) wird ein morphologisch vielseitiges Gerinne mit Kolken und alternierender Niederwasserrinne geschaffen.

Es wird zudem auch mehr Raum für den im Golfpark bereits aktiven Biber geschaffen. Dieser wurde in die Planung miteinbezogen. Neuralgische Orte, wie z.B. der Wellstahldurchlass oder die Rohreinlässe müssen spezifisch auf den Biber abgestimmt werden (Gitterabdeckungen bei Rohreinlässen, überbreiter Wellstahldurchlass, flache Böschungen, etc.). In biberfreundlichen Zonen kann hingegen das ökologische Potenzial des Bibers bewusst genutzt und Massnahmen zur Revitalisierung vereinfacht werden.

9.4.2 Quer- und Längsvernetzung

Die Quer- und Längsvernetzung wird durch die naturnahe Bachgestaltung mit flachen Böschungen und Kleintierbermen innerhalb der Wellstahldurchlässe garantiert.

9.5 Auswirkungen auf Grundwasser und Landwirtschaft

9.5.1 Grundwasser

Es ist möglich innerhalb des ersten Abschnittes (Parzelle 262) auf Grundwasser zu stossen. Gemäss dem Bewirtschafter dieser Parzelle ist das Feld vor allem im nördlichen Parzellenbereich vernässt. Durch die Erstellung des neuen Bachgerinnes könnte sich die Gesamtsituation durch eine bessere Abführung des Grundwassers verbessern. Der Schutz des Grundwassers ist beim Bauprozess jederzeit zu gewährleisten. Die kantonalen und kommunalen Gesetze und Richtlinien sind einzuhalten.

9.5.2 Landwirtschaftliche Nutzung

Die Offenlegung befindet sich ausschliesslich im Kulturland ausserhalb von Bauzonen. Es handelt sich fast ausschliesslich um anrechenbare Fruchtfolgeflächen (FFF). Es wird somit ein Teil der Fruchtfolgeflächen an das neue Gewässer abgetreten. Insgesamt ist mit einer permanenten Abtretung von rund 5822 m² (inkl. 0.8 m breitem Wanderweg entlang Gewässer) zu rechnen (siehe auch Abbildung 5). Bei der Erarbeitung des vorliegenden Projektes wurde darauf geachtet, so wenig wie möglich wertvolles Kulturland, respektive Fruchtfolgeflächen in Anspruch zu nehmen.

Während der Bauarbeiten wird für die Baupisten zusätzliches Landwirtschaftsland (FFF) vorübergehend beansprucht. Mit dem Installationsplatz und einem 4 m breiten Streifen entlang des Gerinnes werden zusätzliche 1650 m² benötigt. Sollten die Arbeiten vor Kopf ausgeführt werden können, könnten womöglich weitere temporäre Flächen eingespart werden. Dies gilt es im Rahmen der Ausführung genauer abzuklären. Der Bodenschutz ist während den Bauarbeiten stets zu gewährleisten. Es gilt die Weisungen des vorliegenden Bodenschutzkonzepts [21] zu beachten. Abgetragener Ober- und Unterboden ist korrekt zwischenzulagern und wiedereinzubringen oder für Bodenverbesserungen auf nahen Landwirtschaftsflächen wiederzuverwenden. Es wird nach den Bauarbeiten der Ursprungszustand des Kulturlandes wieder hergestellt.

