



Potentialstudie für die Revitalisierung des Alpenrheins

Für den Grensrhein zwischen
Liechtenstein und der Schweiz

Gerald Ringler, Christian Pichler-Scheder, Daniela Csar &
Clemens Gumpinger
Wels, August 2021

Im Auftrag der WERKSTATT FAIRE ZUKUNFT

blattfisch e.U.

Technisches Büro für Gewässerökologie
DI Clemens Gumpinger

blattfisch.at



4600 Wels | Gabelsbergerstraße 7
Tel: 07242/21 15 92 | e-Mail: office@blattfisch.at
FN 443343 a (Landesgericht Wels)

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Rechtlicher Hintergrund	1
2.1	Massgebende Rechtsgrundlagen der Schweiz	1
2.1.1	Anforderungen aus dem WBG und GSchG	1
2.1.2	Anforderungen aus dem NHG	3
2.2	Massgebende Rechtsgrundlagen des Fürstentum Liechtenstein	3
2.2.1	Anforderungen aus dem Rheingesezt	3
2.2.2	Anforderungen aus dem GSchG	4
2.2.3	Anforderungen aus dem NSchG	5
2.3	Rechtsanforderungen aus dem Völkerrecht	5
3	Projektgebiet und Systemgrenzen	6
4	Methodik	7
4.1	Datenverwendung	7
4.2	Plangrundlagen und Betrachtungsvarianten	7
4.3	Randbedingungen	8
4.4	Gewässerraumfestlegung	8
4.4.1	Natürliche Gewässerbite	8
4.4.2	Dynamischer Gewässerraum	9
4.4.3	Minimaler Gewässerraum	9
4.5	Grenzbreiten für das Aufkommen von Auenwald	9
4.6	Randbedingungen für den Hochwasserschutz	11
4.6.1	Übergangsbereiche	11
4.6.2	Dammbreite und Interventionspisten	12
4.7	Erhöhter Gewässerraum nach Roulier	12
4.7.1	Tatsächlich verfügbarer erhöhter Gewässerraum	13
4.8	Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung	13
4.9	Bilanzierung der Auenwaldaufkommen	13
5	Ergebnisse	14
5.1	Variante 1 – theoretische Aufweitungspotentiale	14
5.2	Variante 2a – tatsächliche Aufweitungspotentiale	16
5.3	Variante 2b – auenwaldrelevante Aufweitungspotentiale	17
5.4	Variante 2c – optimierte Aufweitungspotentiale	18
5.5	Zielerfüllung hinsichtlich des erhöhten Gewässerraums	19

5.6	Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung.....	21
5.7	Entwicklungskonzept Alpenrhein (EKA).....	22
5.8	Bilanzierung der Auenwaldentwicklung	22
5.8.1	Längenanalyse	22
5.8.2	Flächenanalyse.....	23
6	Literaturverzeichnis	24

1 Einleitung

Die Regulierung grosser Flüsse in den Alpen und die darauffolgende Trockenlegung ihrer breiten Täler schaffte Siedlungsgebiet und landwirtschaftliche Nutzflächen in Bereichen, die weitgehend vor alpinen Naturgefahren wie Steinschlag, Muren oder Lawinen geschützt sind. Für die Alpenflüsse bilden diese Regulierungen jedoch ein Korsett, das jegliche Entwicklung einer natürlichen Flusslandschaft unterbindet. Die begleitenden Hochwasserschutzdämme stellen einen nötigen Schutz von Menschen und Infrastruktur vor Hochwässern dar und ermöglichen die Besiedelung des Alpenrheintals sowie landwirtschaftlichen Anbau. Innerhalb der Dämme führt die enge und einheitliche Regulierung aber zu einer massiven Verarmung der Flusslandschaft.

Die vorliegende Studie liefert einen Überblick über den rechtlichen Hintergrund zur Wiederherstellung der ökologischen Funktionen in Fliessgewässern im Fürstentum Liechtenstein (FL) und in der Schweizerischen Eidgenossenschaft (CH). Dieser Hintergrund bildet die Grundlage für die Identifikation möglicher Potentiale zur Aufweitung und Revitalisierung des Alpenrheins, der die Grenze zwischen den beiden Ländern darstellt. Neben der Darlegung der Aufweitungspotentiale wird erhoben, in welchen Abschnitten sich durch Revitalisierungen ein natürlicher Auenwaldbestand etablieren kann. Zusätzlich werden die Mindestgrenzen des erhöhten Gewässerraums abgebildet, deren Erreichung erst den Zugang zu Fördermitteln für Renaturierungsvorhaben ermöglicht. Zum Abschluss liefert eine Längen- und Flächenbilanzierung in den als für Aufweitungen geeignet identifizierten Fliessabschnitten eine Abschätzung der Ausdehnung des zu erwartenden Auenwaldaufkommens.

2 Rechtlicher Hintergrund

Der Studienauftrag, Flächen zu bezeichnen, die sich für die Wiederherstellung ökologischer Funktionen eignen, leitet sich aus Bundesgesetzen der Schweiz sowie der Rechtsprechung im EU-Raum ab. Nachfolgend werden Auszüge aus den relevanten Rechtsgrundlagen wiedergegeben.

2.1 Massgebende Rechtsgrundlagen der Schweiz

In der Schweiz sind die rechtlichen Anforderungen an Wasserbauten für den Hochwasserschutz geregelt im Bundesrecht, nämlich im Wasserbaugesetz WBG und Gewässerschutzgesetz GSchG, Bundesgesetz über die Fischerei BGF und Natur- und Heimatschutzgesetz NHG. Massgebend sind insbesondere:

2.1.1 Anforderungen aus dem WBG und GSchG

Das Bundesrecht statuiert sowohl in Art. 4 Abs. 2 WBG als auch in Art. 37 Abs. 2 GSchG (identische) ökologische Anforderungen für bauliche Eingriffe in Fliessgewässer. Diese lauten:

„Art. 4 WBG (Anforderungen), Art. 37 GSchG (Verbauung und Korrektion von Fliessgewässern)

(...)

² Bei Eingriffen in das Gewässer muss dessen natürlicher Verlauf möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden. Gewässer und Gewässerraum müssen so gestaltet werden, dass:

- a. sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können;
- b. die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Gewässern weitgehend erhalten bleiben;

c. eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann.

(...)

³ In überbauten Gebieten kann die Behörde Ausnahmen von Absatz 2 bewilligen.“

Die zitierte Vorschrift verlangt also, dass im Rahmen von wasserbaulichen Eingriffen ein **bestimmter Zustand des Gewässers („natürlicher Verlauf“)** hergestellt wird. Als Eingriffe, welche diese Anforderungen wirksam werden lassen, gelten ohne weiteres wasserbauliche Massnahmen an Gewässern für den Hochwasserschutz. Weil künftige Planungen und Massnahmen auf der Rheinstrecke zwischen Sargans und Illmündung auch die Sicherstellung des Hochwasserschutzes betreffen, müssen die Anforderungen von Art. 4 Abs. 2 WBG (und Art. 37 Abs. 2 GSchG) erfüllt werden. Bei Eingriffen muss daher der natürliche Verlauf des Rheins im Projektperimeter „möglichst“ wiederhergestellt werden. Das Adverb „möglichst“ verpflichtet die Vollzugsbehörden zu einer Interessenabwägung im Einzelfall; und bezieht sich auf die technische Machbarkeit (nicht die politische).¹

Ausnahmen von der Wiederherstellung des natürlichen Verlaufs sind nur zulässig in „überbauten Gebieten“ (Art. 4 Abs. 3 WBG). Dies bedeutet, dass vorliegend in allen Bereichen des Projektperimeters ausserhalb der Bauzonen grundsätzlich eine Wiederherstellung des natürlichen Verlaufs angestrebt werden muss, soweit davon nicht mit einer Interessenabwägung im Einzelfall abgewichen werden kann.

Ausserdem enthalten Art. 4 Abs. 2 WBG und Art. 37 Abs. 2 GSchG wichtige Gestaltungsgebote, welche bei künftigen Massnahmen am Rhein zu beachten sind. Nach Bst. a der genannten Artikel müssen das Gewässer und der (zwingend festzulegende) Gewässerraum² so gestaltet werden, dass sie einer **vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum** dienen können. Die Anforderung an die Vielfalt der Lebensräume muss bei der Gewässerausweitung berücksichtigt werden, etwa indem Bereiche mit unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten, Stillwasserbereiche, dauernde und trocken fallenden Tümpel, gut belichtete und von Gehölz beschattete Flächen geschaffen werden. Mit anderen Worten erfordert die Herstellung von ökologischen Strukturen für die gewässertypischen Tier- und Pflanzenarten beim Alpenrhein auch eine entsprechende Dimensionierung der Flussaufweitungen und Wanderkorridore sowie eine strukturelle laterale und longitudinale Vernetzung.

Die Bst. b und c von Art. 4 Abs. 2 WBG und Art. 37 Abs. 2 GSchG enthalten weitere wichtige Anforderungen an die Gestaltung (Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Gewässern; standortgerechte Ufervegetation). Die Anforderungen von Bst. a, b und c gelten kumulativ³.

¹ BGer. 1A.151/2002 vom 22. Januar 2003 (Giessbach), E. 5.1; BGer. 1A.157/2006 vom 9. Februar 2007 (Vadanabach), E. 3.4 f.; BGer. 1A.62/1998 vom 15. Dezember 1998, E 4d, in: ZBI 101/2000, S. 323.

² Hettich / Jansen / Norer, Kommentar zum Gewässerschutzgesetz und Wasserbaugesetz, Zürich 2016, Art. 37 GSchG N 45; BBI 2008 8043.

³ Hettich / Jansen / Norer, Kommentar zum Gewässerschutzgesetz und Wasserbaugesetz, Zürich 2016, Art. 37 GSchG N 36.

2.1.2 Anforderungen aus dem NHG

Das NHG übt auf Wasserbauten eine direkte und eine weniger direkte Wirkung aus. Die direkte Wirkung ergibt sich aus den Vorschriften zur Ufervegetation in Art. 21 NHG:

„Art. 21 NHG (Ufervegetation)

¹ Die Ufervegetation (Schilf- und Binsenbestände, Auenvegetationen sowie andere natürliche Pflanzengesellschaften im Uferbereich) darf weder gerodet noch überschüttet noch auf andere Weise zum Absterben gebracht werden.

² Soweit es die Verhältnisse erlauben, sorgen die Kantone dafür, dass dort, wo sie fehlt, Ufervegetation angelegt wird oder zumindest die Voraussetzungen für deren Gedeihen geschaffen werden.“

Von Bedeutung ist insbesondere Absatz 2. Dieser verstärkt die Vegetations-Anforderung von Art. 4 Abs. 2 Bst. c WBG und Art. 37 Abs. 2 Bst. c GSchG für das wiederherzustellende Fließgewässer. Der Gesetzgeber bezweckt damit, das ökologische System der Gewässer und Uferbereiche zu sanieren.

Eine weniger direkte, aber dennoch klare Forderung ergibt sich aus Art. 18 Abs. 1 und Art. 18b Abs. 2 NHG. Nach Art. 18 Abs. 1 NHG ist „dem Aussterben einheimischer Tier- und Pflanzenarten durch die Erhaltung genügend grosser Lebensräume (Biotope) und andere geeignete Massnahmen entgegenzuwirken“. Nach Art. 18b Abs. 2 NHG sorgen die Kantone in „intensiv genutzten Gebieten inner- und ausserhalb von Siedlungen“ für ökologischen Ausgleich mit Feldgehölzen, Hecken, Uferbestockungen oder mit anderer naturnaher und standortgemässer Vegetation. Diese Vorschriften verstärken generell die Wirkung von Art. 4 Abs. 2 WBG und Art. 37 Abs. 2 GSchG.

