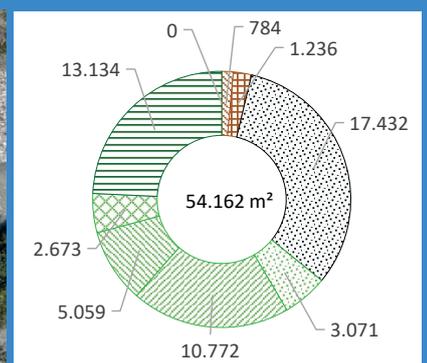


Habitatflächen am Alpenrhein

Methode zur Erfassung, Quantifizierung und Bewertung von Flussabschnitten unterschiedlicher Lebensraumqualität



Konzept im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA)

St. Gallen, im Februar 2017

Impressum

Herausgeber:

Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA)
Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie

Bericht, Grafik & Gestaltung:

HYDRA, St. Gallen

Zitiervorschlag:

REY, P. & J. HESSELSCHWERDT (2017): Habitatflächen am Alpenrhein. Methode zur Erfassung, Quantifizierung und Bewertung von Flussabschnitten unterschiedlicher Lebensraumqualität. Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA), Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie. # S. St. Gallen.

Bezugsadresse:

Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA),
Programmbeauftragte: Aurelia Spadin, Eichweg 2, CH-7430 Thusis
e.mail: info@alpenrhein.net, www.alpenrhein.net

Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie:

Mitglieder: Helmut Kindle (Liechtenstein, Vorsitz), Roland Jehle (Liechtenstein), Dominik Thiel (St. Gallen), Michael Kugler (St. Gallen), Marcel Michel (Graubünden), Nikolaus Schotzko (Vorarlberg), Gerhard Hutter (Vorarlberg).

Habitatflächen am Alpenrhein

Methode zur Erfassung, Quantifizierung und Bewertung von
Flussabschnitten unterschiedlicher Lebensraumqualität

Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA)
Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie

2017

Inhalt

1. Hintergrund und Ziel	6
1.1 Einleitung.....	6
1.2 Methodenziel	9
2. Methode	10
2.1 Habitatcharakterisierung.....	10
2.1.1 Luftbild	11
2.1.2 Ergänzende Informationen	13
2.1.3 Kalibrierung (morphologisch).....	13
2.2 Habitatflächenbilanzierung	18
2.2.1 Bildverarbeitung / Georeferenzierung.....	18
2.2.2 Datenverarbeitung GIS und Flächen-/Linienzuordnung	18
2.2.3 Bilanzierung.....	19
2.3 Habitatflächenbewertung.....	20
2.3.1 Bewertungsansätze und Ermittlung von Habitatwerten	20
2.3.2 Ermittlung von Habitatwerten.....	21
2.3.3 Berechnung der Bewertung.....	22
3. Habitatflächenanalyse Alpenrhein	25
3.1 Untersuchungsgebiet und analysierte Flussabschnitte	25
3.2 Habitatflächenanalysen Alpenrhein	25
3.2.1 Flussabschnitt Bonaduz (Hinterrhein)	26
3.2.2 Flussabschnitt Stau Reichenau	28
3.2.3 Flussabschnitt Mastrils	30
3.2.4 Flussabschnitt Triesen.....	32
3.2.5 Flussabschnitt Bangs-Zollbrücke.....	34
3.2.6 Flussabschnitt Rüthi, Mündung Werdenberger Binnenkanal	36
3.2.7 Flussabschnitt Lustenau	38
3.3 Vergleichende Bilanzierung	40
3.3.1 Flächenanteile Wasser-Land und relative Flussraumflächen.....	40
3.3.2 Streckenanteile Uferlinie und Uferlängen	40
3.4 Bewertung	41
3.5 Fazit und Ausblick.....	43
3.5.1 Einsatz bei geringerer Informationsdichte.....	43
3.5.2 Einsatz der Methode bei der Revitalisierungsplanung	43
3.5.3 Geplante weitere Projekte.....	43
4. Literatur	44

1. Hintergrund und Ziel

1.1 Einleitung

Der Alpenrhein ist ein Gebirgsfluss, der aus naturräumlichen Gründen aber vor allem auch durch seine Abschnittsweise sehr starke Regulierung im Längsverlauf sehr grosse Unterschiede in seiner Morphologie, seinem Lebensrauminventar und deshalb auch in seiner Besiedlung durch verschiedene Tier- und Pflanzenarten zeigt (REY & HESSELSCHWERDT 2016). Da im Rahmen eines Monitoringprogramms in der Regel nicht annähernd alle vorhandenen Habitate und diese auch nicht zu allen Jahreszeiten untersucht werden können, sind Angaben zur Besiedlung von Probestellen immer unvollständig. Diesem Dilemma wird in der modernen Untersuchungspraxis dadurch Rechnung getragen, dass die an einer Probestelle repräsentativen Habitate und die darin lebenden Organismen mittels einer statistisch sinnvollen Zahl an Teilproben erfasst werden.

Bioindikatoren und Habitate

Die Anwesenheit oder das Fehlen von Zeigerarten (Bioindikatoren) ist für die Beurteilung der Besiedlungsverhältnisse von Bedeutung: der Nachweis einer Zeigerart lässt indirekt auf das Vorhandensein eines für sie geeigneten Habitats schliessen und die ökologische Funktionsfähigkeit. Im Umkehrschluss lässt das Vorhandensein oder das Fehlen geeigneter Habitate auf das Siedlungspotential für bestimmte Arten schliessen, unabhängig davon, ob sie tatsächlich in einer Untersuchung nachgewiesen wurden oder nicht.

Die Möglichkeiten, die ökologische Qualität und Funktionsfähigkeit des Flussraums Alpenrhein zu bewerten, sind in mancherlei Hinsicht unzureichend. Biologisch ist der Fluss stark verampt, so dass viele typische Bioindikatoren fehlen und Bioindices die tatsächlichen Verhältnisse nur unzureichend widerspiegeln. Für das Vorhandensein, die Dimension und die Qualität von Lebensräumen für eine entsprechenden flusstypischen Biozönose liegen noch keine ausreichenden Informationen vor, um grundsätzliche ökologische Qualitätsunterschiede zwischen Alpenrheinstellen- und strecken herausarbeiten zu können. Für verschiedene Indikatorgruppen wurden bereits die bevorzugten morphologischen, hydrologischen und topografischen Ausprägungen geeigneter Habitate (Strukturpräferenzen) definiert (SCHÄLCHLI et al. 2011, EBERSTALLER et al. 2014, REY & HESSELSCHWERDT 2016). In jedem Fall korrelierte die Qualität der Besiedlung von Wasser, Ufer und Kiesbänken mit dem Vorhandensein primärer (historisch natürlicher) Lebensraumtypen.

Primäre und sekundäre Lebensräume

Ein natürliches Gewässer weist ein mehr oder weniger großes Spektrum solcher primärer und damit ursprünglicher Lebensraumtypen (Primärbiotopie) auf. Durch anthropogene Veränderungen, z.B. Flussregulierungen, fallen oft Primärbiotopie weg und werden zum Teil durch Sekundärbiotopie ersetzt (Abb. 2). Je nachdem, welche Lage und Morphologie diese Sekundärbiotopie aufweisen, können sie durch standorttypische oder durch standortfremde Organismen besiedelt werden. Sowohl Primär- als auch Sekundärbiotopie können einen hohen ökologischen Wert besitzen.

Das Vorhandensein und die Qualität von Primärbiotopen setzt voraus, dass für deren Entstehung (Erhaltung), dynamische Veränderung und Regeneration ausreichend Raum zur Verfügung steht. Der benötigte Raum ist dabei gewässertypspezifisch (s.u.). Eine solche Abhängigkeit zwischen Lebensraumqualität und Raumangebot besteht für Sekundärbiotopie in weitaus geringerem Maße.

