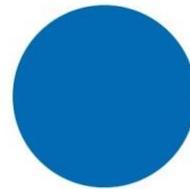


Hochwasserschutz



Lebensraum Dünnern Oensingen bis Olten
Hochwasserschutz und Aufwertung

Konzept Lenkung Biberaktivität



Vorprojekt

Variante «Rückhalten und Aufwerten»

Änderungsnachweis

Version	Datum	Bezeichnung der Änderungen	Verteiler
1	06.04.2021	1. Entwurf Vorprojekt	AfU
2	30.06.2021	Vorabzug	AfU
3	31.08.2021	Ämtervernehmlassung	AfU
4	29.04.2022	Definitives Vorprojekt	AfU

Genehmigt / geprüft

Impressum

Auftragsnummer UE200022
Auftraggeber Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (AfU)
Datum 29. April 2022
Version 4
Vorversionen 1; 2; 3
Autor(en) Christoph Bähler (christoph.baehler@emchberger.ch)
Freigabe Andreas Widmer (andreas.widmer@emchberger.ch)
Verteiler AfU, Roger Dürrenmatt, Nicole Bieber
Hunziker, Zarn & Partner, Andreas Niedermayr (fachliche BHU)
Datei V:\EBG\Zusammenarbeit
EBBE_EBS0_EBWSB\UE200022_Lebensraum_Duennern\4_plan\42_vorp\Ing\04_Oekologie_Lebensraeume\Biberkonzept\UE200022_Konzept_Lenkung_Biberaktivitaet_RA_V4.docx
Seitenanzahl 10
Copyright © Emch+Berger AG Bern

Inhalt

1	Ausgangslage	1
1.1	Aktuelle Situation	1
1.1.1	Biber in der Schweiz.....	1
1.1.2	Biber an der Dünnern.....	1
1.2	Auswirkungen der Biberaktivitäten	1
2	Lenkung Biberaktivität an der Dünnern	2
2.1	Abgrenzung	2
2.2	Abschnitte Biberlenkung Dünnern	2
2.2.1	Kernlebensraum	3
2.2.2	Teillebensraum	4
2.2.3	Übrige Bereiche	5
3	Fazit	6
4	Grundlagen	7

1 Ausgangslage

Das vorliegende Konzept zur Lenkung der Biberaktivität greift die Schnittstellen zu den Ansprüchen des Bibers auf übergeordneter Flughöhe auf und ist als Grundlage für die etappenweise Bauprojektierung zu verstehen. Nach Wahl der Bestvariante müssen die Massnahmen zu Gunsten oder zum Schutz vor Biberaktivitäten im Detail projektiert und festgelegt werden.

1.1 Aktuelle Situation

1.1.1 Biber in der Schweiz

Der Biber wurde Anfang des 19. Jahrhunderts durch intensive Bejagung in der Schweiz ausgerottet. Im Jahre 1962 wurde der Biber als geschützte Art im eidg. Jagdgesetz aufgenommen. Mitte des 20. Jahrhunderts setzten sich verschiedene Einzelpersonen für die Wiederansiedlung des Bibers ein. Mit bundesrätlichen und kantonalen Bewilligungen wurden zwischen 1956 und 1977 an über 30 Stellen insgesamt 141 Biber ausgesetzt. Seitdem hat sich der Biber ausgebreitet und besiedelt heute die grossen Mittellandflüsse und -seen. Der Biber kommt insbesondere in langsam fliessenden und stehenden Gewässern mit grabbaren Ufern vor. Diese geeigneten Lebensräume findet er hauptsächlich unterhalb 700 m ü. M. Während der letzten Jahre hat der Biber immer mehr auch kleinere Seitenbäche besiedelt. 2015 wurde der Bestand auf rund 2800 Biber geschätzt. Da der Biber aber noch nicht alle geeigneten Lebensräume flächendeckend besiedelt hat, ist mit seiner weiteren Ausbreitung über die nächsten Jahrzehnte zu rechnen [zusammengefasst aus [1]].