2.2 Massgebende Rechtsgrundlagen des Fürstentum Liechtenstein

Die rechtlichen Grundlagen des Fürstentum Liechtenstein bezüglich Wasserbauten sind im Landesrecht geregelt, in erster Linie im Rheingesezt, dem Gesetz zum Schutz von Natur und Landschaft (NSchG) sowie dem Gewässerschutzgesetz (GSchG), welches 2011 angepasst wurde um die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der Europäischen Union zu implementieren. Im Rahmen dieser Anpassung wurden auch Inhalte der schweizerischen Gewässerschutzgesetzgebung, insbesondere zu den Themenbereichen Revitalisierung, Gewässerraum, Sunk und Schwall sowie Geschiebehaushalt, teilweise übernommen (siehe Bua Nr.85/2010; <https://bua.regierung.li/BuA/default.aspx?nr=85&year=2010&erweitert=true>).

2.2.1 Anforderungen aus dem Rheingesezt

Der Geltungsbereich (Art 1) des Gesetzes bezieht sich auf die Errichtung und den Unterhalt der Rheinschutzbauten sowie (unter Vorbehalt von Abs. 4) auf alle anderen Massnahmen im Bereich des Rheines und im Einmündungsbereich des Binnenkanals. Andere Gesetze, hier wird insbesondere auch das Gewässerschutzgesetz (GSchG) genannt, finden jedoch Anwendung, wenn im Rheingesezt keine besonderen Vorschriften enthalten sind. Bezüglich Massnahmen an den Rheinschutzbauten hält das Rheingesezt Art 6 dann auch ausdrücklich fest, dass die Interessen der Umwelt zu berücksichtigen, und das Landschaftsbild sowie die Lebensräume der Pflanzen und Tiere zu wahren sind.

2.2.2 Anforderungen aus dem GSchG

Art. 25 GSchG Gewässerraum: Wie auch in der Schweiz ist der Raumbedarf der Fliessgewässer (Gewässerraum) festzulegen, der für die Gewährleistung der ökologischen Funktionen des Gewässers und den Schutz vor Hochwassern erforderlich ist.

Art. 31 GSchG Anforderungen bei Verbauungen und Korrekturen: Wie bereits erwähnt wurde das Schweizer Recht zu bestimmten Themen in der Liechtensteinischen Gesetzgebung rezipiert. Artikel 4 WBG und Artikel 31 GSchG (Verbauung und Korrektur von Fliessgewässern) unterscheiden sich deshalb nur geringfügig:

1) Fliessgewässer dürfen nur verbaut oder korrigiert werden, wenn:

- a. der Schutz von Menschen oder erheblichen Sachwerten es erfordert;
- b. es für eine Nutzung der Wasserkraft nötig ist; oder
- c. dadurch der Zustand eines bereits verbauten oder korrigierten Gewässers im Sinne dieses Gesetzes verbessert werden kann.

2) Wird ein Fliessgewässer verbaut oder korrigiert, so muss der natürliche Verlauf des Gewässers möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden. Gewässer und Gewässerraum müssen so gestaltet werden, dass:

- a. sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können;
- b. die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischem Gewässer weitgehend erhalten bleiben;
- c. eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann.

Das Urteil des Verwaltungsgerichtshofes (VGH 2020/030) präzisiert, dass Fliessgewässer nur verbaut oder korrigiert werden dürfen, wenn (unter anderem) der Zustand eines bereits verbauten und korrigierten Gewässers verbessert werden könne (Art 31 Abs 1 Bst c GSchG), was bedeute, dass der natürliche Verlauf des Gewässers möglichst wiederhergestellt werden müsse (Art 31 Abs 2 GSchG) und Massnahmen ergriffen werden müssen, um oberirdische Gewässer in einen möglichst naturnahen Zustand überzuführen und so die oberirdischen Gewässer als Lebensräume zu verbessern (Art. 34 Abs. 1 GSchG).

Art 34 GSchG (Verbesserung der oberirdischen Gewässer als Lebensräume), Art 4 WRRL (Umweltziele): Das GSchG sowie die WRRL enthalten beide eine Verbesserungspflicht um den Zustand der Gewässer als Lebensräume zu verbessern. Gemäss GSchG sind Massnahmen zu ergreifen um oberirdische Gewässer in einen möglichst naturnahen Zustand überzuführen (Art. 34).

Bezüglich der Verbesserungspflicht hält das Urteil (VGH 2020/030) fest, dass das Gewässerschutzgesetz nicht nur das Verbot der Verschmutzung und Verursachung sonstiger Nachteile für Gewässer enthält, sondern auch das Gebot der Verbesserung des Zustandes von Gewässern. Dies zeige sich schon im Zweckartikel des Gewässerschutzgesetzes, wonach das Gesetz auch der Wiederherstellung natürlicher Lebensräume im und am Wasser und der Sicherung der natürlichen Funktionen des Wasserkreislaufes diene. Auch die Wasserrahmenrichtlinie enthalte nicht nur ein Verschlechterungsverbot (Pflicht zur Verhinderung der Verschlechterung), sondern auch ein Verbesserungsgebot (Verbesserungspflicht). Darauf wies auch der Europäische Gerichtshof im Urteil zur Rechtssache C-46113 hin. Das Endziel der Wasserrahmenrichtlinie bestehe darin einen «guten Zustand» aller Oberflächengewässer zu erreichen (Verbesserungspflicht). Die Richtlinie beschränke sich dabei nicht auf die programmatische Formulierung blosser Ziele der

Bewirtschaftungsplanung, sondern entfalte eine verbindliche Wirkung. Zudem enthalte sie nicht allein grundsätzliche Verpflichtungen, sondern betreffe auch konkrete Vorhaben.

GSchG 41a (Umweltziele): Die Wasserrahmenrichtlinie hält in ihrem Anhang V die Umweltziele für die unterschiedlichen Wasserkörper fest. Gemäss «Bewirtschaftungsplan und Massnahmenprogramm nach Wasserrahmenrichtlinie» wird der Rhein als «erheblich veränderter Wasserkörper» eingestuft. Die Frist für die Erreichung der Umweltziele lief bereits am 1. Mai 2021 ab (Art 41b).

Art 41a Umweltziele

2) Künstliche und erheblich veränderte oberirdische Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass:

a) eine nachteilige Veränderung ihres ökologischen Potenzials und chemischen Zustands vermieden wird; und

b) ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand gemäss Anhang V der Richtlinie 2000/60/EG erhalten oder erreicht wird.

Für die Zielerreichung gemäss WRRL bedeutet dies für den Rhein, dass das «gute ökologische Potential» erhalten oder wiederhergestellt werden muss. *«Das gute ökologische Potenzial muss dabei nicht wesentlich vom guten ökologischen Zustand abweichen. Solange Massnahmen technisch machbar und vertretbar sind, ist das Potenzial nicht erreicht. Entsprechend sind alle verträglichen Massnahmen für die Sanierung umzusetzen.»*

Werden gewisse Kriterien erfüllt, kann die Regierung für bestimmte Gewässer weniger strenge Ziele festlegen. Doch auch bei weniger strengen Umweltzielen ist bei Oberflächengewässern der bestmögliche ökologische und chemische Zustand zu erreichen.

2.2.3 Anforderungen aus dem NSchG

Im Liechtensteinischen Recht gibt es keine spezifischen Verpflichtungen bezüglich der Wiederherstellung von Ufervegetation. Ufergehölze sowie naturnahe stehende und fliessende Gewässer einschliesslich ihrer Ufer und deren Vegetation zählen jedoch gemäss Art 6 zu den besonders schützenswerten Lebensräumen.

Ähnliche indirekte, aber klare Forderungen wie das NHG sind auch im Naturschutzgesetz zu finden. So sind auf der gesamten Landesfläche alle einheimischen Pflanzen- und Tierarten zu erhalten sowie ihre Lebensräume zu bewahren, zu fördern und zu schaffen (Art 1, sowie Art 24). Ebenso streben Land und Gemeinden an, dass sich ökologisch bedeutsame Lebensräume mit entsprechenden Verbindungselementen wie ein Netz über die gesamte Landesfläche verteilen. Wo Bedarf besteht, schaffen sie die Voraussetzungen, dass entsprechende neue Lebensräume entstehen können (Art 7). Zudem sorgen Land und Gemeinden in intensiv genutzten Gebieten innerhalb der Bauzone sowie in den landwirtschaftlichen Gunstlagen für einen angemessenen ökologischen Ausgleich. Als Ausgleichsflächen gelten Schutzgebiete, Pufferzonen, extensiv genutzte Flächen mit Bäumen, Hecken, Uferbestockungen, gegliederte und abgestufte Waldränder, Hochstammobstgärten, Naturgärten und begrünte Dächer sowie andere naturnahe und standortgemässe Vegetation (Art 8).

2.3 Rechtsanforderungen aus dem Völkerrecht

Nebst den obgenannten Rechtsgrundlagen, die in erster Linie im betreffenden Staat zu beachten sind, enthalten völkerrechtliche Abkommen, denen sowohl die Schweiz wie auch Liechtenstein beigetreten sind,

wichtige Vorgaben für die Wiederherstellung des Rheins und die Verbesserung der Gewässerlebensräume. Diese müssen bei Planungen am gleichsam von der Schweiz wie von Liechtenstein beachtet werden. Zu erwähnen sind insbesondere

I. UN Übereinkommen zum Schutz und zur Nutzung grenzüberschreitender Wasserläufe und internationaler Seen (SR 0.814.20):

Nach Art. 2 Ziffer 2 Bst. d müssen die Vertragsparteien alle geeigneten Massnahmen ergreifen, um

„den Schutz und gegebenenfalls die Wiederherstellung von Ökosystemen sicherzustellen“.

In der Schweiz und in Liechtenstein werden dadurch die zielgleiche Vorgabe von Art. 4 Abs. 2 WBG (CH) respektive Art. 31 GSchG (FL) zusätzlich legitimiert.

II. Übereinkommen über die biologische Vielfalt (SR 0.451.43):

Nach Art. 2 Ziffer 2 Bst. d muss jede Vertragspartei möglichst

„beeinträchtigte Ökosysteme sanieren und wiederherstellen sowie die Regenerierung gefährdeter Arten fördern, unter anderem durch die Entwicklung und Durchführung von Plänen (...)“.

Auch diese Vorgabe untermauert die sinngemässe Vorgabe von Art. 4 Abs. 2 WBG in der Schweiz sowie Art. 31 GSchG in Liechtenstein.

3 Projektgebiet und Systemgrenzen

Das für die Potentialanalyse betrachtete Projektgebiet erstreckt sich zwischen Rheinkilometer 34,3 bei Sargans/Fläsch und Rheinkilometer 62 flussauf der Ill-Mündung und hat damit eine Gesamtlänge von 27,7 km. Der Rhein definiert auf den flussaufwärtigen 27,2 km dieser Strecke die Landesgrenze zwischen dem Fürstentum Liechtenstein (FL) und der Schweizerischen Eidgenossenschaft (CH), konkret dem Kanton St. Gallen. Auf den verbleibenden 500 m ist der Rhein die Grenze zwischen der Schweiz und Österreich (AT). Die Systemgrenzen im Norden und Süden werden von den genannten Rheinkilometern gebildet. Für die Ost-West-Erstreckung des Projektgebiets wurden jene rheinnahen Flächen berücksichtigt, die sich generell für Revitalisierungen eignen würden (siehe Kapitel 4.3), wobei die entsprechenden Systemgrenzen mittels des digitalen Höhenmodells entlang jener Isohypse festgelegt wurden, die 10 m über dem Wasserspiegel des Alpenrheins verläuft. Das durch die Systemgrenzen definierte Projektgebiet ist in Abb. 1 dargestellt.