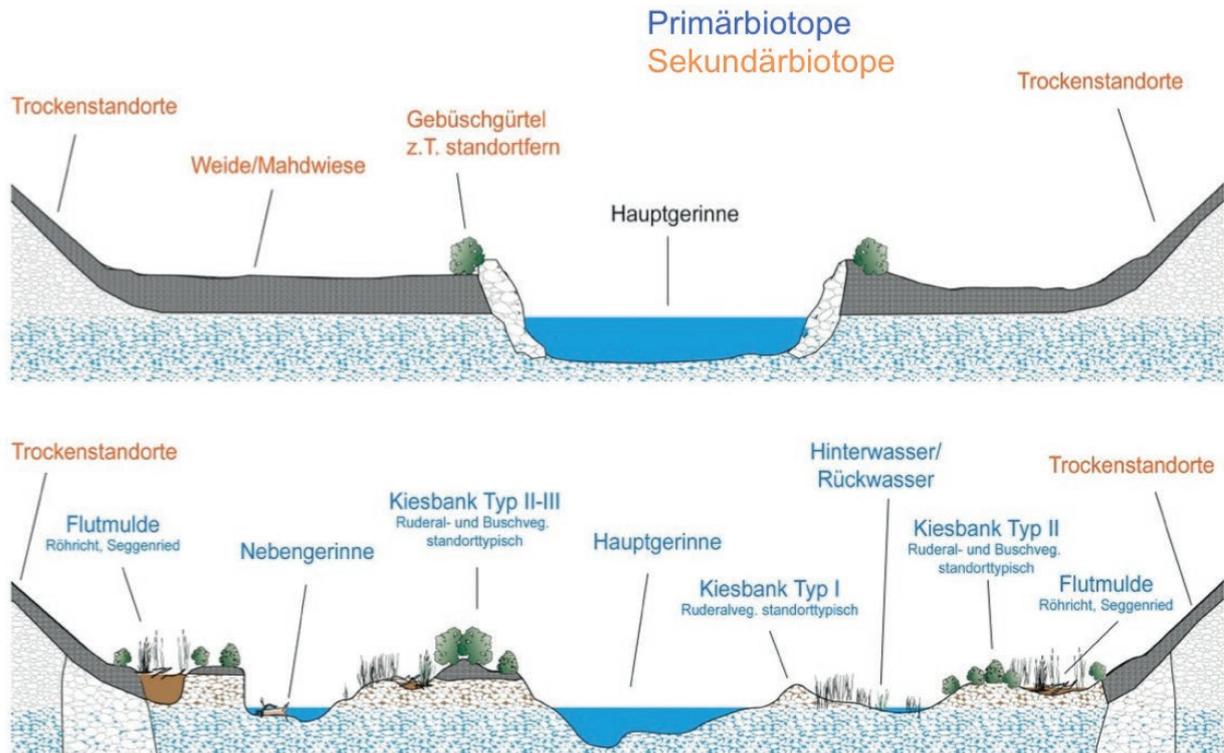


Abb. 1: Schematische Darstellung der Verteilung von Primär- und Sekundärbiotopen auf unterschiedlichen stark verbauten Alpenrheinquerschnitten (Quelle: REY & BOLLER 2016).

Ökologische Trittsteine

Für die endgültige Beurteilung der ökologischen Funktionsfähigkeit eines Flussabschnitts sind neben dem Inventar an Lebensräumen auch deren Dimension und Konnektivität zu berücksichtigen. Die Dimension eines Lebensraums bestimmt seine Artenvielfalt und Produktivität, die Konnektivität sein Besiedlungspotential. Die Konnektivität beschreibt die Verbindung von Lebensräumen untereinander und ist ein Überbegriff für die Attribute Durchgängigkeit, Vernetzung und Verzahnung. Populationen flusstypischer Tier- und Pflanzenarten können sich selbst in natürlichen und optimal für sie geeigneten Habitaten auch nur dann in Populationsstärke halten und reproduzieren, wenn diese eine ausreichende Dimension besitzen und zudem mit weiteren Habitaten ähnlicher Wertigkeit vernetzt sind. Ist dies der Fall, dann fungieren solche Flussabschnitte mit entsprechendem Potential als „ökologische Trittsteine“.

Flussraumbreiten und Habitatentwicklung am Alpenrhein

Am regulierten Alpenrhein (und den Unterläufen seiner größeren Zuflüssen Vorder- und Hinterrhein, Plessur, Landquart, Ill) wird der Flussraum weitestgehend durch Hochwasserdämme begrenzt. Innerhalb dieser Grenzen erfolgt über längere Abschnitte noch einmal eine Aufteilung in Gewässerraum und Vorländer, die durch Mittelwuhren voneinander getrennt sind (vgl. Abb. 1, oberes Bild). Die Möglichkeiten zum Erhalt von Primärbiotopen sind daher stark eingeschränkt. In Abschnitten, in denen noch eine ausreichende Flussraumbreite zur Verfügung steht und in solchen, in denen sie durch Gerinneaufweitungen zurückgewonnen werden kann, nähert sich das System durch Prozesse der Eigenstrukturierung und Reifung naturnahen morphologischen und ökologischen Verhältnissen. Am Alpenrhein und Am Hinterrhein trifft man im Bereich der Mastrilser Auen sowie der Rhäzünser und Bonaduzer Auen (Hinterrhein) auf solche Verhältnisse. Die Flächen der Primärbiotopen machen hier relativ zur Flussraumbreite einen großen Flächenanteil aus.

Am Alpenrhein und am Hinterrhein ist der Zusammenhang zwischen der Gerinnebreite (Sohlenbreite) und der Ausbildung unterschiedlicher Morphologien bzw. Bewuchsdichten und -arten gut bekannt (SCHÄLCHLI 2016). Auch die Bedeutung für die Ausbildung von Habitaten unterschiedlicher Wertigkeit wird diskutiert (REY & BOLLER 2016, REY & HESSELSCHWERDT 2016). Fazit: mit zunehmenden Sohlenbreiten nehmen zunächst die Zahl und Fläche der aquatischen Habitate, danach die der Habitate der Übergangszonen und zum Schluss die terrestrischen Habitate an Zahl, Dimension und Qualität zu (Abb. 2). Auf diese Weise kann die unterschiedliche Sohlenbreite verschiedener Alpenrheinabschnitte per se als Qualitätskriterium für die Habitatflächenbeurteilung betrachtet werden. Der Alpenrhein eignet sich somit in besonderem Maße für die Entwicklung einer Methode zur Habitatflächenanalyse.

Sohlenbreiten

< 90 m



Gerinne permanent benetzt, starke Sohl- und Ufererosion, monotone Sohlstruktur

90 - 120 m



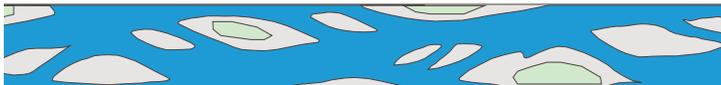
Laterale Kiesbankflächen, bei erhöhten Abflüssen und Schwall benetzt, starke Sohl- und Ufererosion, erste Pionierpflanzen

120 - 170 m



Kiesbankflächen lösen sich vom Ufer, bei erhöhten Abflüssen und Schwall nur wenig benetzt, erste Buschvegetation, deutliche Ufererosion

170 - 250 m



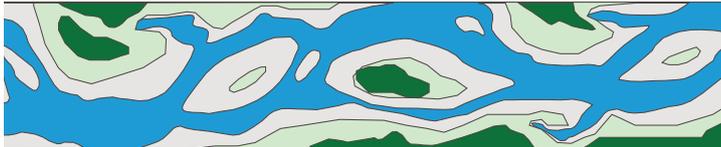
Kiesbänke und Flussinseln werden höher, Überflutung nur noch bei HQ. Gerinne zeigt deutliche Furkationen, deutliche Gras-/Buschvegetation, Ufererosion

250 - 350 m



Erste stabile Flussinseln, größere Flächen mit Buschvegetation, erste Auwaldflächen, Morphodynamik ab ca. HQ₅. Mäßige bis geringe Ufererosion.