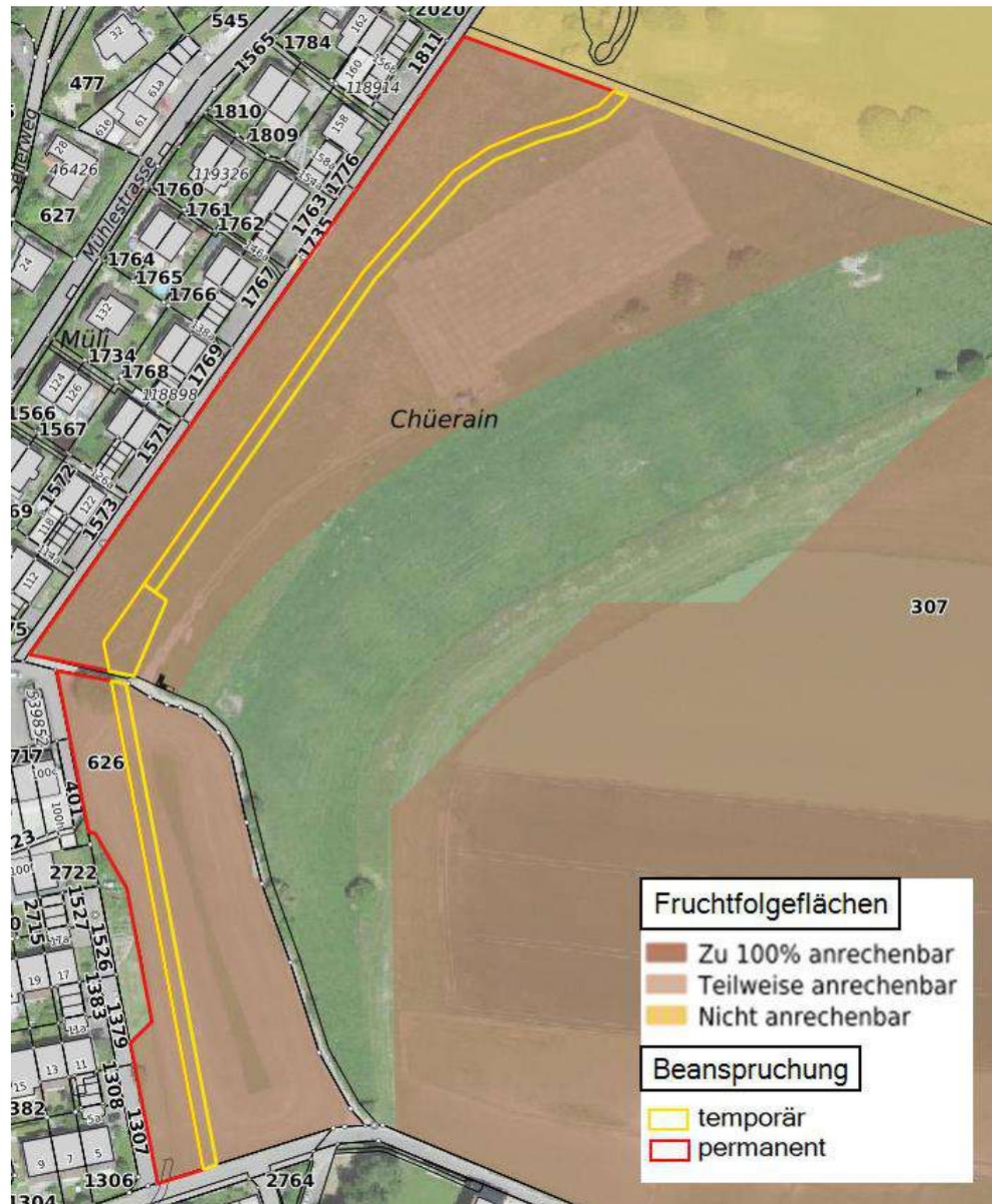


Abbildung 24 Durch das Revitalisierungsprojekt beanspruchte Fruchtfolgefleichen (rote Polygone – permanent 5822 m², gelbe Polygone – temporär 1650 m²)

10 Betrieb und Unterhalt

10.1 Wasserbaupflicht

Die Wasserbaupflicht beinhaltet die Pflichten zum Unterhalt der Gewässer, zum aktiven Hochwasserschutz sowie zur Revitalisierung der Gewässer. Die Wasserbaupflicht obliegt bei Fliessgewässern den Gemeinden. Ausgenommen davon sind Gewässerabschnitte, die unmittelbar an Kantonsstrassen liegen oder von solchen überquert werden.

10.2 Gewässerunterhalt

Zum Gewässerunterhalt zählen alle Massnahmen, die notwendig sind, um das Gewässer, dessen zugehörige Umgebung sowie die Wasserbauwerke in einem guten Zustand zu erhalten. Er beinhaltet die baulichen Unterhaltsmassnahmen und, wenn für den Wasserbau massgebend, auch die Grünpflege entlang der Gewässer.

Mit dem baulichen Unterhalt sind diejenigen Massnahmen gemeint, welche die Funktionstüchtigkeit der bestehenden Gewässer erhalten, die notwendige Abflusskapazität für den Hochwasserfall gewährleisten, sowie den Lebensraum der Gewässer erhalten und aufwerten. Dies beinhaltet Räumungsarbeiten, Erneuerungsarbeiten von geringem Ausmass an Wasserbauwerken, die Beseitigung von Schwemmholz und Verkläuerungen sowie den Unterhalt von reinen Ufererhaltungswegen und reinen Erschliessungswegen zu Schutzbauten.

Mit der Grünpflege sind Massnahmen im und am Gerinne gemeint, die in regelmässigen zeitlichen Abständen durchgeführt werden. Dazu gehören die Pflege und der Ersatz von standortgerechten Bestockungen, das Bekämpfen von gebietsfremden, invasiven Pflanzen (Neophyten), die naturnahe Pflege von Böschungen sowie die Pflege der Fliessgewässersohle.