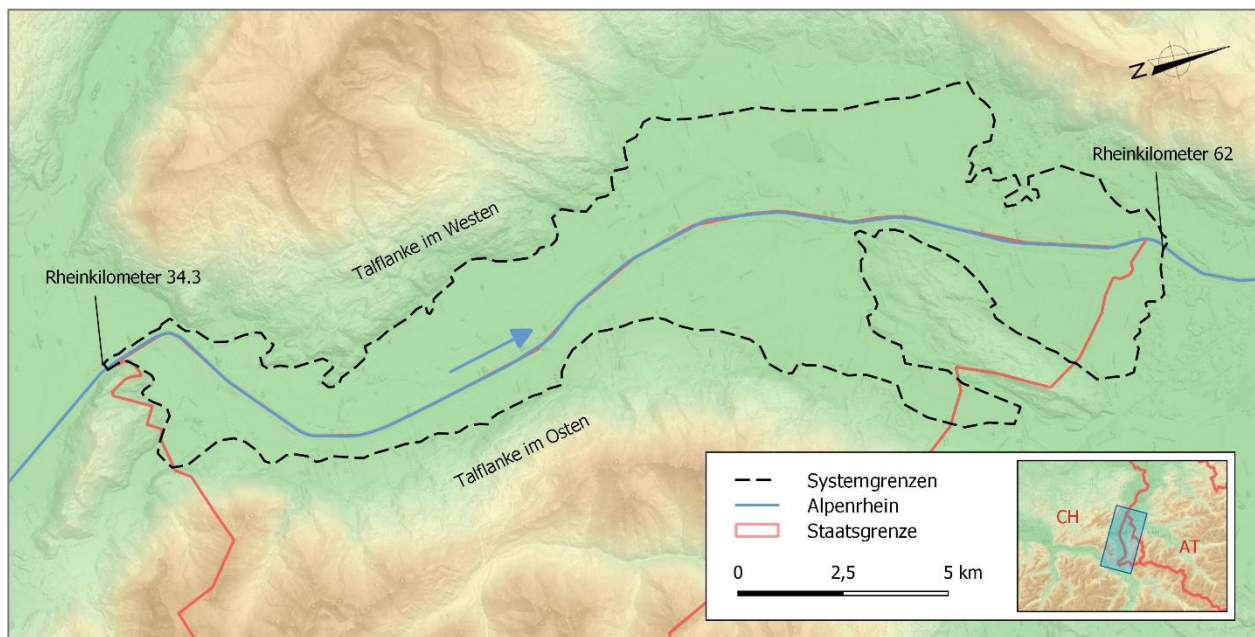


Abb. 1 Übersichtskarte des Projektgebiets der Potentialstudie.

4 Methodik

4.1 Datenverwendung

Für die Lokalisierung der potentiellen Revitalisierungsräume – im Folgenden «Aufweitungspotentiale» genannt – wurden folgende Geodaten in einem GIS-Projekt überlagert:

- Nutzungsdaten, darunter fallen:
 - Landwirtschaftliche Nutzflächen
 - Verkehrsflächen
 - Wohngebiete oder Gewerbegebiete
 - Natur- und Landschaftsschutzgebiete
 - Waldreservate und Wildtierkorridore

Darüber hinaus wurden die Ergebnisse des Fachgutachtens der Flussbau AG (Schälchli, 2020) sowie die Methodik des Bundesamts für Umwelt (BAFU) (Paccaud & Roulier, 2013) für die Potentialstudie herangezogen.

4.2 Plangrundlagen und Betrachtungsvarianten

Für die Ausarbeitung der unterschiedlichen Aufweitungsvarianten wurden die folgenden Plangrundlagen verwendet:

- Minimaler und dynamischer Gewässerraum (Kapitel 4.4.3) auf Basis der natürlichen Sohlbreite (Schälchli, 2020)
- Grenzbreiten für das Aufkommen von Auenwald (Kapitel 4.5) (Schälchli, 2020)
- Erhöhter Gewässerraum (Paccaud & Roulier, 2013)

- Wildtierkorridore entsprechend Bundesamt für Umwelt (BAFU) (Kapitel 4.8)

Innerhalb der Systemgrenzen laut Kapitel 3 wurden vier unterschiedliche Varianten für Aufweitungspotentiale ermittelt:

- **Variante 1:** Potentiell verfügbare Flächen für Revitalisierungen, die von harten Randbedingungen begrenzt werden (Kapitel 4.3) – **theoretische Aufweitungspotentiale**
- **Variante 2a:** Verschneidung der Variante 1 mit den notwendigen Hochwasserschutzmassnahmen (Kapitel 4.6) – **tatsächliche Aufweitungspotentiale**
- **Variante 2b:** Wie Variante 2a, aber nur jene Abschnitte, die die zur Entwicklung von Auenwald notwendige Gewässerbreite aufweisen (minimaler Gewässerraum = Grenzbreite für Aufkommen von 50 % Auenwald zuzüglich 30 m Uferbereiche) – **auenwaldrelevante Aufweitungspotentiale**
- **Variante 2c:** Wie Variante 2b, nur mit optimierten Übergangsbereichen zwischen Aufweitungspotentialen und Regulierungsabschnitten. – **optimierte Aufweitungspotentiale**

Um feststellen zu können, ob die **Zielerfüllung hinsichtlich des erhöhten Gewässerraums** nach Roulier (Kapitel 4.7) gegeben ist, wurde schliesslich auf Basis der Plangrundlage für den erhöhten Gewässerraum unter Berücksichtigung irreversibler Restriktionen («harter Randbedingungen») der tatsächlich verfügbare erhöhte Gewässerraum im Untersuchungsgebiet ermittelt. Dieser wurde mit Variante 2c, der aus fachlicher Sicht optimalen und daher prioritär verfolgungswerten Variante, verschnitten.

In einem letzten Schritt wurde die Variante 2c (optimierte Aufweitungspotentiale) mit den vom BAFU ausgewiesenen **Wildtierkorridoren von überregionaler Bedeutung** verglichen.

4.3 Randbedingungen

Flächen, die sich nicht für den Einbezug in die Potentialanalyse und für die Rheinrevitalisierung eignen, sind überbautes Siedlungsgebiet, Autobahn- oder Eisenbahnflächen oder grössere Betonbrücken. Die genannten Flächentypen wurden als «harte Randbedingungen» betrachtet und nicht in die Potentialanalyse einbezogen. Auch der Liechtensteiner Binnenkanal wurde als eines der ökologisch wertvollsten Gewässer in Liechtenstein als harte Randbedingung für Aufweitungspotentiale angesehen.

Demgegenüber wurde Kulturland sehr wohl in die Potentialanalyse einbezogen, ebenso Flächen, welche mit verrückbaren Infrastrukturen belegt sind («weiche Randbedingungen»).

4.4 Gewässerraumfestlegung

4.4.1 Natürliche Gewässerbreite

Die Breite der natürlichen Sohle, die durch bettbildende Abflüsse (HQ₂/HQ₅) regelmässig umgelagert wird, bildet die Grundlage zur Berechnung des Gewässerraums. Im Fachgutachten der Flussbau AG (Schälchli, 2020) wurde die natürliche Gewässerbreite in einem ersten Schritt durch planimetrische Untersuchung historischer Karten festgelegt.

4.4.2 Dynamischer Gewässerraum

Aufgrund anthropogener Veränderungen wie Wasserkraftausbau und Geschiebeentnahme musste die natürliche Sohlbreite angepasst – konkret: reduziert – werden. Wasserkraftwerke verursachen eine Reduktion der bettbildenden Abflüsse und vermindern die natürliche Sohlbreite um ca. 9 %, Geschiebeentnahmen führen zu einer weiteren Abnahme der Sohlbreite um ca. 15 %. (Schälchli, 2020)

Der Gewässerraum, der sich auf diese angepasste natürliche Sohlbreite bezieht, wird in weiterer Folge als «dynamischer Gewässerraum» bezeichnet (Tab. 1).

4.4.3 Minimaler Gewässerraum

Für den «minimalen Gewässerraum» wird der dynamische Gewässerraum um einen beidseitigen ca. 15 m breiten Uferstreifen entsprechend der BAFU-Schlüsselkurve (Paccaud & Roulier, 2013; hiernach "Roulier") ergänzt (Tab. 1).

Tab. 1 Dynamischer und minimaler Gewässerraum (Schälchli, 2020).

Abschnitt	Rheinkilometer [Fkm]		Dynamischer Gewässerraum [m]	Minimaler Gewässerraum [m]
	Obergrenze	Untergrenze		
Systemgrenze - Trübbach	34,30	35,90	355	390
Trübbach - Säga	35,90	40,20	210	240
Säga - Buchs	40,20	49,50	315	340
Buchs - Sennwald	49,50	61,90	225	255
Sennwald - Systemgrenze	61,90	62,00	215	245

4.5 Grenzbreiten für das Aufkommen von Auenwald

Als Grundlage für die Ermittlung der tatsächlichen Aufweitungspotentiale (Variante 2a) diene ebenso das Fachgutachten der Flussbau AG (Schälchli, 2020). Darin sind jene Grenzbreiten angeführt, welche für die Entwicklung von Auenwald im dynamischen Gewässerraum nötig sind. Diese Grenzbreiten sowie die Breiten aus historischen Karten, die als Grundlage für deren Ermittlung herangezogen worden sind, sind in Abb. 2 dargestellt.

Aufgrund anthropogener Veränderungen durch Wasserkraftanlagen und Geschiebeentnahme wurden die Grenzbreiten von (Schälchli, 2020) für das Auenwaldaufkommen angepasst. Die angepassten Grenzbreiten sind in Abb. 3 dargestellt.

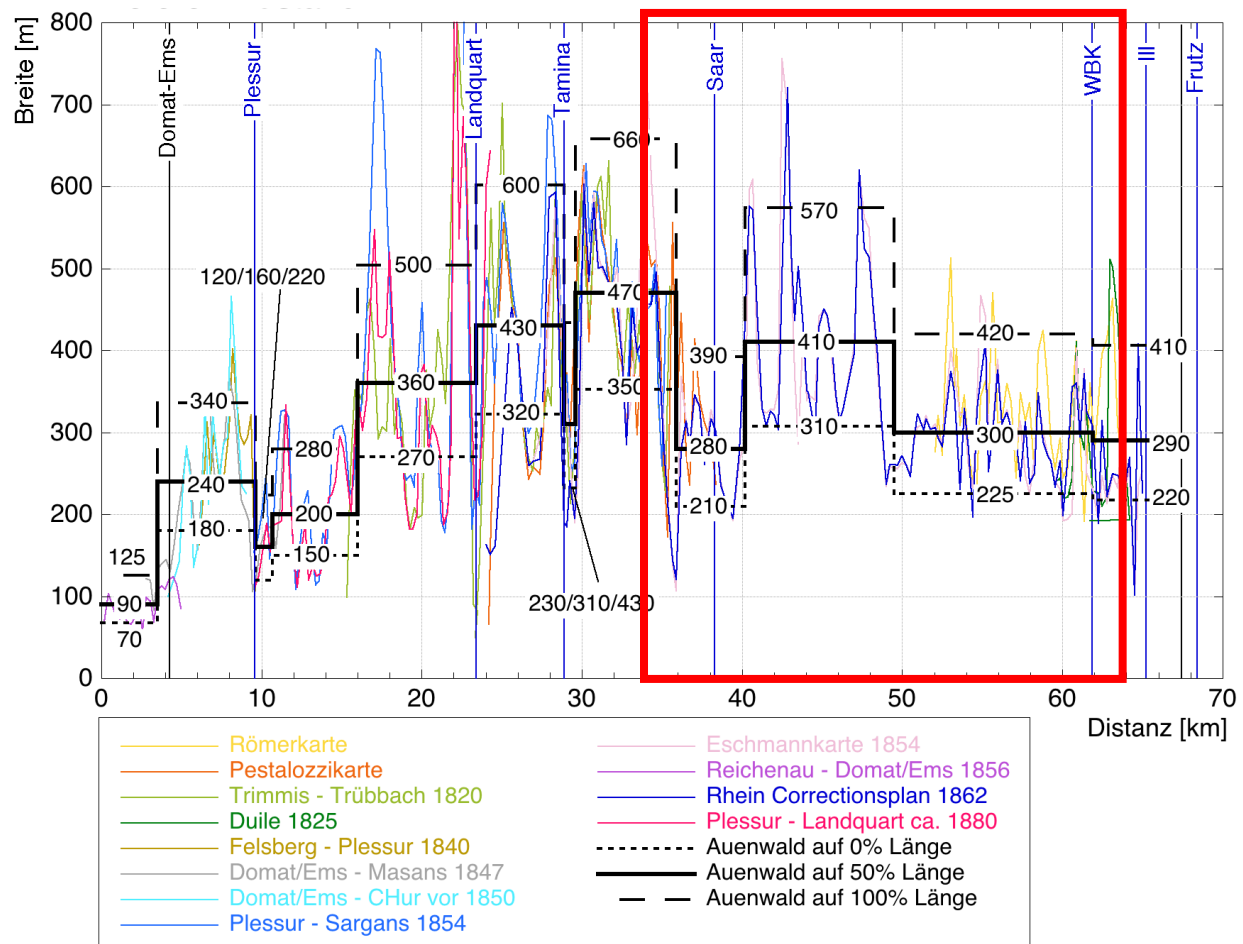


Abb. 2 Grenzbreiten für das Aufkommen von Auenwald unter Annahme der natürlichen Sohlenbreite (=Referenzzustand aus historischen Karten) laut Kapitel 4.4.1 (Quelle: Schälchli, 2020); das rote Rechteck markiert den Untersuchungsbereich der Potentialstudie.