> 350 m



Breite des natürlichen Pendelband nahezu erreicht, Große Flussinseln mit Auwaldvegetation Morphodynamik ab ca. HQ₁₀, erste zusammenhängende Auen. geringe Ufererosion

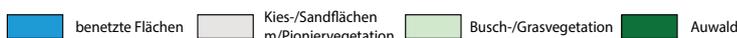


Abb. 2: Im Verlauf des Alpenrheins lässt sich der Zusammenhang zwischen Flussraumbreite und der Entwicklung von Lebensräumen im Wasser und an Land gut verfolgen. Quellen: SCHÄLCHLI 2016, REY & BOLLER 2016, ergänzt.

Qualitative und quantitative Datenerfassung

Abb. 3 zeigt, welche Elemente der ökologischen Funktionsfähigkeit bzw. der Flussraumqualität durch geeignete Untersuchungen erhoben und in ihrer Qualität und/oder Quantität bemessen werden können. Im Rahmen verschiedener IRKA-Programme (MICHOR et al. 2005, SCHÄLCHLI et al. 2012, EBERSTALLER et al. 2014, REY & HESSELSCHWERDT 2016) wurden die Basisinformationen für weiter gehend Bewertungsmethoden gesammelt. Davon sind am Alpenrhein folgende Schritte bisher noch nicht durchgeführt worden:

- die Zuordnung von Tier- und Pflanzenarten zu bestimmten Habitaten (→ Kalibrierung);
- die Unterscheidung von Habitaten anhand ihrer ökomorphologischen Eigenschaften (→ Habitatflächencharakterisierung);
- die Abgrenzung von Habitaten innerhalb eines untersuchten Flussabschnitts (→ Kalibrierung);

- die Quantifizierung und relative Lage von Habitaten (→ Habitatflächenbilanzierung);
- die Beurteilung des untersuchten Flussabschnitts anhand seines Habitatinventars (→ Habitatflächenbewertung);
- die Beurteilung des Besiedlungspotentials eines Flussabschnitts anhand seiner Trittsteinvernetzung (→ Habitatflächenbewertung).

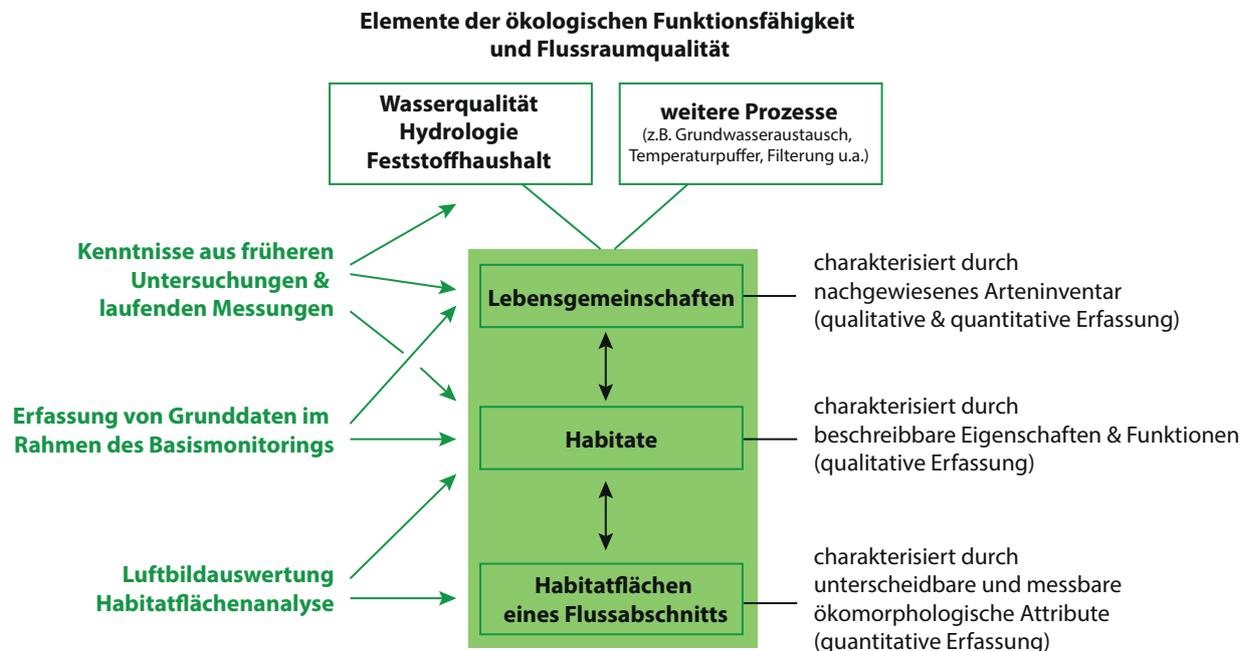


Abb. 3: Elemente der ökologischen Funktionsfähigkeit und Flussraumqualität: Erfassung, Eigenschaften und Verbindungen untereinander.

1.2 Methodenziel

Ausgehend von diesen Vorüberlegungen wird in der vorliegenden Studie eine Methode zur Habitatflächenanalyse vorgestellt. Sie ist derzeit auf einem noch weitgehend konzeptuellen Bearbeitungsstand. Dieser lässt es zu, dass die Methode durch Einbezug weiterer Informationen verbessert, verfeinert und ausgebaut, auf der anderen Seite aber auch vereinfacht werden kann, wenn die Informationsdichte geringer ist als in den vorgestellten Beispielen. Bei allen Szenarien einer Habitatflächenanalyse sollen aber grundsätzliche Unterscheidungsmöglichkeiten erhalten und Qualitätsunterschiede erkennbar bleiben.

Mit der Methode sollen Habitatflächen anhand von Unterschieden in ihren erkennbaren ökomorphologischen Attributen unterschieden werden. Die Methode wurde vorerst an den bereits vorhandenen Informationen und Materialien aus dem Basismonitoring 2015 getestet (REY & HESSELSCHWERDT 2016). Sie soll am Alpenrhein für folgende Bereiche eingesetzt werden können:

- bei der (ökomorphologische) Flussraumcharakterisierung
- bei der vergleichenden Bewertung von Flussabschnitten
- bei der Revitalisierungsplanung

2. Methode

Die Methode ist in drei größere Bearbeitungsblöcke gegliedert, in verschiedenen Kapiteln dieses Konzepts vorgestellt werden (Abb. 4):