1.1.2 Biber an der Dünnern

Gemäss Auskunft von Frau Katrin Schäfer (Amt für Wald, Jagd und Fischerei des Kantons Solothurn, AWJF) sind entlang der Dünnern verschiedene Vorkommen des Bibers bekannt. So konnte dieser anhand von Totfunden in Oensingen/Garwiden [2017], Herbetswil [2015, 2019] und Welschenrohr [2019] nachgewiesen werden. Seit dem Jahr 2020 liegen zudem Meldungen von Einzelfrassspuren im revitalisierten Abschnitt bei Wangen bei Olten vor.

Gemäss Frau Schäfer ist es wahrscheinlich, dass es auch weitere Spuren entlang der Dünnern im Perimeter gibt, jedoch keine Meldungen vorliegen. Der Biber ist in der Dünnern insgesamt noch nicht häufig, aber dennoch vorhanden. Es ist davon auszugehen, dass sich der Biber über kurz oder lang entlang der Dünnern vermehrt ansiedeln wird. Im Winter 2021/2022 findet erneut eine Bundes-Bestandserhebung statt. Die Ergebnisse werden genauere Daten liefern (die letzte Bestandserhebung war 2008).

Deshalb wird die Biberthematik bei der vorliegenden Planung (Stufe Vorprojekt) flughöhengerecht berücksichtigt.

1.2 Auswirkungen der Biberaktivitäten

Wie keine andere Tierart gestaltet der Biber aktiv seinen Lebensraum. Mit dem Stauen von Bächen, Anlegen von Dämmen, Biberseen und Sekundärbächen, Fällen von Bäumen, Umgestalten von Ufern beeinflusst der Biber das Gewässer in seiner Strukturvielfalt und Dynamik in hohem Masse. Biber sind in der Lage, Gewässerlandschaften nach eigenen Bedürfnissen zu gestalten.

Mit dem Biber ist eine einst ausgerottete einheimische Tierart zurückgekehrt, welche durch ihre Grab-, Fäll- und Stautätigkeit jedoch auch erheblichen Einfluss auf die Hydraulik der Fliessgewässer ausübt. Wichtige Einflüsse der Biberbauten auf die Hydraulik eines Fliessgewässers sind gemäss [3]:

- Dammbauten: Rückstauereffekt, regulierter Abfluss, Umströmung bei Hochwasser, Sedimentation
- Biberseen (einzeln oder als kaskadenartige Kette von Staustufen): Retention, Schaffung von Stillwasserzonen und Zonen mit erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten
- Sekundärbäche: Veränderung des Gerinne Querschnitts, Retention, Ablenkung der Hauptströmung in Seitengerinne, Dämpfung der Fliessgeschwindigkeit

Die Rückkehr des Bibers kann auch Probleme und Konflikte mit sich bringen. Gemäss Konzept Biber Schweiz [1] können Biber Schäden im Wald, Landwirtschafts-, Siedlungs- und in Schutzgebieten (Biotop von nationaler, regionaler und lokaler Bedeutung Art. 18 NHG) auftreten. Gemäss Frau Schäfer sind aktuell keine dahingehenden Konflikte im Projektperimeter bekannt. Für das Projekt «Lebensraum Dünnern Oensingen bis Olten – Hochwasserschutz und Aufwertung» sind folgende Probleme und Konflikte von zentraler Bedeutung und werden in der Planung berücksichtigt, damit eventuell auftretenden Konflikte minimal gehalten werden können:

- Untergraben / Einsturz von gewässernahen (Infrastrukturanlagen wie Strassen und Wege)

- Durchgraben von Hochwasserschutzbauten / Destabilisierung von Böschungen
- Vernässung und Überschwemmung von Infrastrukturen und Landwirtschaftsflächen
- Verringerung Abflusskapazität Gerinne durch Dammbauten
- Einzug der Biber in Leitungssystem / Einstau von Drainagen und Einleitungen
- Verstopfen von Durchlässen von Fließgewässern
- Einbrüche von Kulturland
- Frassschäden an landwirtschaftlichen Kulturen, Obstbäumen und an Bäumen in Gärten

Gemäss Art. 12 Abs. 1 JSG treffen die Kantone Massnahmen zur Verhütung von Biberschäden. Entsprechend wurde für das Projekt «Lebensraum Dünnern Oensingen bis Olten – Hochwasserschutz und Aufwertung» vorliegendes Konzept zur Lenkung der Biberaktivitäten erarbeitet.