Wesentliche Gewässerunterhalts-Massnahmen, wie sie in Art. 32 WBV beschrieben sind, werden durch den Kanton mitfinanziert, sofern der beitragsberechtigte Anteil höher als CHF 8'000.- beträgt.

Der Schutz von Infrastrukturanlagen, z. B. Leitungen, die sich im Perimeter des Gewässerraums befinden, gehört nicht zu den Aufgaben des Gewässerunterhalts, das ist Sache der jeweiligen Werkeigentümerin.

10.3 Perimeter

In der Regel ist die Erfüllungspflichtige bei Fliessgewässern bis zur Hochwasserlinie einer bestimmten Jährlichkeit unterhaltspflichtig. Die Hochwasserlinie ist abhängig von den jeweiligen Schutzzielen. In der Praxis gilt aber als Faustregel, dass der Gewässerbereich zu unterhalten ist, der abfluss- bzw. hochwasserrelevant ist. Dies ist in vielen Fällen die Böschungsoberkante.

10.4 Gewässerunterhalt am Dorf- und Mühlebach

Für die Unterhaltmassnahmen, wie sie in den Kapiteln 10.1 bis 10.3 beschrieben sind, ist die Gemeinde Münchenbuchsee unterhaltspflichtig. Das Pachtland auf Parzelle 307 wurde um die beanspruchte Fläche (Gewässerraum und Wanderweg) reduziert. Dementsprechend kann kein Unterhaltsanspruch gegenüber dem Pächter geltend gemacht werden.

10.5 Umgang mit Ufererosion

Ufererosion gehört zur stetigen Veränderung und Neugestaltung der Gewässer. Massnahmen gegen diese natürliche Ufererosion sind nur zulässig, wenn sie für den Hochwasserschutz oder zur Verhinderung eines unverhältnismässigen Verlusts an landwirtschaftlicher Nutzfläche erforderlich sind. Gemäss [22] ist eine Erosion, die nicht näher als 3 m an den Rand des Gewässerraums reicht, in der Regel nicht unverhältnismässig und somit zu tolerieren. Zeigen sich weitergehende Erosionswirkungen in Richtung Gewässerraumrand und unterschreitet die Uferlinie den 3 m-Abstand zum Gewässerraum, sind Ufersicherungen zulässig.

11 Verbleibende Gefahren und Risiken

Aufgrund der geringen Wassermengen und topographischen Gegebenheiten ist nach Abschluss des Revitalisierungsprojektes nicht mit verbleibenden Hochwassergefahren für das Siedlungsgebiet zu rechnen. Sowohl das Siedlungs- als auch das Landwirtschaftsland werden gegen Hochwasser und Erosionsprozesse genügend geschützt.

Die Projektierung sieht vor, dass im Überlastfall das überschüssige Wasser immer rechtsseitig über das Landwirtschaftsland Richtung Golfplatz und Urtene entwässert. Auch während eines Extremereignisses könnte das Wasser aufgrund der stets linksseitig höheren Böschungsoberkante (innerhalb des zweiten kritischen Abschnitts, Parzelle 307) das Siedlungsgebiet nicht gefährden.

Aufgrund der Offenlegung des Dorf- und Mühlebachs ist denkbar, dass es während eines Hochwassers auf dem darunterliegenden, offengelegten Abschnitt Golfplatz vereinzelt schon früher zu Ausuferungen kommt als dies heute der Fall ist. Dies rührt daher, dass mit der vorliegenden Planung mehr Wasser in den Golfpark fließen kann als im Ist-Zustand durch die 700er Rohrleitung.

Ursprünglich wurde der Abschnitt Golfpark auf 3 m³/s (HQ₂₀) mit 0.2 m Freibord dimensioniert. Dies entspricht auch der aktuellen Planung. Dementsprechend wird die Schutzzielvorgabe für das darunterliegende Wiesland eingehalten. Allerdings hat sich die maximal mögliche Durchflusskapazität durch Verlandungen verringert. Womöglich sind geringfügige Terrainmodellierungen und/oder lokale Objektschutzmassnahmen für vereinzelte Gebäude im Rahmen eines separaten Projektes anzudenken (siehe Abbildung 25).



Abbildung 25 Synoptische Naturgefahren, Dorfbach Abschnitt Golfplatz Münchenbuchsee, geringfügige Objektschutzmassnahmen für vereinzelte Gebäude denkbar (rote Markierungen)

Des Weiteren wird durch die Offenlegung des Mühlebachs der hydraulische Engpass oberhalb des Durchlasses Hofwilstrasse beseitigt. Es ist somit im Bereich der Mühlebachsiedlung zukünftig durch den fehlenden Rückstau mit geringeren Wassertiefen zu rechnen. Die provisorische Mauererhöhung (siehe Abbildung 3) wird jedoch auch in Zukunft notwendig sein (siehe auch 6.1).