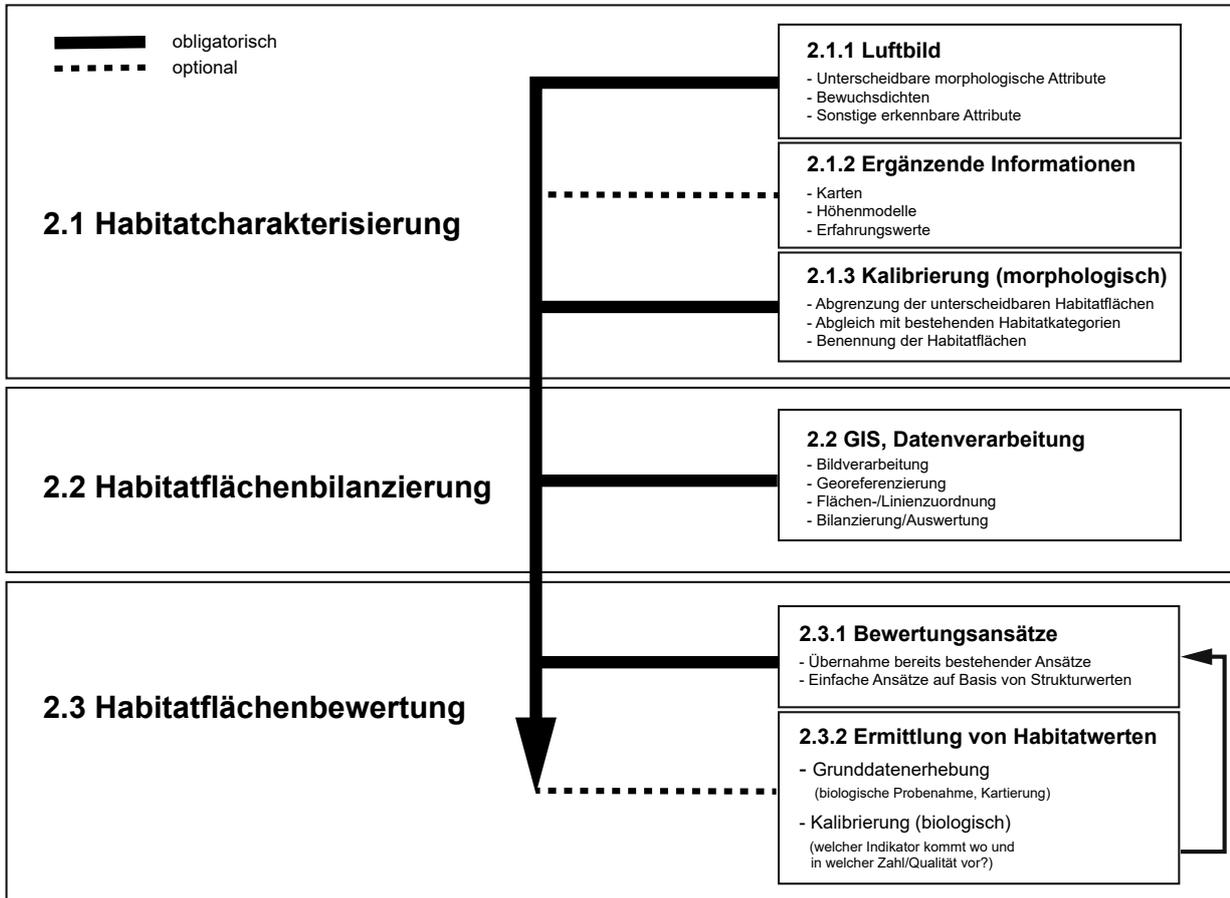


Abb. 4: Ablaufschema und korrespondierende Kapitel für die Habitatflächenanalyse am Alpenrhein/Hinterrhein.

2.1 Habitatcharakterisierung

Bei der Habitatcharakterisierung wird eine Abgrenzung voneinander funktionell, dabei aber auch optisch unterscheidbarer Habitate vorgenommen. In diese Abgrenzung fließen bereits Kenntnisse mit ein, die bei der Erfassung der Grunddaten gewonnen wurden (vgl. Abb. 3). Hinzu kommen Daten bisheriger Flächenaufnahmen an einzelnen Alpenrheinabschnitten (z.B. ZAHNER 1988; PITSCH & ZARNER 2011).

Um den Bearbeitungsaufwand in Grenzen zu halten, werden zur Abgrenzung von Habitatflächen Luftbilder verwendet. Dabei greifen wir auf die Erfahrungen mit der schweizer Methode zur ökomorphologischen Untersuchung und Beurteilung der Seeufer (MESUBA) zurück (NIEDERBERGER et al 2016). Fließgewässern im Allgemeinen und der Alpenrhein im Besonderen zeigen aber im Gegensatz zu Seeufern eine viel stärkere Abfluss- und Strukturdynamik. Am Alpenrhein kommen derzeit noch die diurnalen Abflussschwankungen durch Schwall und Sunk dazu. Das im Luftbild erkennbare Szenario bildet somit nur zeitlich begrenzte Verhältnisse ab, die sich noch am selben Tag ändern können. Da auch keine abschnittsgenauen Abflussdaten abgerufen werden können, war und ist eine Standardisierung von Luftaufnahmen hinsichtlich vergleichbarer Abflussverhältnisse noch nicht möglich.

2.1.1 Luftbild

Ausgangspunkt für die optische Unterscheidung von Habitatflächen ist die Bereitstellung von geografisch referenzierbaren Luftbildern ausreichend guter Auflösung. Für die vorliegende Studie wurde in erster Linie Bildmaterial aus dem IRKA-Basismonitoring 2015 verwendet (REY & HESSELSCHWERDT 2016). Ergänzt wurde es durch Luftbilder aus schweizer und vorarlberger Geoportalen (www.map.geo.admin.ch; <http://vogis.cnv.at/atlas/init.aspx>).

Zur Herstellung der eigenen Luftbilder wurde ein Multikopter verwendet, der mit einer ferngesteuerten Fotokamera (Auflösung 16 Megapixel) ausgerüstet war (Abb. 5). Für jedes Foto wurden parallel die GPS-Koordinaten aufgezeichnet. Die Luftbilder wurden aus einer Höhen zwischen 30 m und 60 m aufgenommen (Abb. 6). Für die spätere Bildverarbeitung (vgl. Kap. 2.1.3) musste darauf geachtet werden, dass



jeder Punkt im Gelände aus verschiedenen Richtungen aufgenommen wurde. Hierfür wurde die Kamera mit starkem Weitwinkelobjektiv versehen und senkrecht nach unten ausgerichtet. Die Randbereiche weisen dann für die weitere Bearbeitung erwünschten schrägen Aufnahmewinkel auf. Aufgrund der geringen Lautstärke und Grösse ist ein Multikopter ideal für sehr enge Verhältnisse wie in Schluchten oder empfindliche Gebieten wie Naturschutzgebieten geeignet.

Abb. 5: Multikopter mit Fotoapparat.



Abb. 6: Drohnenaufnahmen desselben Flussbereichs (Abschnitt Bonaduz) aus 60 m (linkes Bildpaar) und aus 30 m Höhe (rechtes Bildpaar) mit ihren jeweiligen Auflösungsgrenzen

Unterscheidbare morphologische Attribute

Wenn die Luftaufnahmen eine ausreichende Auflösung vorweisen, mit der sich auch kleinere Objekte gut erkennen lassen (Abb. 6), dann lässt sich ein grosser Teil der im Flussraum vorkommenden unterschiedlichen Habitats anhand ihrer individuellen Ausprägung (Kombination ökomorphologischer Attribute) erkennen und umgrenzen. Dieser Unterscheidung werden die habitatsbezogenen Ergebnisse des Basismonitorings, früherer Untersuchungen am Alpenrhein und Daten aus der Literatur zugeordnet (Kalibrierung).

Bewuchsdichten und Vegetationstypen

Die Unterscheidung verschiedener Bewuchsdichten auf den Land- und Wasserwechselflächen sind ein entscheidendes Kriterium der Habitatabgrenzung (Abb. 7). Sie kann auch anhand mässig aufgelöster Luftaufnahmen erfolgen (z.B. www.map.geo.admin.ch, andere Geoportale oder GoogleEarth). Die Unterscheidung von Vegetationstypen setzt allerdings eine deutlich höhere Auflösung und eine vorgängige Kalibrierung anhand von Grunddatenaufnahmen oder geeignetem Fotomaterial (z.B. Schrägluftbilder, vergleiche NIEDERBERGER et al. 2016) voraus. Damit können am Luftbild unterscheidbare Attribute einem entsprechenden Vegetationstyp, teilweise sogar einzelnen Pflanzenarten (z.B. blaugrüne Färbung von Tamariskenlaub, Röhricht u.a.) zugeordnet werden (Abb. 8).



Abb. 7: Unterschiedliche Bewuchsdichten auf einer Flussinsel im Alpenrhein (Beispiel Mastrils).