2 Lenkung Biberaktivität an der Dünnern

Die Ansiedlung des Bibers wird schweizweit und somit auch an der Dünnern nicht aktiv gefördert (keine aktive Um- und Wiederansiedlungen), vielmehr erfolgt gemäss Konzept Biber Schweiz [1] die natürliche Besiedlung der Gewässer durch den Biber auf eigenständige Art und Weise. Aufgrund der bereits bekannten Vorkommen ist eine natürliche Ansiedlung im Projektperimeter zwischen Oensingen und Olten sehr wahrscheinlich. Gemäss Konzept Biber Schweiz [1] spielen Hochwasserschutz- und Aufwertungsprojekte eine wichtige Rolle bei der längerfristigen Vermeidung von Konflikten und Sicherstellung geeigneter Lebensräume für den Biber.

Gemäss Konzept Biber Schweiz [1] können Biberschäden im Landwirtschafts-, Siedlungs- und in Schutzgebieten durch technische Massnahmen, Massnahmen im Biberlebensraum und Massnahmen am Biberbestand präventiv verhindert oder zumindest abgeschwächt werden. Wo möglich sollen technische Massnahmen und Massnahmen im Biberlebensraum stets Massnahmen am Biberbestand vorangehen.

2.1 Abgrenzung

Im Rahmen der beiden Vorprojekte «Ausbauen und Aufwerten» bzw. «Rückhalten und Aufwerten» erfolgt die Definition der notwendigen Präventionsmassnahmen für die rund 19 km von Oensingen bis Olten auf hoher Flugebene. So werden die entsprechenden Grundsätze der Biberlenkung je Abschnitt (vgl. Kapitel 2.2) definiert und in der Planung berücksichtigt. Weitere Massnahmen, wie bspw. parallellaufende Sammelleitungen für Drainagen, bibergerechte Vergitterungen von ins Gewässer mündenden Leitungen, Aufhebung/Verlegung von Wegen und Strassen etc. erfolgen später im Rahmen der etappenweisen Bau- und Auflagenprojekte.

Hinweis:

*Das vorliegende «Konzept Lenkung Biberaktivität» bezweckt, die Ansprüche des Bibers in der Planung zu berücksichtigen und mit Massnahmen seine Hauptaktivitäten in weniger sensible Gebiete zu lenken, damit potenzielle Konflikte möglichst nicht auftreten werden. Es entbindet bei trotzdem auftretenden Konflikten in keiner Weise von der Prüfung und Interessensabwägung gemäss Konzept Biber Schweiz [1] durch die zuständigen, kantonalen Stellen. Eingriffe an Biberdämmen und -bauen (Manipulation oder Entfernung) sind nur dann zulässig, wenn diese der Vermeidung erheblicher Schäden (Wald, landwirtschaftliche Kulturen, Infrastrukturanlagen, Siedlungsraum) oder einer erheblichen Gefährdung der öffentlichen Sicherheit dienen (Art. 12 Abs. 2 JSG). **Massnahmen, die eine wesentliche Beeinträchtigung des Biberlebensraums darstellen, dürfen nur aufgrund einer kantonalen Verfügung ergriffen werden (Art. 18 Abs. 1ter NHG, Art. 14 Abs. 6 NHV) und bleiben in jedem Fall bewilligungspflichtig.***

2.2 Abschnitte Biberlenkung Dünnern

Basierend auf den Grundsätzen der Vollzugshilfe Konzept Biber Schweiz [1] und der Anleitung für die Praxis [2] sowie den Erfahrungen des Kantons Solothurn wurden die Ansprüche des bibergerechten Wasserbaus berücksichtigt. Dazu wurde der Projektperimeter in verschiedene Abschnitte unterteilt (Kernlebensraum, Teillebensraum und übrige Bereiche). Bei der Unterteilung wurden folgende Parameter berücksichtigt:

- Ausmass Hochwasserschutzreserven
- Vorhandene Restriktionen (u.a. Infrastrukturanlagen)

Die Abschnittsunterteilung in die verschiedenen Lebensräume kann der Planbeilage 603 entnommen werden.