In Tab. 2 sind die für die vorliegende Potentialstudie aus dem Fachgutachten von (Schälchli, 2020) übernommenen Grenzbreiten für das Aufkommen von Auenwald im dynamischen Gewässerraum nach Kapitel 4.4.2 abgebildet, wobei die drei dort verwendeten Kategorien für die Klassifizierung von Auenwaldentstehung wie folgt definiert sind:

Auenwald auf 0 % der Länge

Ist der Abstand zwischen den Uferverbauungen kleiner als die angegebene Breite (punktierte Linie), so kann davon ausgegangen werden, dass (zwischen den Uferverbauungen) keine bedeutenden Gehölzbestände (Weichholzaue) aufkommen.

Auenwald auf 50 % der Länge

Bei Erreichen der Ø Sohlenbreite (dicke schwarze Linie) kann davon ausgegangen werden, dass auf der Hälfte der Gerinnelänge Auenwald vorhanden ist (auf der Hälfte des Abschnitts war die Sohle schmaler als die Ø Breite, die andere Hälfte war breiter).

Auenwald auf 100 % der Länge

Ist der Abstand zwischen den Uferverbauungen grösser als die angegebene Breite (gestrichelte Linie), so kann davon ausgegangen werden, dass (zwischen den Uferverbauungen) auf nahezu der gesamten Länge Auenwald (Weichholz- und Hartholzaue) vorhanden ist.

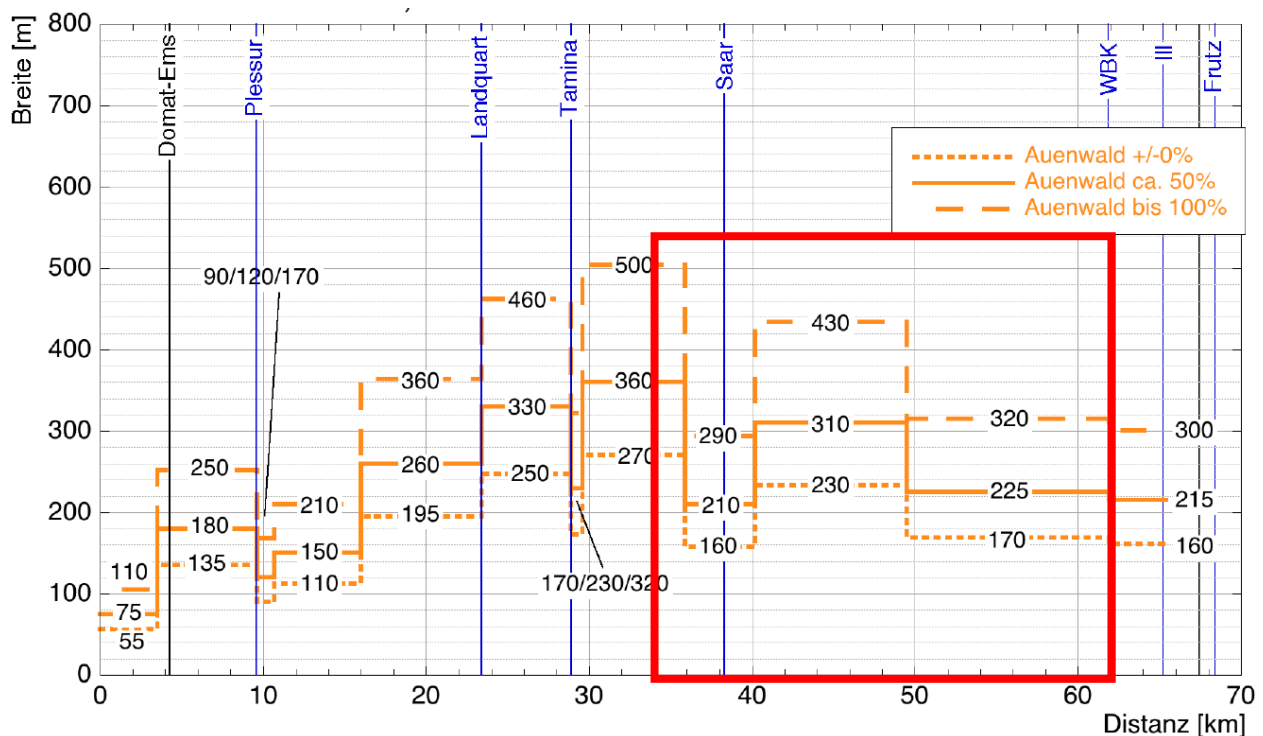


Abb. 3 Grenzbreiten für das Aufkommen von Auenwald unter Berücksichtigung der Sohlenbreite mit reduziertem Hochwasserabfluss und reduzierter Geschiebefracht laut Kapitel 4.4.2 (Quelle: Schälchli, 2020); rotes Rechteck markiert den Untersuchungsbereich der Potentialstudie.

Tab. 2 Grenzbreiten für die Entstehung von Auenwald (Quelle: Schälchli, 2020).

Abschnitt	Rheinkilometer [Fkm]		Grenzbreite für das Aufkommen von Auenwald [m]		
			Auenwald auf ...% der Länge		
	Obergrenze	Untergrenze	+/-0%	ca. 50%	bis 100%
Systemgrenze - Trübbach	34,30	35,90	270	360	500
Trübbach - Säga	35,90	40,20	160	210	290
Säga - Buchs	40,20	49,50	230	310	430
Buchs - Sennwald	49,50	61,90	170	225	320
Sennwald - Systemgrenze	61,90	62,00	160	215	300

4.6 Randbedingungen für den Hochwasserschutz

Für die Festlegung des tatsächlichen Aufweitungspotentials mussten verschiedene Zwangspunkte wie hochrangige Infrastrukturen, Siedlungsgebiete oder Brücken berücksichtigt werden, die durch Dammstrukturen vor Hochwasser geschützt werden müssen und die Breite möglicher Aufweitungen einschränken.

4.6.1 Übergangsbereiche

Um hydraulisch ungünstige Situationen zu vermeiden, wurde vor und nach begrenzenden Zwangspunkten jeweils ein Übergangsbereich mit sukzessive zu- bzw. abnehmender Gewässerbreite eingeplant. In diesen Abschnitten vergrößert bzw. verengt sich die Gerinnebreite mit einem Winkel von 20° zur Flussachse. In Abb. 4 ist eine Gewässeraufweitung mit solchen vor- und nachgeschalteten Übergangsbereichen beispielhaft dargestellt.

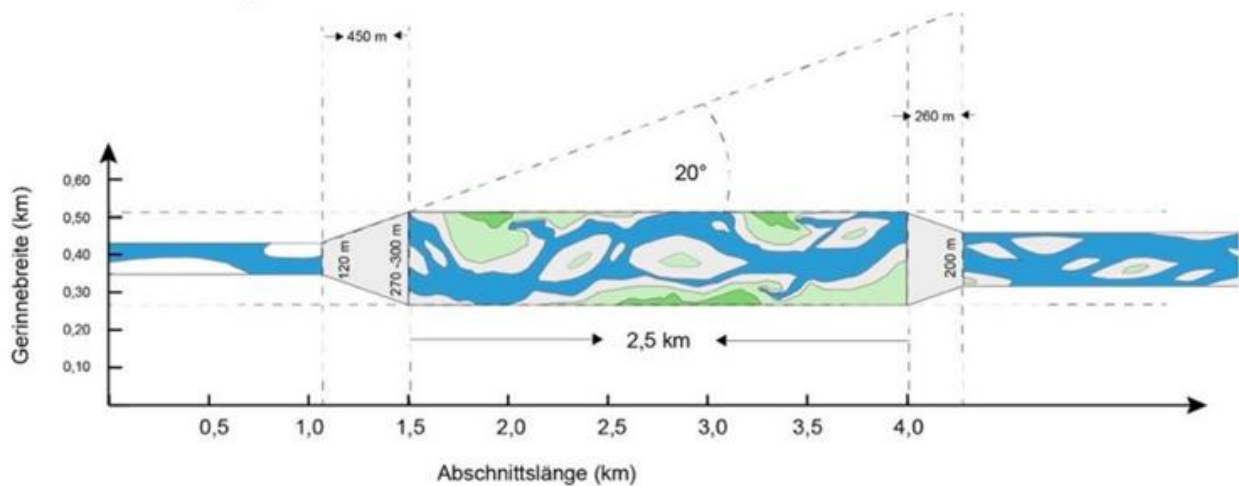


Abb. 4 Übergangsbereiche vergrößern bzw. verengen die Gerinnebreite mit einem Winkel von 20° zur Flussachse (Quelle: Schulz et al., 2018).

4.6.2 Dammbreite und Interventionspisten

Für zukünftige Aufweitungen am Rhein ist für eine einfachere Bewirtschaftung der Hochwasserschutzdämme eine flachere Böschung vorgesehen. Ebenso muss eine Interventionspiste eingeplant werden, die eine schnelle Zufahrt von Einsatzfahrzeugen ermöglicht. In Summe ergibt sich dadurch eine Zone von 65 m Breite, die zwischen den begrenzenden Randbedingungen und dem dynamischen Gewässerraum freigehalten werden muss.

Zudem sieht der Strategiebericht des Amtes für Strassen der Schweiz einen Mindestabstand zwischen Autobahn und Aussendamm von 21 m vor (Richtwert des Bundesamtes für Strassen der Schweiz ASTRA).

4.7 Erhöhter Gewässerraum nach Roulier

Die Festlegung des erhöhten Gewässerraums von grossen Gewässern (Sohlbreite über 15 m) erfolgt in der Schweiz vorwiegend nach der BAFU-Methode Roulier. Im Ergebnis legt diese Methode die Breite und strukturelle Beschaffenheit von Gewässern als Lebensraum und Wanderkorridor fest. Die BAFU-Methode nach Roulier wird bei grossen Flussbauprojekten standardmässig angewandt. Die Methode wurde vom Bund entwickelt, um schweizweit Flussbauprojekte miteinander vergleichen zu können sowie eine standardisierte und objektive Grundlage für die Berechnung der Bundessubventionen zu erhalten.

Mit der Methode nach Roulier wird ein Zielerfüllungsgrad für die ökologische Funktionsfähigkeit ermittelt. Bei 100 % ökologischer Zielerfüllung seien nach der Methode sämtliche natürlichen Gewässerfunktionen im aquatischen, amphibischen und terrestrischen Bereich erfüllt, und somit sämtliche Anforderungen an die schweizerischen Gewässerschutzbestimmungen (Art. 36a GSchG, Art. 4. WBG, Art. 37 GSchG). In der Schweiz sind Bundessubventionen an den ökologischen Zielerreichungsgrad geknüpft. Bei 80 % ökologischer Zielerreichung gemäss Roulier kann laut Programmvereinbarungen der Bundesumweltbehörde der Schweiz mit dem maximalen Subventionssatz für Einzelprojekte gerechnet werden.

Der erhöhte Gewässerraum wird in der vorliegenden Potentialstudie für die Erreichung von 80 % sowie 100 % der ökologischen Zielerfüllung dargestellt (Tab. 3).

Tab. 3 Dynamischer, minimaler sowie erhöhter Gewässerraum im Untersuchungsgebiet des Alpenrheins.