Abb. 8: Unterschiedliche Vegetationstypen: links Tamarisken (blaugrün) und Weiden (gelbgrün) bei Mastrils; rechts: Röhricht in der Rheinvorstreckung.

Verbauungen und sonstige erkennbare Attribute

Sofern bestehende Uferverbauungen nicht durch Vegetation abgedeckt sind, können auch Art und „Härte“ (locker, lückig <--> verfugt, dicht) im Luftbild erkannt werden (Abb. 9). Mittels Plausibilisierung lassen sich auch die meisten natürlichen von anthropogenen Strukturen unterscheiden.



Abb. 9: Unterschiedliche Verbauungstypen am Alpenrhein: links Blockwurf auf Höhe Illmündung; rechts: verfugter Blocksatz (Steinschichtung) und Bühne unterhalb von Lustenau.

2.1.2 Ergänzende Informationen

Karten, Höhenmodelle und Grunddaten unterstützen die Interpretation von Strukturen, die auf dem Luftbild erkennbar oder erahnbar sind. Sehr präzise Höhenmodelle – die auf Basis von LIDAR-Aufnahmen auch unter Wasser reichen – geben Auskunft über die relative Erhebung von Strukturen über die Sohlenlage hinaus und helfen indirekt bei der Abschätzung von Alter und Stabilität der Bodenbedeckung (Vegetation, Anlagen etc.). Sie sind überdies Voraussetzung für hydraulische Modelle und Habitatflächenmodelle.

Sind für einen habitatreichen Alpenrheinabschnitt alle verfügbaren Daten zusammengestellt und kalibriert (siehe 2.1.3), so lassen sich die daraus entstehenden Erfahrungswerte auf andere Abschnitte übertragen. Die Analyse verbessert sich durch Einbeziehen weiterer Informationen und Erfahrungen von Mal zu Mal.

2.1.3 Kalibrierung (morphologisch)

Bei der morphologischen Kalibrierung wird ein ökologisch abgrenzbares Habitat einer sichtbaren Struktur/ einem Strukturkomplex bzw. einer Textur (regelmäßiges Muster von Strukturen) zugeordnet.

Abgrenzung der unterscheidbaren Habitate

Ausgehend von den oben vorgestellten Unterscheidungsmöglichkeiten konnten auf den Luftaufnahmen vom Alpenrhein mehr als 40 Strukturen/Strukturkomplexe unterschieden werden, wie sie teilweise auch im Bericht zum Basismonitoring Ökologie 2015 vorgestellt werden (REY & HESSELSCHWERDT 2016). Da es zwischen diesen auch deutliche Überschneidungen gab, wurden die Liste vorerst auf 28 Primär- und Sekundärhabitats begrenzt. Diese 28 Habitatkategorien wurden noch einmal den beiden generell unterscheidbaren Lebensbereichen Wasser (aquatisch) und Land (terrestrisch) zugeordnet. Bereiche/Habitate, die regelmäßig zeitweise benetzt sind, fielen in die Kategorie der Wasserwechselzone (amphibisch).

Alle im Luftbild gefundenen Strukturen und Attribute der ausgewählten Alpenrheinabschnitte konnten

diesen Kategorien zugeordnet werden. Wenn es Probleme bei der Interpretation gab, war meist eine Zuordnung/Entscheidung auf Basis von Erfahrungswerten oder Plausibilisierungen möglich. Solche Zuordnungen zu anderen Habitaten sind ohne grosse Auswirkung, solange sich deren Habitatqualitäten ähnlich sind. Ansonsten könnte es zu einer späteren Fehlbeurteilung des Flussabschnitts führen, jenachdem, wie dominant das falsch zugeordnete Habitat ausgeprägt ist.

Ableich mit bestehenden Habitatkategorien

Im Leitfaden zur Erhebung des Qualitätselementes Fische des Lebensministeriums Österreich (HAUNSCHMID et al. 2010) werden struktur- und lagebezogene Unterscheidungen von aquatischen Strukturen und Strukturkomplexen angegeben. Hierunter fallen auch die meisten Uferstrukturen.

Für den terrestrischen Bereich wurden im Rahmen des Rhône-Thur-Projekts der EAWAG (ROHDE 2005) anhand von Luftbildern und Feldaufnahmen Habitattypen, der Deckungsgrad und die Höhe der Vegetation unterschieden.

Beide Quellen wurden für die in Tab. 1 unterschiedenen Habitatkategorien zu Rate gezogen und den hier gewählten Habitattypen zugeordnet. Ebenfalls berücksichtigt wurden die Erkenntnis, die GRAF & CHOVANEC in einem 2016 verfassten Bewertungssystem des BMLFUW vorstellen. Hierin sind auch die von AMOROS et al. (1982, 1987) unterschiedenen „Makrohabitatblöcke“ einer hypothetischen Auenlandschaft aufgeführt, die sich mit unserer Kategorisierung hinsichtlich der Elemente Eupotamon und Parapotamon in Deckung bringen lassen (Abb. 10).

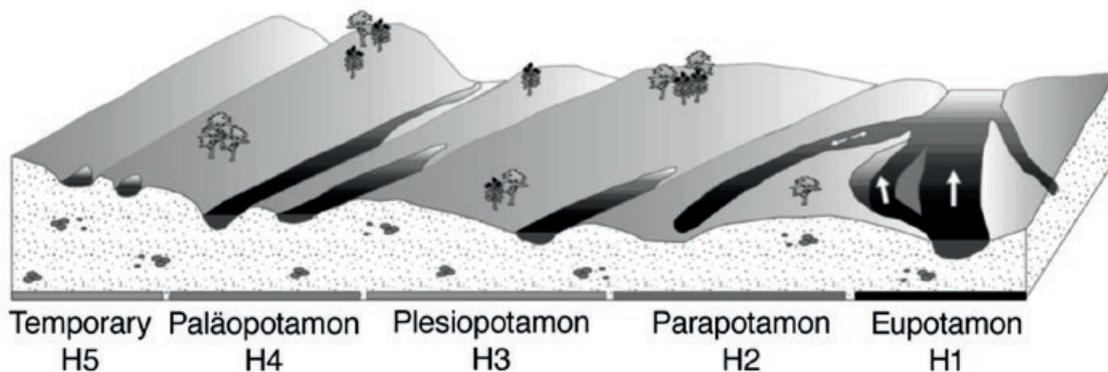


Abb. 10: Schematische Darstellung einer hypothetischen Auenlandschaft und ihrer „Makrohabitatblöcke“ nach AMOROS et al. (1987) in GRAF & CHOVANEC (2016).

Benennung/Kategorisierung der Habitatflächen

Die so gewonnene Auswahl für den Alpenrhein relevanter Habitatflächen ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Dabei ist anzumerken, dass es sich im vorliegenden Konzept der Methodenentwicklung auch erst um eine vorläufige Kategorisierung handelt, die durch Berücksichtigung weiterer Informationen und Quellen (z.B. zur Kartierung der Auenflächen der Mastrilser Au (1988) als Au von nationaler Bedeutung vgl. www.geo.admin.ch (Layer Auenvegetation), zur Dynamik der Mastrilser Au wie in ECOWERT und HZP (2010) und zur Berücksichtigung einzelner Indikatoren wie in GRAF & CHOVANEC u.a.) und der Rückmeldung von Fachleuten für die endgültige Methode noch Modifikationen erfahren kann.

Die Kategorisierung unterscheidet darüber hinaus Flächenelemente sowie Linienelemente, deren Fläche in der Mindestflächengröße (s.u.) aufgeht.

Tab. 1: Liste und Codierung der für den Alpenrhein benannten/kategorisierten Habitats und ihr Abgleich mit bestehenden Habitatkategorien (A/CH).