2.2.1 Kernlebensraum

Ziel

Der Kernlebensraum stellt Bereiche dar, in welchen sich der Biber ungestört ansiedeln und ausbreiten kann. Einerseits zählen dazu Abschnitte, wo der Gerinnequerschnitt explizit auf die Aktivitäten des Bibers ausgelegt wird (Biberfreundliches Profil). In diesen Abschnitten wurden die Aktivitäten des Bibers, insbesondere Dammbauten bis 1 m Höhe über der Mittel- und Niederwasserrinne bei der Bestimmung des Abflussquerprofils als «nicht abflusswirksam» in der Planung berücksichtigt. Mit einer mittleren Höhe der Mittel- und Niederwasserrinne von 0.8 m und unter Berücksichtigung der tolerierbaren Dammhöhe von 1 m können somit Dämme von bis zu 1.8 m Höhe gegenüber dem Sohlenniveau der Niederwasserrinne durch den Biber geschaffen werden.

Andererseits werden Abschnitte als Kernlebensraum berücksichtigt, wo keine angrenzenden Restriktionen vorhanden sind, wo jedoch aufgrund von Interessensabwägungen (Landbeanspruchung, Hochwasserschutz) auf eine auf die Biberaktivitäten optimierte Gestaltung des Gerinnequerschnittes verzichtet wird. Zu diesen Abschnitten zählen insbesondere die vier Hot-Spots.

Gestaltung biberfreundliches Profil

Die Gestaltung der Abschnitte mit biberfreundlichem Profil erfolgt mit grabbaren und einseitig steilen Uferbereichen (Böschungen 2:3), standortgerechter, natürlicher Ufervegetation (z. B. Weichhölzer als Nahrungsangebot) und einem genügenden Gewässerraum (teilweise Verlegung von Infrastrukturanlagen wie Wege). Mit den Gestaltungsmassnahmen wird der Biber in diese Abschnitte gelenkt, sodass dieser seine Hauptaktivitäten im Kernlebensraum ausübt und in diesen Abschnitten die Hauptdämme und Biberbauten errichtet (vgl. Abbildung 1).

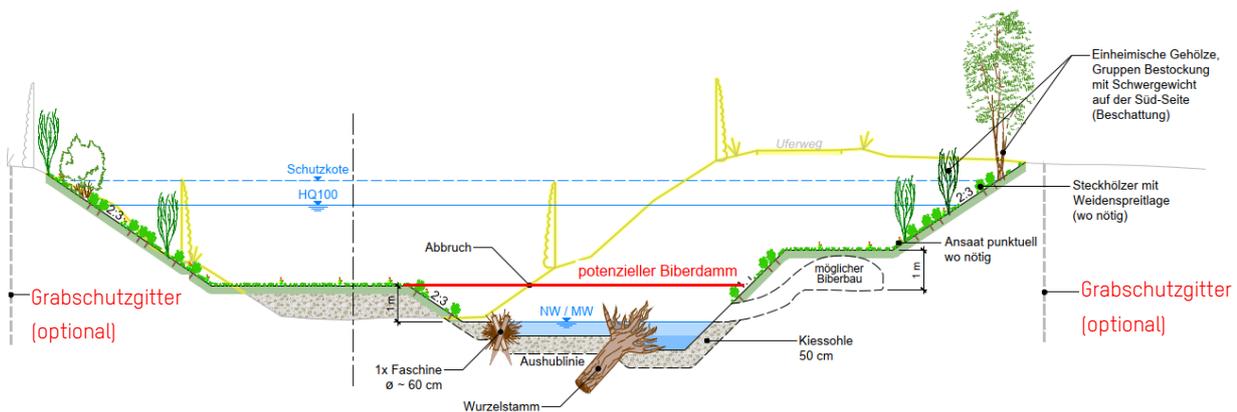


Abbildung 1: Biberfreundliches Profil mit berücksichtigten Aktivitäten des Bibers (Dammbauten bis 1 m über der Mittel- und Niederwasserrinne).