Abschnitt	Rheinkilometer [Fkm]		Dynamischer Gewässerraum [m]	Minimaler Gewässerraum [m]	Erhöhter Gewässerraum für die Erfüllung der nat. Funktionen [m]	
	Obergrenze	Untergrenze			80%	100%
Systemgrenze - Trübbach	34,30	35,90	355	390	680	880
Trübbach - Säga	35,90	40,20	210	240	400	520
Säga - Buchs	40,20	49,50	315	340	590	770
Buchs - Sennwald	49,50	61,90	225	255	430	560
Sennwald - Systemgrenze	61,90	62,00	215	245	410	530

4.7.1 Tatsächlich verfügbarer erhöhter Gewässerraum

Da in die Beurteilung der natürlichen Funktionen auch der amphibische und der terrestrische Bereich einzubinden sind, sind die Grenzen für die Zielerfüllung des erhöhten Gewässerraums zum Teil unabhängig von den harten Randbedingungen der theoretischen Aufweitungspotentiale, die sich primär auf den aquatischen Raum beziehen. Demzufolge wurde für die Studie auf Basis einer Experteneinschätzung ein tatsächlich verfügbarer erhöhter Gewässerraum ausgewiesen, der Restriktionen wie Infrastruktur und Siedlungsgebiet berücksichtigt.

4.8 Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung

Auf der Internetseite des Bundesamts für Umwelt der Schweiz kann die Lage der Wildtierkorridore abgerufen werden (<https://www.bafu.admin.ch>). Jene Wildtierkorridore mit überregionaler Bedeutung, die im Untersuchungsgebiet zu liegen kommen, wurden in die Potentialstudie übernommen (Abb. 5) und mit den optimierten Aufweitungspotentialen überlagert.

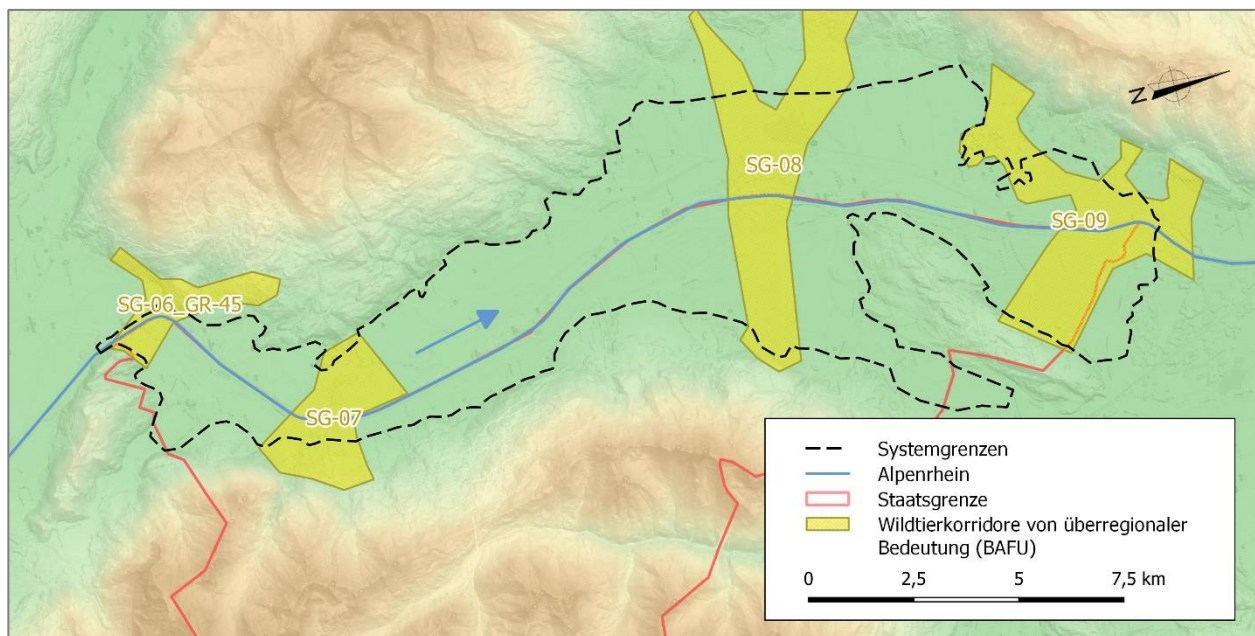


Abb. 5 Wildtierkorridore mit überregionaler Bedeutung (BAFU Internetseite).

4.9 Bilanzierung der Auenwaldaufkommen

Für die Flächenanalyse wurde die im Ist-Zustand vorliegende Fläche des Alpenrheins mit jener des optimierten Aufweitungspotentials verglichen. Neben dem reinen Flächenbedarf wurde zusätzlich

untersucht, auf welchem Anteil der optimierten Aufweitungspotentiale sich voraussichtlich Auenwald entwickeln wird.

5 Ergebnisse

Die folgenden Längenprofile geben Auskunft über die Breiten im Flussverlauf sowie über die Zielerreichung aus ökologischer Sicht. Im Anhang findet sich eine gesammelte Kartendarstellung der Varianten sowie eine Karte mit der Zielerfüllung hinsichtlich des erhöhten Gewässerraums, aus der die Lage der Aussengrenzen für das jeweilige Szenario abgelesen werden kann.

5.1 Variante 1 – theoretische Aufweitungspotentiale

Abb. 6 zeigt in Form der rot gestrichelten Kurve die maximalen Bettbreiten für die theoretischen Aufweitungspotentiale sowie – als Fläche unter dieser Kurve – die potentiell verfügbaren Revitalisierungsflächen, die durch harte Randbedingungen wie Siedlungsgebiete und Infrastruktureinrichtungen begrenzt werden. Vergleichend ist in der Abbildung die Bettbreite des Alpenrheins im Ist-Zustand dargestellt. Momentan ist der Alpenrhein entlang der gesamten Grenze zwischen Liechtenstein und der Schweiz auf eine Gerinnebreite von ca. 100 m reguliert und hat somit praktisch keine Breitenvarianz.

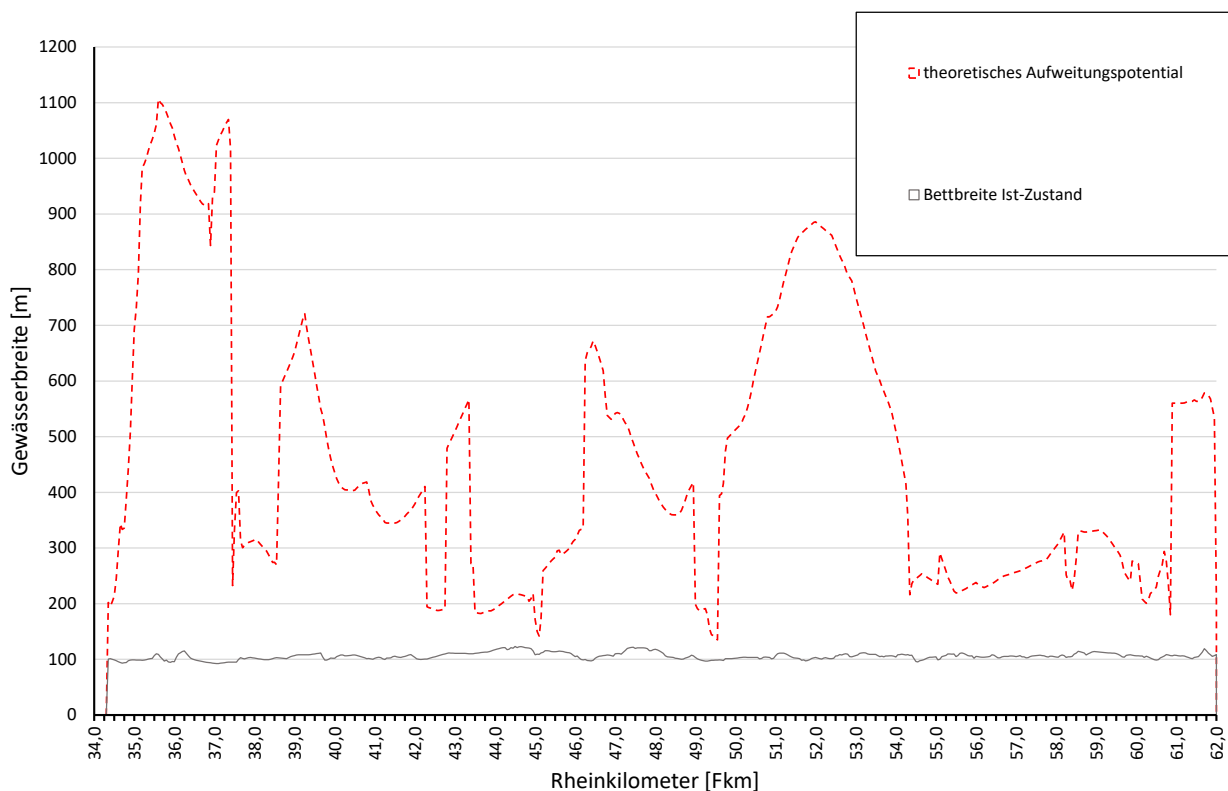


Abb. 6 Theoretische Aufweitungspotentiale im Längsverlauf des Alpenrheins im Untersuchungsgebiet.

Der Abgleich der theoretischen Aufweitungspotentiale mit dem minimalen Gewässerraum (Abb. 7) gibt einen ersten Eindruck davon, in welchen Abschnitten unter Berücksichtigung der harten Randbedingungen die natürliche Sohlbreite (der dynamische Gewässerraum) überhaupt noch erreicht werden kann. Im Umkehrschluss zeigt der Vergleich, wo die begrenzenden Randbedingungen eine Rückführung in einen dynamischen Gewässerraum verhindern.

Darüber hinaus verdeutlicht die Darstellung, dass erst mit Erreichung des minimalen Gewässerraums die Sohlbreite ausreicht, damit sich Auenwald auf zumindest 50 % der Länge entwickeln kann.

In Abb. 7 ist ebenso ersichtlich, dass zwischen Rheinkilometer 54,5 und 60,7 das Aufweitungspotential stark eingeschränkt ist. In diesem Abschnitt wird der Liechtensteiner Binnenkanal sehr nahe am Rhein geführt und begrenzt als harte Randbedingung in diesem Bereich die Aufweitungspotentiale.

Da es sich beim minimalen Gewässerraum um eine theoretische Grösse – hergeleitet über die planimetrische Untersuchung historischer Karten – handelt, kann es vorkommen, dass dieser aufgrund harter Randbedingungen vom theoretischen Aufweitungspotential unterschritten wird.

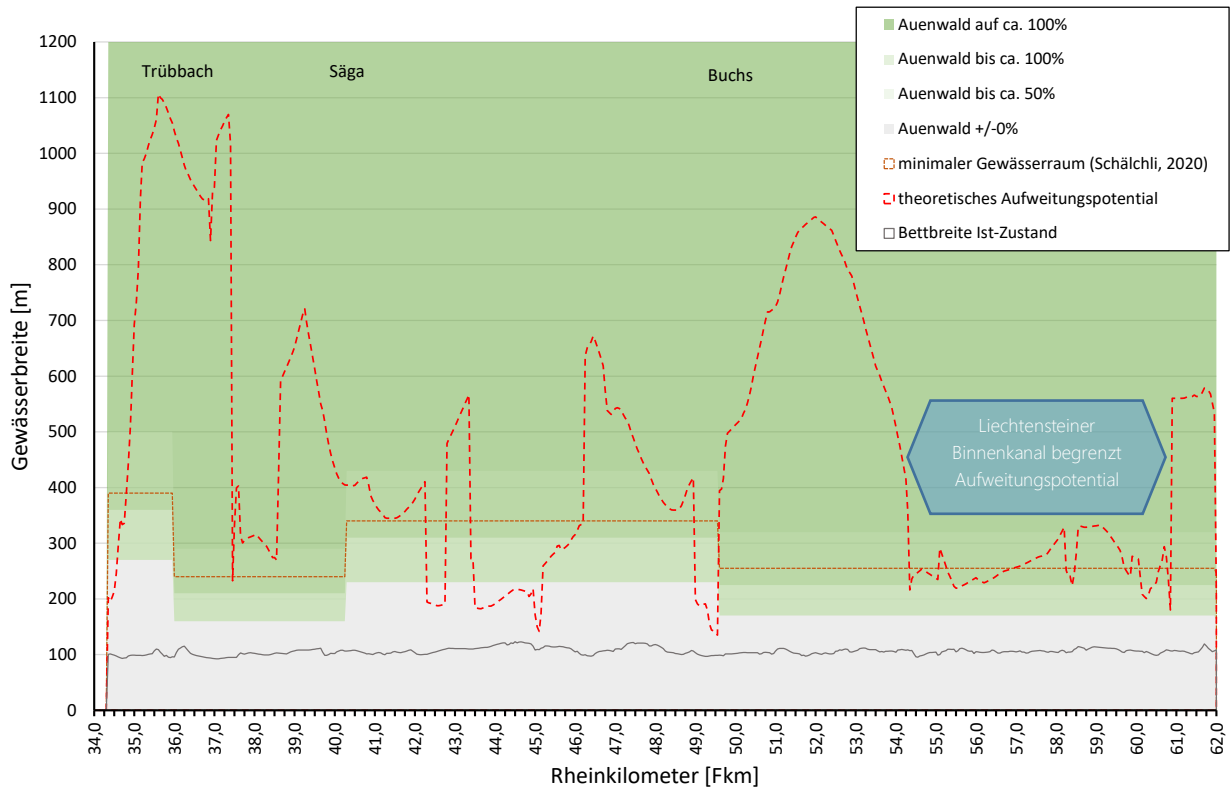


Abb. 7 Minimaler Gewässerraum sowie Grenzbreiten für Auenwaldaufkommen im Längsverlauf des Alpenrheins im Untersuchungsgebiet.