12 Termine

Folgendes Terminprogramm ist für die Realisierung der Wasserbaubewilligung vorgesehen:

Projektphase	Datum
Vernehmlassung bei den kantonalen Amts- und Fachstellen	November / Dezember 2024
Öffentliche Auflage	Januar / Februar 2025
Erteilung Wasserbaubewilligung und Finanzverfügung durch OIK III	April / Mai 2025
Ausschreibung und Vergabe Baumeisterarbeiten	April / Mai 2025
Bau Revitalisierungsprojekt	Sommer 2025 – Frühling 2026

Gruner AG



Samuel Storz
Projektleitung



Katja Henz
Projektingenieurin

13 Grundlagenverzeichnis

- [1] Tiefbauamt Kanton Bern, „Fachordner Wasserbau, Verfahren und Abläufe“, 2017.
- [2] Kanton Bern, «Geoportal Kanton Bern,» 2023. [Online]. Available: <https://www.map.apps.be.ch/>. [Zugriff am 2023].
- [3] Scherrer AG - Hydrologie und Hochwasserschutz, „Hochwasserabflüsse im Einzugsgebiet der Urtene (Kanton BE)“, 2008.
- [4] Gruner AG, „Ursachenanalyse und Sofortschutzmassnahmen "Objektschutz",“ 2021.
- [5] Gemeinde Münchenbuchsee, „Siedlungs- und Nutzungsplanung / Zonenplan 1 / Zentrumsplanung,“ Münchenbuchsee, 2014.
- [6] Kissling + Zbinden AG, „6.143 - Projekt I für die Verbauung des Kilchmattbaches - Technischer Bericht,“ 2006.
- [7] Swisstopo, „Online Karten Swisstopo,“ 2023. [Online]. Available: <https://map.geo.admin.ch/>. [Zugriff am 2023].
- [8] HAKESCH, „Hochwasserabschätzung in kleinen Einzugsgebieten der Schweiz, Softwarepaket, BAFU“.
- [9] Hydrologischer Atlas der Schweiz (HADES), „Extreme Punktregen unterschiedlicher Dauer und Wiederkehrperioden 1901-1970,“ [Online]. Available: <https://hydrologischeratlas.ch/produkte/druckausgabe/niederschlag/tafel-2-4>. [Zugriff am 2022].
- [10] bbp geomatik, „WebGIS Gemeinde Münchenbuchsee - Genereller Entwässerungsplan (GEP),“ 2022. [Online]. [Zugriff am 2022].
- [11] B+S, H.R. Müller und RUL+PARTNER, „GEP Münchenbuchsee, Einzugsgebiete Nord,“ 2006.
- [12] OSTAG Ingenieure AG, „Abwasserentsorgung Regenwasser vor Mühlebach, Massnahmenplanung Kurzbericht,“ 2016.
- [13] Kissling+Zbinden AG, „Projekt I für die Verbauung des Kilchmattbaches und Dorfbach, Bereich Golfplatz Moossee, Technischer Bericht,“ 2000.
- [14] Kommission für Hochwasserschutz, Wasserbau und Gewässerpflege (KOHS), „Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen - Empfehlungen der KOHS,“ 2013.
- [15] Geotest, Holinger, „Gefahrenkarte Urtenenbach, Dossier Gemeinde Münchenbuchsee,“ 2009.
- [16] BHP Raumplan AG, „Teilrevision der Ortsplanung, Festlegung Gewässerräume - Änderung Zonenplan 2: Landschaft und Ortsbild (1:2500),“ 2019.
- [17] Kissling+Zbinden AG, „6.143.2 - Variantenstudium Oberlauf Kilchmattbach,“ 2012.

- [18] Infofauna, *Emailkontakt (06.04.023) mit C. Angst zu bibergererchter Planung, Projektvorstellung und Einholung wichtiger Projektierungsdetails*, 2023.
- [19] Gruner AG, „Revitalisierung Dorf- und Mühlebach, Münchenbuchsee, Auflagepläne,“ 2024.
- [20] Bau- und Verkehrsdirektion / Tiefbauamt, Kanton Bern, „Beiträge für wasserbauliche Schutzbauten und Revitalisierungen im Kanton Bern,“ 2019.
- [21] Gruner AG, „Revitalisierung Dorf- und Mühlebach - Bodenschutzkonzept,“ 2023.
- [22] Merkblatt des Bundes, *Gewässerraum und Landwirtschaft*, 2014.
- [23] Gruner AG, „Renaturierung Mühlebach, Pläne des ausgeführten Werks,“ 2007.
- [24] Swisstopo, „Online Karten Swisstopo,“ 2023. [Online]. Available: <https://map.geo.admin.ch/>. [Zugriff am 2023].