Präventive Massnahmen im Rahmen des Projekts

Im Kernlebensraum sind folgende präventiven Massnahmen geplant:

- Berücksichtigung Dämme bis 1 m über Mittel- und Niederwasserrinne bei biberfreundlichem Profil
- Grabbare, steile Ufer bei biberfreundlichem Profil
- Optimales Nahrungsangebot
- Vielfältige Lebensräume
- Punktueller Grabschutz bei sensiblen Infrastrukturanlagen

Intervention

Im Kernlebensraum ist grundsätzlich von keinen Interventionen auszugehen, ausgenommen bei erheblichen Schäden bzw. Gefährdungen.

2.2.2 Teillebensraum

Ziel

Im Teillebensraum werden die Aktivitäten des Bibers grundsätzlich ermöglicht. Aufgrund von angrenzenden Restriktionen (namentlich Nationalstrasse A1, weiteren Infrastrukturanlagen, Hochwasserschutz) können in diesen Abschnitten jedoch nicht sämtliche Ansprüche des Bibers in der Planung berücksichtigt werden (bspw. Dammbauten >0.3 m, teilweise eingeschränkte Grabaktivitäten).

Gestaltung

Der Teillebensraum wird mit Massnahmen analog dem Kernlebensraum (vgl. Kapitel 2.2.1) so gestaltet, dass dieser dem Biber grundsätzlich als Lebensraum zur Verfügung steht (u.a. Nahrungsangebot). Zur Vorbeugung von unerwünschten Grabaktivitäten in Bereichen mit angrenzenden Restriktionen werden jedoch flache Uferböschung ausgestaltet. Teilweise, bei sehr heiklen Infrastrukturanlagen, werden Uferböschung bibersicher gestaltet (punktuell vergittert). Im Teillebensraum sind die Aktivitäten des Bibers auf den Bau von Dämme bis 0.3 m Höhe über der Mittel- und Niederwasserrinne beschränkt, was einer effektiven Dammhöhe von 1.1 m über dem Sohlenniveau der Niederwasserrinne entspricht (vgl. Abbildung 2).