5.2 Variante 2a – tatsächliche Aufweitungspotentiale

Unter Berücksichtigung künftiger breiterer Dämme (siehe Kapitel 4.6) können aus den theoretischen Ausweitungspotentialen die tatsächlichen Aufweitungspotentiale abgeleitet werden (Abb. 8).

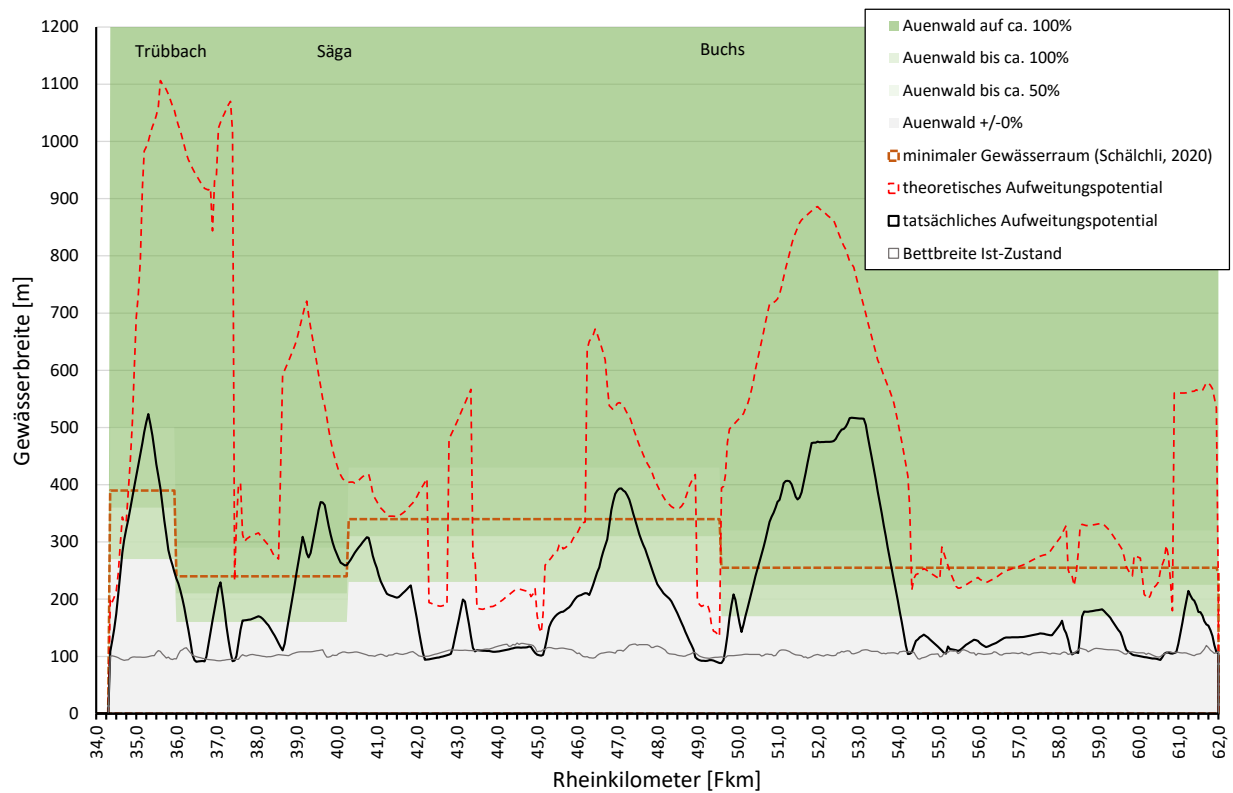


Abb. 8 Tatsächliche Aufweitungspotentiale im Längsverlauf des Untersuchungsgebiets.

5.3 Variante 2b – auenwaldrelevante Aufweitungspotentiale

Legt man den Fokus der Aufweitungspotentiale (AP) auf jene Abschnitte, die bei einer Aufweitung die Grenzbreite des minimalen Gewässerraums erreichen, können die auenwaldrelevanten Aufweitungspotentiale (Abb. 9, blau eingefärbte Bereiche) dargestellt werden. Die dunkelblauen horizontalen Balken entlang der X-Achse verdeutlichen, dass nur in vier Abschnitten die Grenzbreiten des minimalen Gewässerraums überschritten werden und sich im Umkehrschluss in einem Grossteil des Untersuchungsgebiets durch Revitalisierungen kein Auenwald entwickeln kann. Die auenwaldrelevanten Aufweitungspotentiale sind zusätzlich in Tab. 4 aufgelistet.

Tab. 4 Liste der auenwaldrelevanten Aufweitungspotentiale sowie der dazwischenliegenden Bestands-Abschnitte.

Beschreibung	Rheinkilometer [Fkm]		Länge [m]
	Obergrenze	Untergrenze	
Systemgrenze	34,30	-	-
Bestand	34,30	34,45	150
Aufweitungspotential 1	34,45	36,50	2050
Bestand	36,50	38,65	2150
Aufweitungspotential 2	38,65	40,60	1950
Bestand	40,60	46,05	5450
Aufweitungspotential 3	46,05	49,00	2950
Bestand	49,00	50,00	1000
Aufweitungspotential 4	50,00	54,25	4250
Bestand	54,25	62,00	7750
Systemgrenze	-	62,00	-
Gesamtlänge:			27700

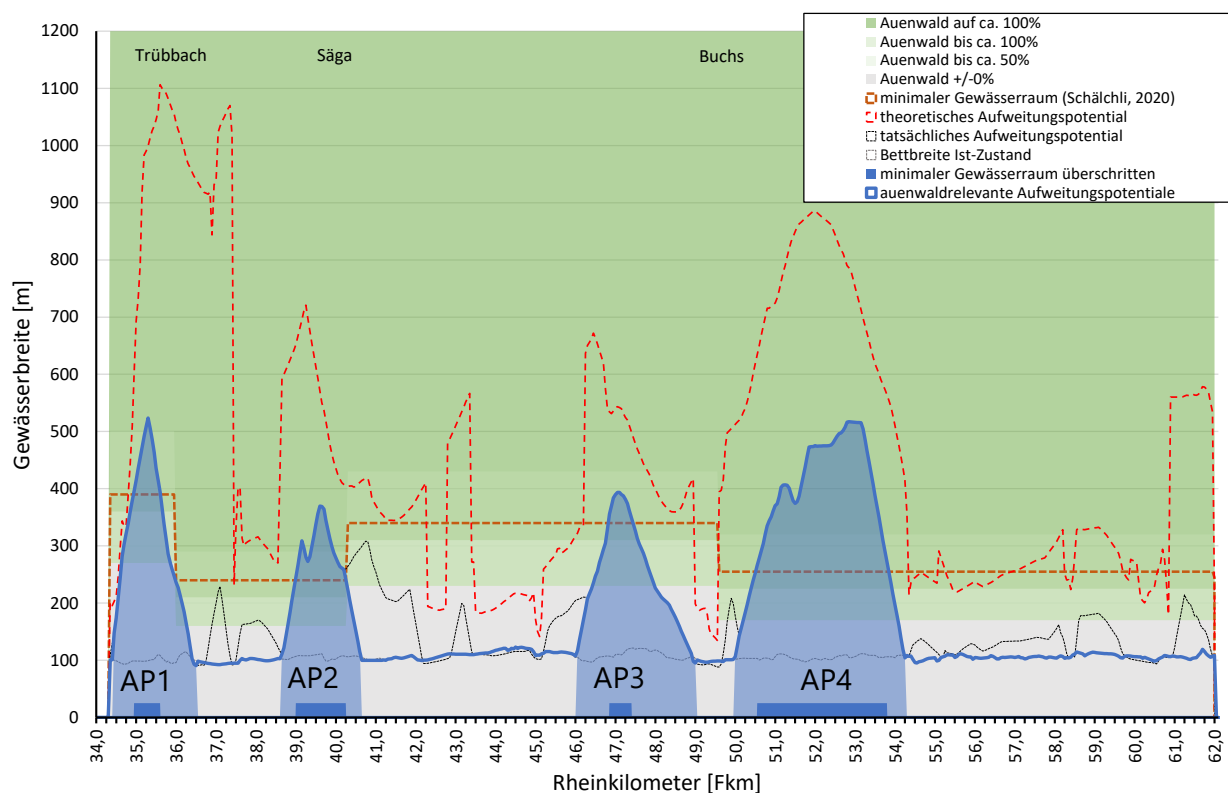


Abb. 9 Auenwaldrelevante Aufweitungspotentiale im Längsverlauf des Untersuchungsgebiets.

5.4 Variante 2c - optimierte Aufweitungspotentiale

Für eine bessere Längsverzahnung der einzelnen Aufweitungspotentiale (AP) muss die Länge der Abschnitte zwischen den Aufweitungen reduziert werden. Hierzu wird einerseits vorgeschlagen die Aufweitungspotentiale zu erweitern. Des Weiteren werden zusätzliche Aufweitungen vorgeschlagen, in denen zwar kein potentiell Auenwaldauflkommen prognostiziert wird, deren Standort aber als wichtiger Trittstein (TS) zur Verbindung der auenwaldrelevanten Aufweitungspotentiale dienen soll.

Dadurch können die regulierten Bereiche zwischen den Aufweitungspotentialen verkürzt und zerteilt, und eine bessere Verbindung der Aufweitungen untereinander gewährleistet werden (Tab. 5, Abb. 10).

Tab. 5 Liste der Längen der optimierten Aufweitungspotentiale inklusive Trittsteine.