Code	Bezeichnung Habitat/Kompartiment	Entsprechung bei bestehenden Kategorien (CH/A)	
		Kategorie nach FDA (A)	Kategorie Rhone/Thur Projekt (CH)
aquatische Bereiche (Flächenelemente)			
W1a	Hauptgerinne tief und/oder unbestimmt	Flussmitte unbestimmt / Rinner	
W1b	Staubereich (Stillwassercharakter)	-	
W2	Hauptgerinne Riffle (flach)	Furt	
W3	Hauptgerinne flache Kies-Schotterbankufer	-	
W4	Hauptgerinne Hinter- und Vorderwasser	Flussmitte unbestimmt	
W5	Nebengerinne beidseitig angebunden	Seitenarm beidseitig angebunden, durchströmt	
W6a	Altwasser permanent einseitig angebunden	Altarm	
W6b	Altwasser ohne permanente Anbindung	- / Ausstand (bei HQ angebunden)	
W7a	<i>Totholz im Flachwasser</i>	-	
W7b	<i>Totholz mit tiefem Kolk</i>	-	
amphibische Bereiche (Flächenelemente)			
A1a	Wasserwechselzone häufig ganz austrocknend		
A1b	Wasserwechselzone selten ganz austrocknend		
A2a	Flutmulden häufig ganz austrocknend		
A2b	Flutmulden, Tümpel Weiher selten ganz austrocknend		
A3	Röhrichte, Kleinröhrichte		
terrestrische Bereiche (Flächenelemente)			
L1	Kies- und Sandbankfläche vegetationslos		vegetationslose Kies-/Sandbank
L2	Kies- und Sandbankfläche mit spärlicher Pioniervegetation		Kies-/Sandbank mit Pioniervegetation
L3a	Kies- und Sandbankfläche mit Pioniervegetation und lockerem Gebüsch		Kies-/Sandbank mit Pioniervegetation
L3b	Kies- und Sandbankfläche mit grasdominierten Fluren		Auengebüsche und Wälder
L3c	Kies- und Sandbankfläche mit dichtem Auengebüsch		Auengebüsche und Wälder
L3d	Kies- und Sandbankfläche mit Weichholzaue		Auengebüsche und Wälder
L4	Flussinseln mit Hartholzaue		Auengebüsche und Wälder
L5	Flussinseln mit Trockenaue		Auengebüsche und Wälder
Uferlinien (Linienelemente)			
U1a	Naturufer Kies-, Schotter-, Sandbank	Schotterbank, Sandbucht, Sand-/Schlammbank	
U1b	Naturufer mit Röhricht (Schilf, Glanzgras etc.)	Sonstiges	
U1c	Naturufer Sonstige	Uferabbruch, Fels, sonstiges Naturufer	
U2a	Dichter Uferbau (Steinschichtung, Ufermauer)	Steinschichtung	
U2b	Blockwurf	Blockwurf	
U2c	Bühne	Bühne / Bühnenfeld	
U2d	Kunstufer Sonstige	sonstiger technischer Bereich	

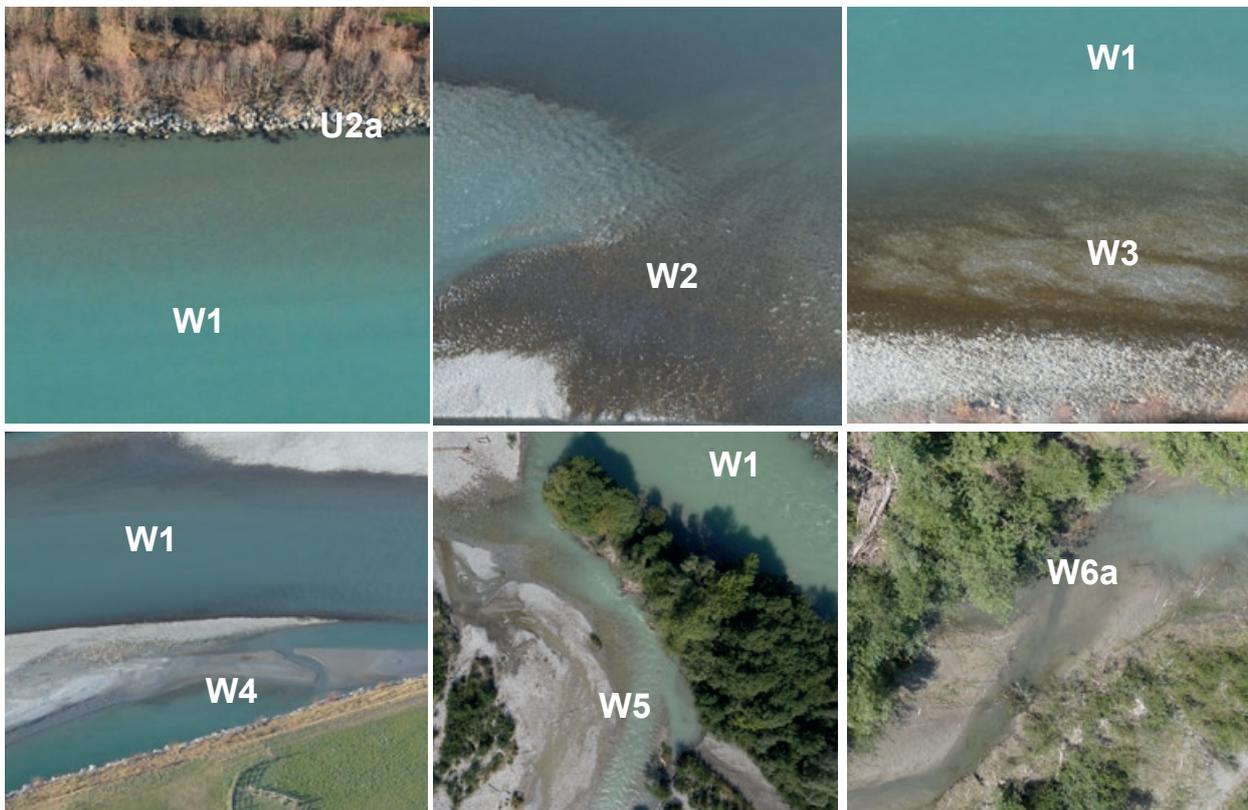
Mindestflächengrößen und Schwellenwerte, Anwendungsbeispiele

Um plausible Grenzen zwischen Habitaten ziehen zu können und den Aufwand der Flächenerhebung auf ein sinnvolles Maß zu reduzieren, wurden Mindestflächengrößen eingeführt, ab denen erst eine Habitatunterscheidung erfolgt ist. Diese lagen - je nach Bildauflösung und Habitattyp - zwischen ca. 25 m² und ca. 50 m². Dabei musste eine Struktur, um als Flächenelement (vgl. Tab. 1) erfasst werden zu können, eine Mindestausdehnung von 5 m zumindest in eine Richtung aufweisen. Kleinere Flächen wurden subjektiv den benachbarten größeren Flächen zugeschlagen. Ab einer Mindestflächengröße erfolgte die Aufnahme dann wieder metergenau. Uferlinien, die für eine solche Aufnahme zu schmal, aber als Habitat von Bedeutung waren, wurden als Linienelement aufgeführt (vgl. 2.2.1).

Die Festlegung von Schwellenwerten, ab denen Grenzen zwischen zwei Habitattypen gezogen werden, ist qualitativ (in diesem Fall beschreibend) erfolgt. Vor allem für die Bestimmung der Vegetationsdichte im Übergangsbereich der Kategorien L2 bis L5 (Tab. 1, Abb. 7) und den zwischen ihnen zu ziehenden Grenzen liegen noch keine quantitativen Angaben (Prozentangaben) zur Flächenbedeckung vor. Bei der jetzt vorgeschlagenen Herangehensweise erachten wir diese vorerst auch noch nicht für nötig. Auch Aussagen zur Höhe der Vegetation werden über die qualitative Beschreibung des Bewuchses (Gras, Gebüsch, Auwald, Trockenaue) ersetzt. Für eine grobe Auswertung und Bewertung der Habitatqualitäten aber auch für den planerischen Einsatz der Methode ist dies sicher ausreichend. Bei einem detaillierten Monitoring könnten quantitative Angaben möglicherweise wieder sinnvoll sein, allerdings gibt es hierzu für gleiche Habitattypen - je nach Vegetationsart - sehr große Unterschiede.