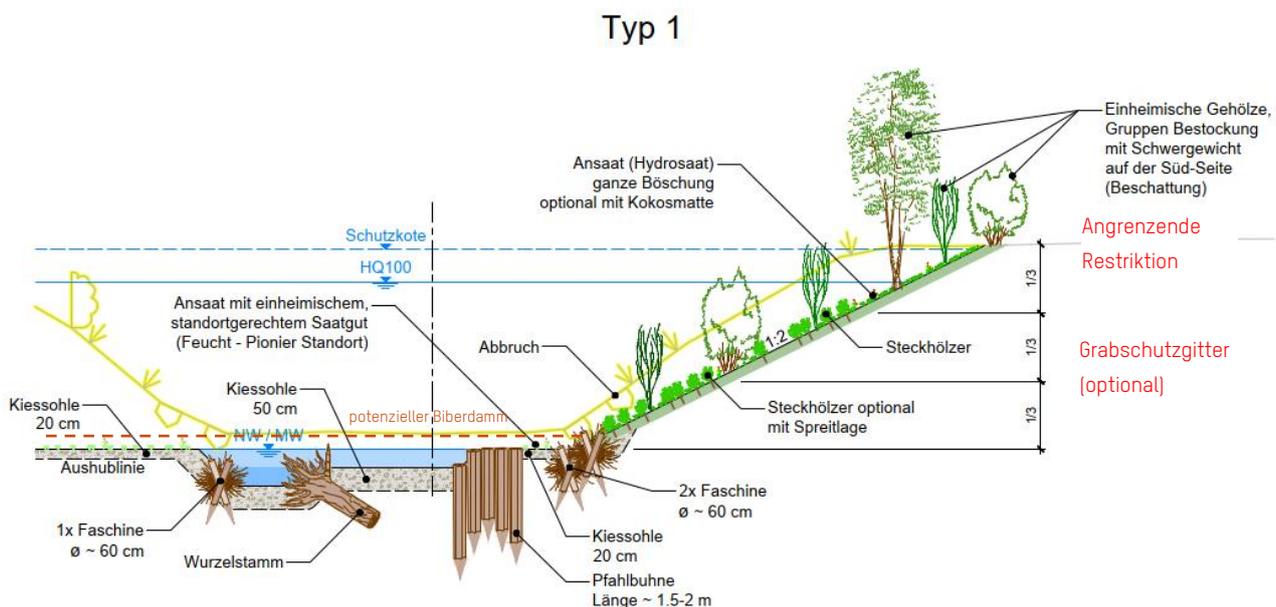


Abbildung 2: Normalprofil Teillebensraum mit möglichen Dammbauten bis 0.3 m über der Mittel- und Niederwasserrinne) und allfälliger Vergitterung der Böschung (Grabschutz).

Präventive Massnahmen im Rahmen des Projekts

Im Teillebensraum sind folgende präventiven Massnahmen geplant:

- Berücksichtigung Dämme bis max. 0.3 m über Mittel- und Niederwasserrinne
- Flache Ufer oder punktuelle, bibersichere Uferbereiche (vergittert)
- Optimales Nahrungsangebot
- Vielfältige Lebensräume
- Punktueller Grabschutz bei sensiblen Infrastrukturanlagen

Intervention

Grundsätzlich soll die Biberaktivität gelenkt werden. Wo und welche Eingriffsmassnahmen ausgeführt werden können, muss im Einzelfall entschieden werden. Voraussetzung für einen Eingriff ist eine Interessensabwägung und eine entsprechende Bewilligung des Amt für Wald, Jagd und Fischerei des Kantons Solothurn. Grundsätzlich stehen folgende Interventionsmassnahmen zur Verfügung:

- Biberdämme in der Höhe bzw. Wasserstand regulieren (bspw. mit Rohr)
- Biberdamm (teil-) entfernen
- Nachträgliche Sicherung der Ufer durch Vergitterung
- Biberbau auffüllen

2.2.3 Übrige Bereiche

Ziel

Die übrigen Bereiche stehen dem Biber eingeschränkt als Lebensraum zur Verfügung; die Wahrung des Hochwasserschutzes steht im Vordergrund. Auf Grund der beengten Platzverhältnisse sind in diesen Abschnitten keine wesentlichen ökologischen Massnahmen (bspw. Bestockung der Uferbereiche) oder abgeflachte Ufer möglich. Zur Erreichung des Hochwasserschutzes (u.a. Einhaltung Freibord) sind teilweise hart verbaute Ufer oder Dämme (bspw. Staukragen bei Druckbrücken) notwendig. Die Ansprüche des Bibers können in diesen Abschnitten im Rahmen des Projekts nicht berücksichtigt werden.

Gestaltung

In den übrigen Bereichen ist das Schadenpotential an Infrastrukturen enorm und die Aktivitäten des Bibers können erhebliche Auswirkungen zur Folge haben. Die geplanten Hochwasserschutzmassnahmen ergeben teilweise bereits entsprechende, präventive Massnahmen betreffend Grabschutz. Aufgrund der notwendigen Uferverbauungen (u.a. Blocksätze) werden Grabaktivitäten verhindert (vgl. Abbildung 3). Weiter werden, da keine Abflachungen der Uferbereiche möglich sind, die Böschungen grundsätzlich bibersicher gestaltet (Vergitterung). Durch die Absenz eines entsprechenden Nahrungsangebotes werden die Aktivitäten des Bibers in den übrigen Bereichen nicht gefördert, sondern auf die attraktiveren Abschnitte (Kernlebensraum und Teillebensraum) gelenkt. Die übrigen Bereiche stehen dem Biber jedoch als Vernetzungskorridore zwischen den Kern- und Teillebensräumen zur Verfügung