Beschreibung	Rheinkilometer [Fkm]		Länge [m]
	Obergrenze	Untergrenze	
Systemgrenze	34,30	-	-
Bestand	34,30	34,45	150
Aufweitungspotential 1	34,45	36,50	2050
Bestand	36,50	36,75	250
Trittstein 1	36,75	37,35	600
Bestand	37,35	38,65	1300
Aufweitungspotential 2	38,65	42,15	3500
Bestand	42,15	42,85	700
Trittstein 2	42,85	43,45	600
Bestand	43,45	45,20	1750
Aufweitungspotential 3	45,20	49,00	3800
Bestand	49,00	50,00	1000
Aufweitungspotential 4	50,00	54,25	4250
Bestand	54,25	60,90	6650
Trittstein 3	60,90	61,95	1050
Bestand	61,95	62,00	50
Systemgrenze	-	62,00	
		Gesamtlänge:	27700

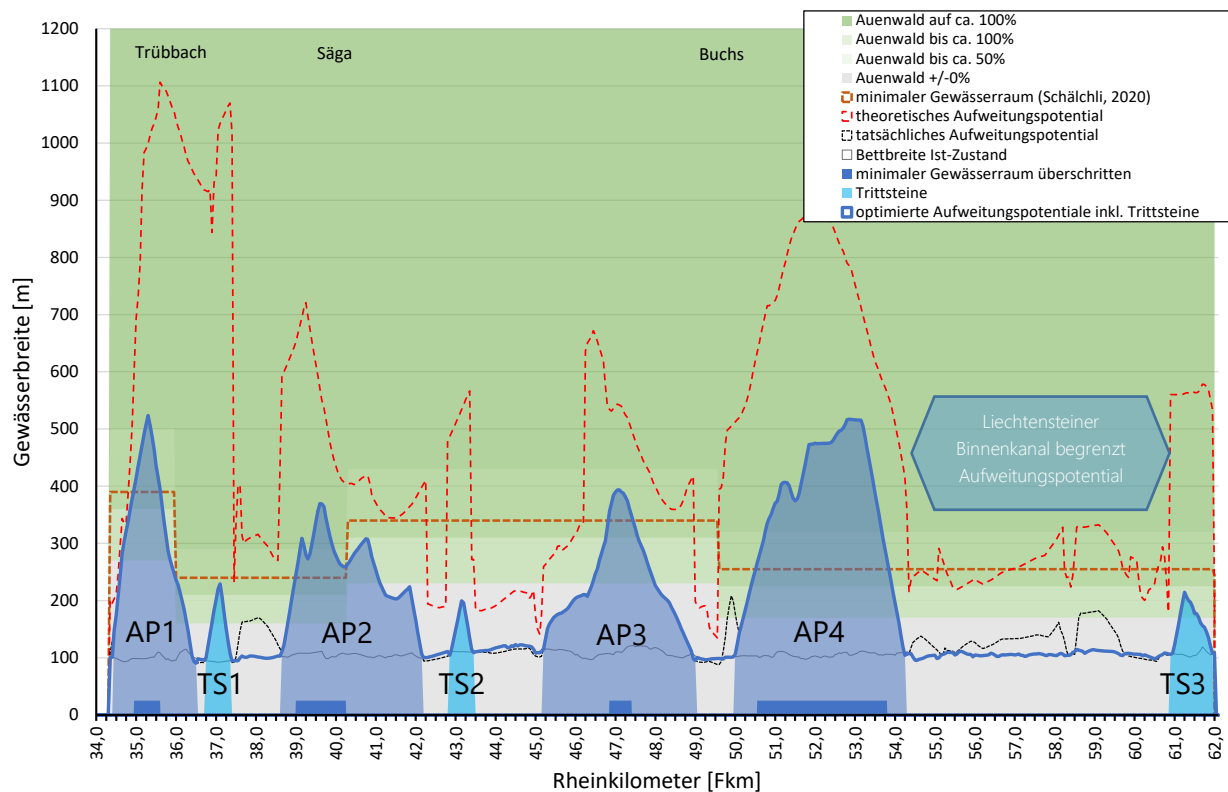


Abb. 10 optimiertes Aufweitungspotential im Längsverlauf des Untersuchungsgebiets.

5.5 Zielerfüllung hinsichtlich des erhöhten Gewässerraums

Die nach Roulier ermittelten Gewässerräume wurden mit dem tatsächlich verfügbaren Gewässerraum überlagert. Die Abschnitte, in denen mit Aufweitungen die ökologischen Ziele nach Roulier erreicht werden, sind in Abb. 11 als violette (80% Zielerfüllung) bzw. blaue Flächen (100% Zielerfüllung) dargestellt.

Der Abgleich der optimierten Aufweitungspotentiale mit den Bereichen, in denen zumindest 80 % des erhöhten Gewässerraums erreicht werden können (Abb. 12), ermöglicht die Einschätzung, inwieweit Fördermittel für Revitalisierungen in Anspruch genommen werden können. Im Zentrum des Aufweitungspotentials 4 mit seiner maximalen Gewässerbreite kann allein durch Revitalisierungsmassnahmen das Ziel von 80 % des erhöhten Gewässerraums erreicht werden. Überall sonst bedarf es einer «Ergänzung» (rosarote Pfeile) um zusätzliche Lebensraum aufwertungen auch ausserhalb der Dämme, um die Grenzbreite zur Zielerfüllung zu erreichen.

Etwa ab Rheinkilometer 54,5 begleitet der Liechtensteiner Binnenkanal – eines der gewässerökologisch höchstwertigsten Gewässer des Landes – den Alpenrhein in geringem Abstand. Aufgrund dessen Schutzwürdigkeit wurde bewusst davon Abstand genommen, den Alpenrhein in diesem Abschnitt aufzuweiten.

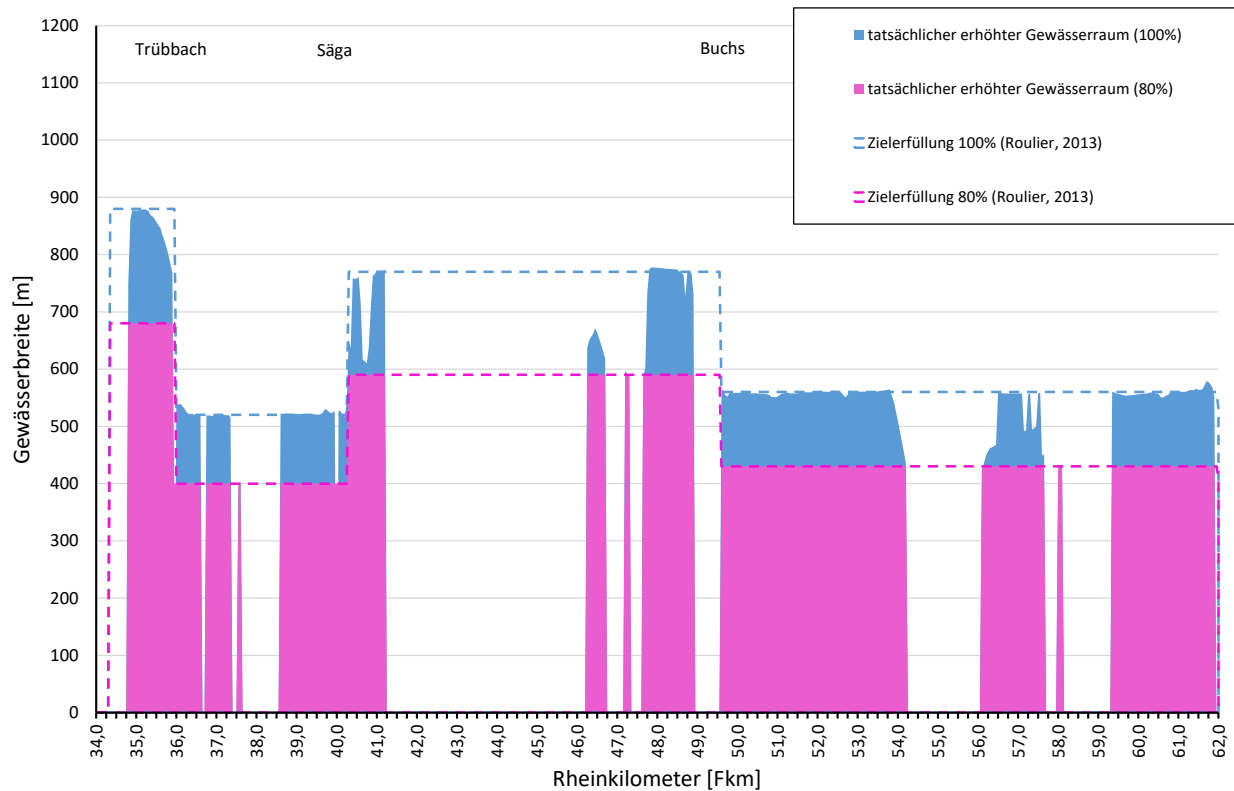


Abb. 11 Erhöhter Gewässerraum (Zielerfüllung nach Roulier) und tatsächlich verfügbarer erhöhter Gewässerraum im Längsverlauf des Untersuchungsgebiets.

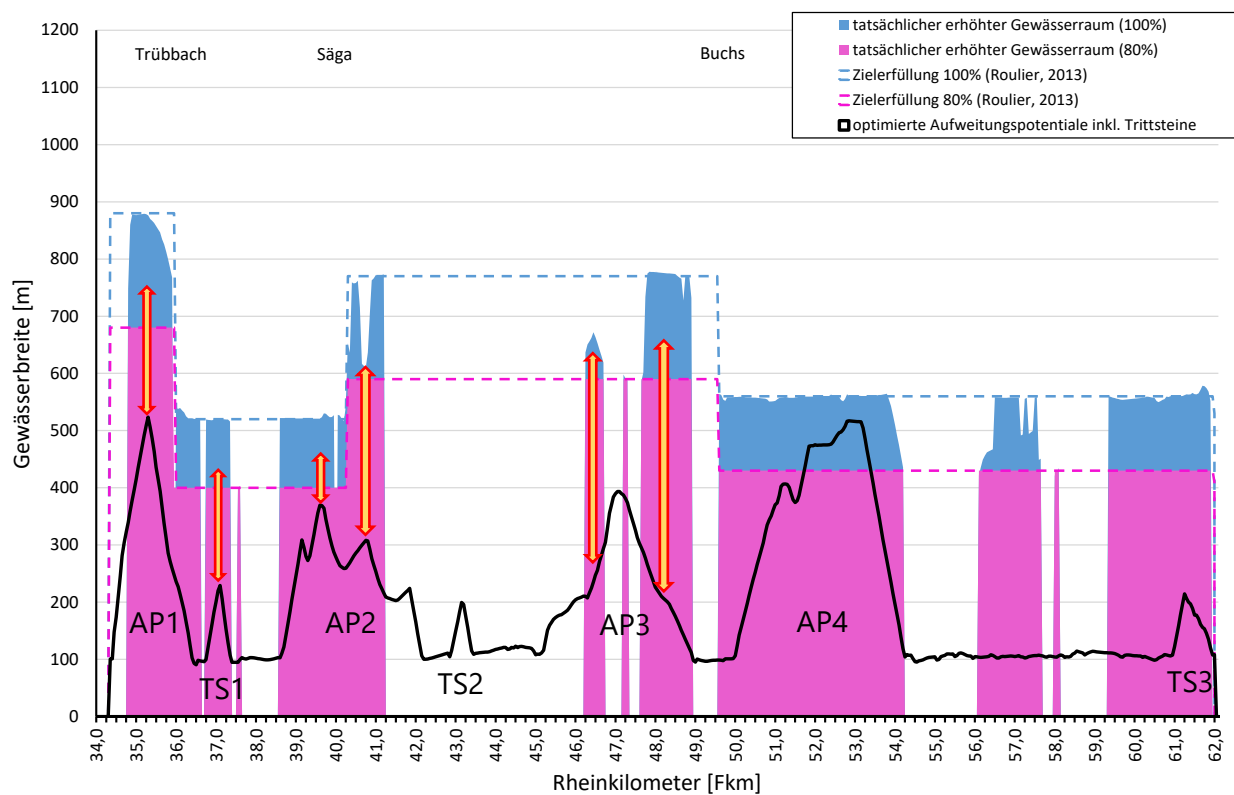


Abb. 12 Verschneidung des tatsächlichen verfügbaren erhöhten Gewässerraums mit den optimierten Aufweitungspotentialen.

5.6 Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung

Der Abgleich der Wildtierkorridore mit den optimierten Aufweitungspotentialen ist in Abb. 13 dargestellt. Das Aufweitungspotential 1 deckt sich mit dem Wildtierkorridor SG-06_GR-45, ebenso überschneidet sich der Wildtierkorridor SG-07 mit dem zweiten Aufweitungspotential. Der Korridor SG-08 liegt gänzlich im Aufweitungspotential 4. Im Bereich des Wildkorridors SG-09 wurde wegen des Liechtensteiner Binnenkanals kein Aufweitungspotential eingezeichnet.

Der Abgleich der tatsächlichen Aufweitungspotentiale mit den überregionalen Wildtierkorridoren ist in zweierlei Hinsicht hervorzuheben. Einerseits zeigt die Darstellung, dass Wildtiere auf ihren Wanderrouen menschliche Siedlungsgebiete und verbautes Gebiet meiden. Dies deckt sich mit den tatsächlichen Aufweitungspotentialen, da diese nur in Gewässerabschnitten mit geringer Besiedlung umsetzbar sind. Weiters zeigt der Vergleich wie wichtig diese Revitalisierungen nicht nur für den aquatischen Raum, sondern auch für den terrestrischen Bereich sind.