Wie diese qualitative Unterscheidung von Habitatkategorien umgesetzt wurde, zeigt Tabelle 2 anhand einiger Beispiele.

Tab. 2: Beispiele für die Zuordnung von Habitattypen zu konkreten Habitatflächen am Alpenrhein.





2.2 Habitatflächenbilanzierung

2.2.1 Bildverarbeitung / Georeferenzierung

Die Verarbeitung der eingesetzten und in 2.1.1 beschriebenen mit einem Multikopter erstellten Luftbilder unterscheidet sich von der Verarbeitung herkömmlicher Luftbilder aus grosser Flughöhe. Bei letzteren werden Teleobjektive mit einem geringen Bildwinkel verwendet, daher ist der Bildwinkel in allen Bildteilen (von Ecke zu Ecke) fast gleich. Diese Aufnahmen lassen sich einfach zusammensetzen und georeferenzieren.

Die in geringer Flughöhe angefertigten Luftbilder mit dem Multikopter werden mit einem Weitwinkelobjektiv mit einem grossen Bildwinkel aufgenommen um einen ausreichend grossen Bildaufschnitt zu erfassen. Dadurch erscheinen aufragende Strukturen in unterschiedlichen Bildteilen allerdings in unterschiedlichen Winkeln. So können Bäume am Bildrand sehr schräg abgebildet sein und weitere Strukturen verdecken. Für solche Aufnahmen hat sich die Verarbeitung mittels Photogrammetrie bewährt. Bei dieser Methode wird ein Objekt aus mehreren Blickwinkeln abgebildet und hieraus in einem ersten Schritt mittels spezieller Software (z.B. Pix4D oder 3DF Zephyr) ein 3D-Modell erstellt. Dafür werden von allen Details Fotos mit deutlich unterschiedlichen Bildwinkeln benötigt. Hierzu kann man entweder sehr viele Schrägbilder anfertigen, oder das weiter oben erwähnte starke Weitwinkelobjektiv einsetzen. Wir verwenden ausschliesslich Senkrechtaufnahmen und einen Bildwinkel von $> 90^\circ$. Damit werden die Details am Bildrand jeweils mit ca. 45° aufgenommen, was für die Auswertung mittels Photogrammetrie ausreicht. Das grobe 3D-Modell wird von der Software anschliessend virtuell senkrecht von oben betrachtet und es wird unter Berücksichtigung von allem Bildmaterial ein möglichst gut aufgelöstes virtuelles Ortofoto berechnet. Die GPS-Koordinaten der Einzelfotos und zusätzliche manuell gesetzte Referenzpunkte dienen dabei als Grundlage der Georeferenzierung. Grundsätzlich kann diese Methode auch zur genauen 3D-Vermessung des sichtbaren über Wasser liegenden Bereiches von Gewässern genutzt werden. Für die dabei geforderte räumliche Genauigkeit wären allerdings sehr viel mehr Fotos und eingemessene Referenzpunkte nötig als in der hier beschriebenen Anwendung. Da unser Endprodukt das georeferenzierte Ortofoto darstellt, kann hierauf aus Zeit- und Kostengründen verzichtet werden.

2.2.2 Datenverarbeitung GIS und Flächen-/Linienzuordnung

Die nach 2.2.1 erstellten hochauflösenden georeferenzierten Ortofotos können direkt in allen üblichen GIS-Systemen verarbeitet werden, wir verwenden hierzu das quelloffene QGIS. Für die Auswertung werden die unter 2.1.3 beschriebenen Flächenhabitats mit Polygon-Layern und Uferlinientypen mit Linien-Layern aufgenommen. Hierbei sollten nur Merkmale ab ca. 10 m^2 Ausmass mit einem Einzelpunktabstand von minimal $0,5 \text{ m}$ digitalisiert werden. Ein geringerer Punktabstand erhöht nur den Bearbeitungsaufwand und führt zu keiner merklich höheren Genauigkeit.

Diese Auswertung wurde jeweils für einen 500 m langen Gewässerabschnitt des Alpenrheines durchgeführt. Dabei wurde der Bereich zwischen den Mittelwuhren oder anderen sichtbaren Sicherungselementen (ohne Vorländer und flussseitigem Hochwasserdamm) bearbeitet. Die Untersuchungsfläche muss dabei komplett Flächenhabitats zugeordnet werden. Für die Uferlinien werden alle Ufer – auch die von Kiesbänken und Flussinseln – berücksichtigt. Die Erfassung darf dabei von Beginn zu Ende des Abschnittes oder um Inseln herum keine Unterbrechungen aufweisen. Jede Fläche oder jeder Uferlinienabschnitt muss eindeutig nur einem Typ zugeordnet sein (Abb. 11).

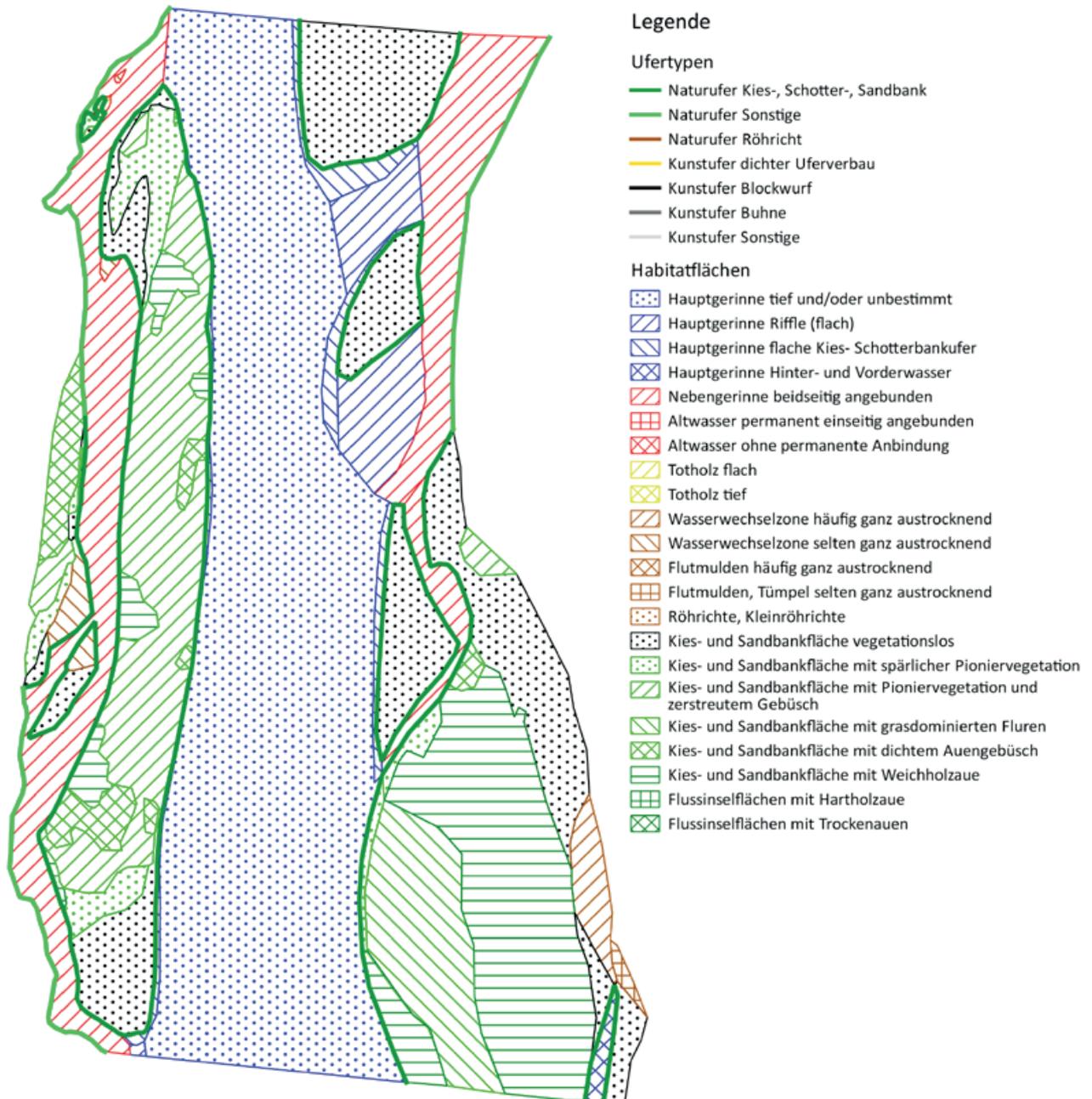


Abb. 11: Beispiel von kartierten Habitatflächen und Uferlinien am Untersuchungsabschnitt Mastrils im Jahr 2015.