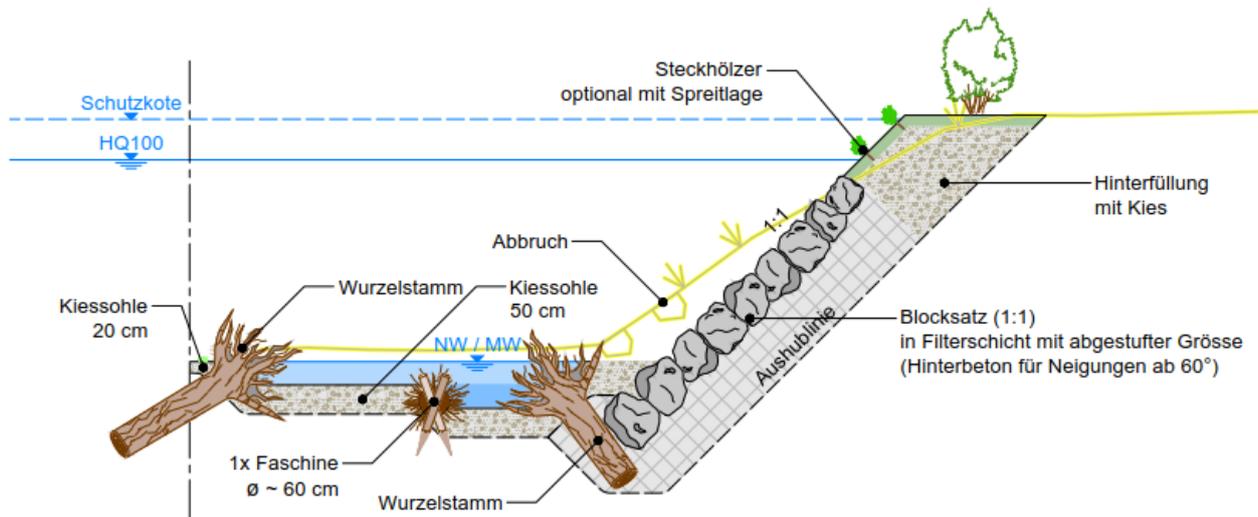


Abbildung 3: Beispiel Normalprofil für übrige Bereiche (Beispielsweise Abschnitt in Oensingen, wo ein steiler Blocksatz zur Erhöhung der Abflusskapazität vorgesehen ist).

Präventive Massnahmen im Rahmen des Projekts

In den übrigen Bereichen sind folgende präventiven Massnahmen geplant:

- bibersichere Uferbereiche (aus Hochwasserschutzgründen gegeben oder zusätzlich vergittert)

Intervention

Zur Wahrung des Hochwasserschutzes sind in den übrigen Bereichen folgende Interventionen möglich:

- Biberdamm entfernen
- Biberbau auffüllen

Wo und welche Eingriffsmassnahmen ausgeführt werden können, muss im Einzelfall entschieden werden. Voraussetzung für einen Eingriff ist eine Interessensabwägung und eine entsprechende Bewilligung des Amt für Wald, Jagd und Fischerei des Kantons Solothurn.

3 Fazit

Quantitative Beurteilung

Insgesamt können sechs Kernlebensräume (vgl. 2.2.1) innerhalb des Projektperimeters realisiert werden, welche sich merheitlich ausserhalb von Siedlungsgebieten befinden (Abschnitte A1, A3, A5, A6, A8 und A9).