Dank der Anpassung des Übergangsbereichs flussab des Aufweitungspotentials 2 kommt es zu einer deutlich besseren Überlagerung mit dem Wildtierkorridor SG-07, der ansonsten auf etwa der Hälfte seiner Breite ausserhalb der Aufweitung zu liegen gekommen wäre (Abb. 13).

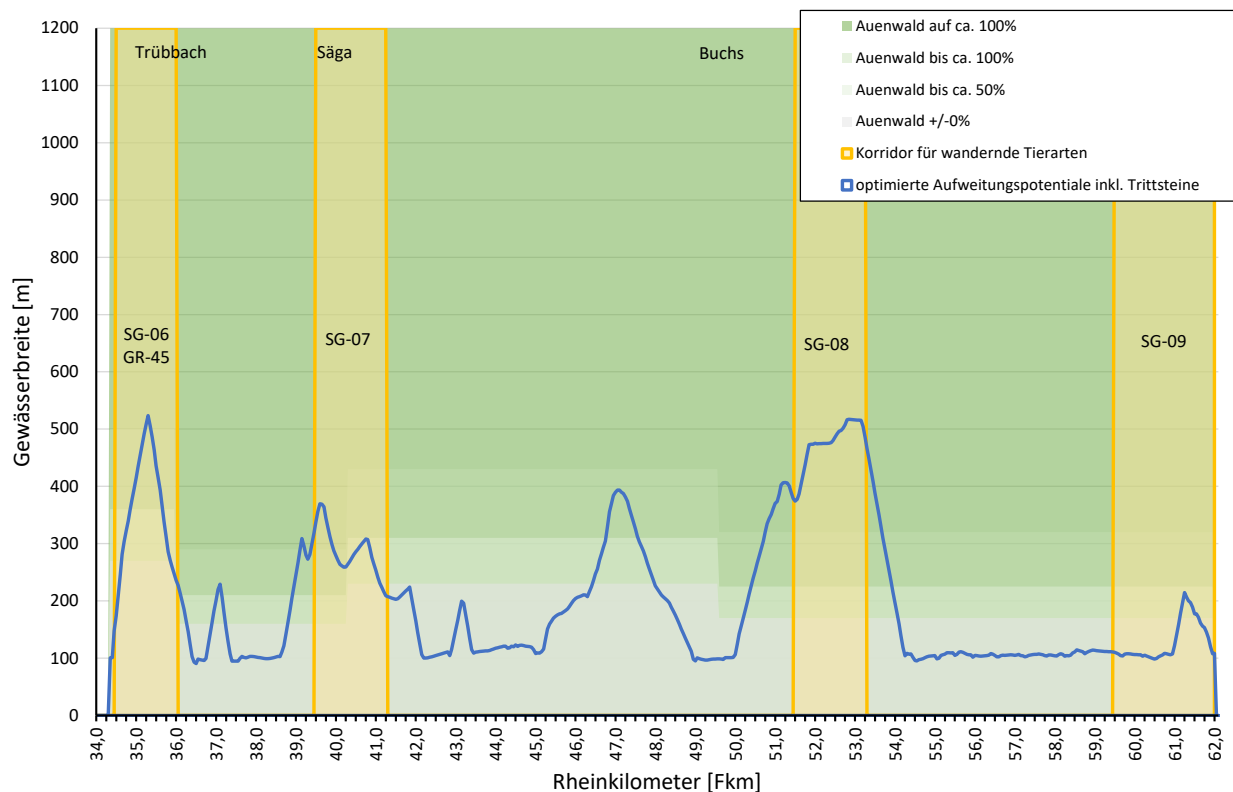


Abb. 13 Wildtierkorridore (laut BAFU) und optimierte Aufweitungspotentialen im Längsverlauf des Alpenrheins im Untersuchungsgebiet.

5.7 Entwicklungskonzept Alpenrhein (EKA)

Die Ergebnisse dieser Potentialstudie wurden auch mit dem Entwicklungskonzept Alpenrhein (EKA) (IRKA & IRR, 2005) verglichen. Die Lage der EKA-Massnahmen im Untersuchungsgebiet sind in Abb. 14 dargestellt.

Ebenso sind die EKA-Massnahmen im beiliegenden Plan eingezeichnet. Dabei ist zu beachten, dass die Polygone der EKA-Massnahmen die Aussengrenzen definieren und keine Übergangsbereiche und Dammbreiten berücksichtigt wurden.

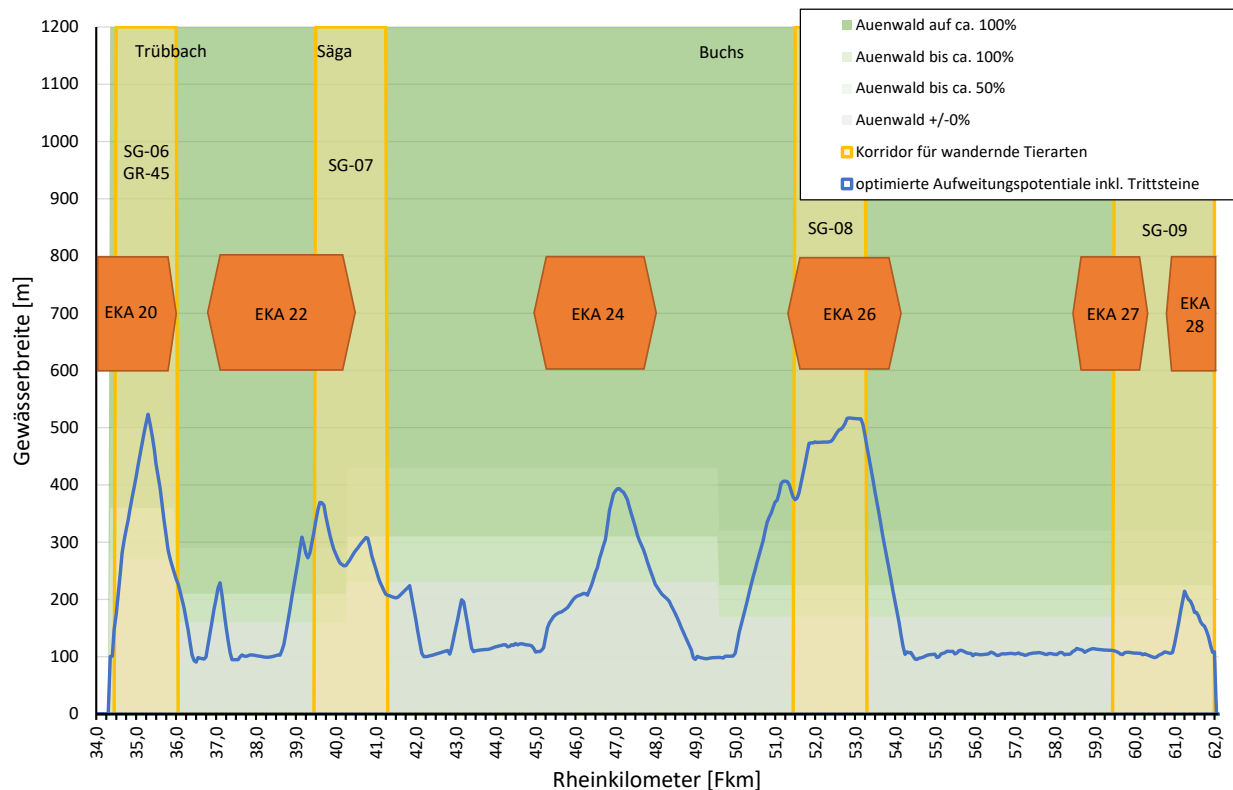


Abb. 14 Abgleich der optimierten Aufweitungspotentiale mit den Wanderkorridoren und der Lage der EKA-Massnahmen.

5.8 Bilanzierung der Auenwaldentwicklung

Die Bilanzierung wird nur für die von den Autorinnen *innen als Idealvariante vorgeschlagene Variante 2c (optimierte Aufweitungspotentiale) durchgeführt, weil die Varianten 2a und 2b aus ihrer Sicht qualitativ hinter Szenario 2c zurückstehen.

5.8.1 Längenanalyse

In Tab. 6 sind die Fließlängen dem jeweiligen prognostizierten Auenwaldaufkommen zugeordnet. Aktuell kann auf 27,7 km, also auf der gesamten Fließlänge im Projektgebiet, aufgrund der geringen Gewässerbreite kein Auenwald aufkommen. Die Gesamtlänge der optimierten Aufweitungspotentiale beträgt ca. 146,2 km und entspricht damit rund 58,5 % der Gesamtstrecke des Alpenrheins im Projektgebiet. 24,7 % dieser Strecke (also 6,85 km) entfallen allerdings auf Übergangsbereiche und Trittsteine, in denen aufgrund zu geringer Flussbettbreiten kein Auenwaldaufkommen erwartet wird.

Tatsächlich ist also auf gut einem Drittel oder 9,35 km des Alpenrheins im Untersuchungsgebiet mit Auenwaldaufkommen zu rechnen.

Tab. 6 Auenwaldaufkommen in den optimierten Aufweitungspotentialen bezogen auf die Fließlänge.

	Abschnittslänge [km]	Anteil [%]
<u>Ist-Zustand</u>		
Gesamtlänge	27,70	100%
Auenwald +/-0% (reguliertes Abflussprofil)	27,70	100%
<u>optimierte Aufweitungspotentiale</u>		
Gesamtlänge	16,20	58,5% (100,0%)
Auenwald +/-0% (hauptsächlich Übergangsbereiche & Trittsteine)	6,85	24,7% (42,3%)
Auenwald bis ca. 50%	2,70	9,7% (16,7%)
Auenwald bis ca. 100%	2,95	10,6% (18,2%)
Auenwald zu 100%	3,70	13,4% (22,8%)

5.8.2 Flächenanalyse

Die Gegenüberstellung der Fläche des Alpenrheins im Ist-Zustand mit dem Flächenbedarf für die optimierten Aufweitungspotentiale ist in Tab. 7 abgebildet. Durch Revitalisierungen in den optimierten Aufweitungspotentialen kann die Gesamtfläche von 293 ha auf 562 ha beinahe verdoppelt werden. In Summe können durch Revitalisierungen gut 324 ha an natürlicher Flusslandschaft entstehen, in der sich zum Grossteil Auenwald entwickeln kann.

Tab. 7 Vergleich des Flächenbedarfs im Ist-Zustand mit den optimierten Aufweitungspotentialen.

	Fläche [ha]	Anteil [%]
<u>Ist-Zustand</u>		
Gesamtfläche	292,9	100%
Auenwald +/-0% (reguliertes Abflussprofil)	292,9	100%
<u>optimierte Aufweitungspotentiale</u>		
Gesamtfläche	562,4	192,0% (100,0%)
Auenwald +/-0% (reguliertes Abflussprofil, Übergangsbereiche & Trittsteine)	237,8	81,2% (42,3%)
Auenwald bis ca. 50%	70,3	24,0% (12,5%)
Auenwald bis ca. 100%	96,9	33,1% (17,2%)
Auenwald zu 100%	157,4	53,7% (28,0%)

6 Literaturverzeichnis

IRKA & IRR. (2005). Entwicklungskonzept Alpenrhein.

Paccaud, G. & Roulier, C. (2013). Espace nécessaire aux grands cours d'eau de Suisse.

Regierung des Fürstentums Liechtenstein. (2011). Landesrichtplan Stand März 2011.

Schälchli, U. (2020). Alpenrhein , Reichenau bis Illmündung.

Schulz, R., Rey, P. & Boller, L. (2018). Hochwasserschutz Alpenrhein Internationale Strecke Generelles Projekt - Fachplanung Gewässer- und Fischökologie. 135.

Werth, S., Junker, J., Karpati, T., Weibel, D., Peter, A., Scheidegger C. (2012). Vernetzung von Fließgewässern. In: Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Merkblatt 4, Ed. BAFU. Bern.