Vorhandene Restriktionen, namentlich Siedlungsgebiete (Abschnitte A1, A6 und A7) sowie Infrastrukturanlagen wie die Nationalstrasse A1 (Abschnitt 3) und weitere Strassen (Abschnitt A7) ermöglichen die Ausgestaltung von 8 Teillebensräumen (vgl. 2.2.2). Elf Teilabschnitte werden als übrige Bereiche ausgedehnt (vgl. 2.2.3). Diese liegen in Siedlungen (Abschnitte A2, A4, A5, A7, A9 und A10) oder in Abschnitten mit beidseitigen Restriktionen (Abschnitte A3 und A6) und weisen aufgrund der beengten Platzverhältnisse keine Möglichkeit für zusätzliche Verbreiterungen auf.

Insgesamt stehen dem Biber Kern- und Teillebensräume im Umfang von 11.6 km Länge zur Verfügung, was rund 61 % des 19.1 km langen Projektperimeters ausmachen (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Aufteilung der Lebensräume innerhalb des Projektperimeters.

Lebensraum	Strecke (km)	Anteil (%)
Kernlebensraum	5.4	28
Teillebensraum	6.2	33
übrige Bereiche	7.5	39
Total	19.1	100

Populationsökologische Beurteilung

Gemäss diverser Fachliteratur weisen Biberreviere an Fließgewässern, je nach Qualität des Habitats, eine Länge von 0.5 bis 4.5 km auf. Bei der Suche nach neuen Revieren legen Jungtiere eine Distanz von wenigen Kilometern bis normalerweise 10-20 km zurück. Mit zunehmendem Populationsdruck werden zwischenliegende, qualitativ schlechtere Habitate besiedelt bzw. die bestehenden Reviere verkleinert. Der damit erhöhte Populationsdruck sorgt dafür, dass sich die Biberpopulationen und Anzahl Reviere stabilisiert.

Mit einer angenommenen, mittleren Ausdehnung der Reviere von 3.5 km bietet der Projektperimeter Platz für sechs Biberreviere. Die geplanten 0.25 bis 1.25 km langen Kernlebensräume weisen untereinander eine Distanz zwischen 1.2 und 3.9 km auf. Gemeinsam mit den dazwischenliegenden Teillebensräumen bietet der Projektperimeter Platz für sechs Biberreviere.

Gesamtfazit

Mit einer gezielten Gestaltung der Kernlebensräume wird den Ansprüchen des Bibers im Rahmen des Projekts Rechnung getragen und der Biber in diese Abschnitte gelenkt. In den Teillebensräumen wird der Biber und seine Aktivitäten grundsätzlich toleriert; die Ansprüche werden mit präventiven Massnahmen im Rahmen des Projekts und situativer Beurteilung und Intervention im Rahmen des Betriebs berücksichtigt. In den übrigen Abschnitten steht der Hochwasserschutz an erster Stelle; den unerwünschten Aktivitäten des Bibers (Graben und Dammbau) werden mit präventiven Massnahmen vorgebeugt und mittels Intervention sichergestellt.

Mit der Ausgestaltung der Kern- und Teillebensräume stehen sechs potenzielle Biberreviere zur Verfügung. Aufgrund der populationsökologischen Beurteilung entspricht dies der zu erwartenden Anzahl an Revieren im Projektperimeter.

Weitere Planung

Mit dem vorliegenden Biberkonzept wird auf Stufe Vorprojekt die Grundlage definiert, mit welcher die negativen Auswirkungen des Bibers stufengerecht und bestmöglich minimiert werden. Im Rahmen der weiteren Planung gilt es weiteres Konfliktpotential zu erkennen und weitere präventive (Detail-) Massnahmen zu planen (bspw. Anpassungen Drainagen).

4 Grundlagen

- [1] BAFU, 2016: Konzept Biber Schweiz. Vollzugshilfe des BAFU zum Bibermanagement in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.
- [2] BAFU, 2014: Biber als Partner bei Gewässerrevitalisierungen. Anleitung für die Praxis des BAFU. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.
- [3] Nater S., 2012: Flussbau, Hochwasserschutz und Biber in der Schweiz – Synergien nutzen. Fachartikel in «Wasser Energie Luft», 104. Jahrgang, 2012, Heft 1, Baden.