2.2.3 Bilanzierung

Ausgehend von den kartierten Einzelementen lassen sich von der GIS-Software die jeweiligen Polygonflächen und Linienlängen als Tabelle ausgeben und mit einer Tabellenkalkulation weiterverarbeitet werden. Damit lassen sich wiederum Bilanzen für die Habit- und Ufertypen erstellen und weiter grafisch aufbereitet werden (Beispiel Tab. 3). Die Bilanzen für die untersuchten Alpenrheinabschnitte sind in Kapitel 3 dargestellt.

Tab. 3: Beispiel einer Habitatflächen- und Uferlinienlängenbilanzierung am Untersuchungsabschnitt Mastrils im Jahr 2015.

Code	Bezeichnung Habitat/Kompartiment	Kartierte Fläche [m ²] bzw. Länge [m]	
aquatische Bereiche (Flächenelemente)			
		Triesen	Bonaduz
W1a	Hauptgerinne tief und/oder unbestimmt	32044	22771
W1b	Staubereich (Stillwassercharakter)		
W2	Hauptgerinne Riffle (flach)	665	
W3	Hauptgerinne flache Kies- Schotterbankufer	972	5298
W4	Hauptgerinne Hinter- und Vorderwasser	3700	
W5	Nebengerinne beidseitig angebunden		10739
W6a	Altwasser permanent einseitig angebunden		944
W6b	Altwasser ohne permanente Anbindung		
W7a	Totholz im Flachwasser		164
W7b	Totholz mit tiefem Kolk		717
amphibische Bereiche (Flächenelemente)			
A1a	Wasserwechselzone häufig ganz austrocknend	182	
A1b	Wasserwechselzone selten ganz austrocknend	2818	4544
A2a	Flutmulden häufig ganz austrocknend		433
A2b	Flutmulden, Tümpel Weiher selten ganz austrocknend		133
A3	Röhrichte, Kleinröhrichte		
		3000	5110
terrestrische Bereiche (Flächenelemente)			
L1	Kies- und Sandbankfläche vegetationslos	11320	8554
L2	Kies- und Sandbankfläche mit spärlicher Pioniervegetation		943
L3a	Kies- und Sandbankfläche mit Pioniervegetation und lockerem Gebüsch		9401
L3b	Kies- und Sandbankfläche mit grasdominierten Fluren		43
L3c	Kies- und Sandbankfläche mit dichtem Auengebüsch		3178
L3d	Kies- und Sandbankfläche mit Weichholzaue		12695
L4	Flussinsel mit Hartholzaue		
L5	Flussinsel mit Trockenaue		
		11320	34813

2.3 Habitatflächenbewertung

Die hier vorgestellte Bewertung der nach 2.2 erstellten Bilanzierung stellt einen Vorschlag dar. Die Zuordnung der Wertungspunkte zu den erfassten Habitattypen basiert auf einer Experteneinschätzung und muss vor einem verbindlichen Einsatz durch zusätzliche Erhebungen und Kalibrierungen validiert werden. Ebenso verhält es sich mit den vorgestellten Bewertungsstufen.

2.3.1 Bewertungsansätze und Ermittlung von Habitatwerten

Flussabschnitte weisen eine unterschiedliche ökologische Qualität auf, je nachdem welche Habitate sie besitzen und in welcher Anzahl und Ausdehnung sie vorkommen.

Aus den Ergebnissen des Basismonitorings Alpenrhein der Jahre 2009 und 2015, sowie verschiedener anderer Untersuchungen am Alpenrhein (zb. Fischmonitoring EBERSTALLER et. al 2014) sowie aus der Fachliteratur ist bekannt, dass unterschiedliche Habitate hinsichtlich ihres Strukturinventars, ihrer Diversität ihrer Produktivität deutliche Qualitätsunterschiede aufweisen. Diese Unterschiede können unterschiedlich gross sein, je nachdem welches Fließgewässer betrachtet wird und welchem ökologischen Gesamtzustand es sich befindet. Ist ein Fluss aufgrund seiner Defizite relativ arten- und individuenarm, so zeigen auch natürlicherweise hochwertige Habitate keine optimale Besiedlung mehr. Sie können aber weiterhin als **Indikator für das Besiedlungspotential** angesehen werden.

2.3.2 Ermittlung von Habitatwerten

Die in Kapitel 2.1 unterschiedenen Habitaten werden unterschiedliche Wertigkeiten hinsichtlich ihres Strukturwertes, ihrer biologischen Diversität und ihrer Produktivität zugeordnet.

Der **Strukturwert** wird anhand der Unterscheidung zwischen ursprünglichen Primärhabitaten (höherwertig) und anthropogenen Sekundärlebensräumen (z.B. Magerwiese am Damm) ermittelt. Eine zusätzliche Abwertung erfolgt bei Kunststrukturen, wie Staubereichen oder technischem Uferverbau. Die Bewertung der **Diversität** und **Produktivität** wurde aus den Grunddaten der Monitoringprogramme am Alpenrhein und Analogieschlüssen aus weiteren Monitoringprogrammen ermittelt (u.a. Alpenrhein (REY & HESSELSCHWERDT 2016, REY et. al 2010), Rhone-Thur (z.B. ROHDE 2005), Hochrhein (REY et. al 2015) oder Aare (REY et. al 2014). Die in der weiteren Betrachtung berücksichtigte Gesamtwertigkeit jedes Habitates oder Ufertyps wird nach folgender Formel berechnet: Wertigkeit = (2 x Strukturwert + Diversität + Produktivität) / 4.

Tab. 4: Liste und Bewertung der für den Alpenrhein benannten/kategorisierten Habitate.

Code	Bezeichnung Habitat/Kompartiment	Strukturwert	Diversität	Produktivität	Gesamt
aquatische Bereiche (Flächenelemente)					
W1a	Hauptgerinne tief und/oder unbestimmt	0,3	0,3	0,3	0,30
W1b	<i>Staubereich (Stillwassercharakter)</i>	0,1	0,1	0,3	0,15
W2	Hauptgerinne Riffle (flach)	0,7	0,7	0,7	0,70
W3	Hauptgerinne flache Kies- Schotterbankufer	0,7	0,5	0,7	0,65
W4	Hauptgerinne Hinter- und Vorderwasser	0,7	0,5	0,7	0,65
W5	Nebengerinne beidseitig angebunden	0,7	0,7	0,7	0,70
W6a	Altwasser permanent einseitig angebunden	0,9	0,9	0,9	0,80
W6b	Altwasser ohne permanente Anbindung	0,7	0,7	0,7	0,70
W7a	Totholz im Flachwasser	0,7	0,5	0,5	0,60
W7b	Totholz mit tiefem Kolk	0,9	0,7	0,9	0,85
amphibische Bereiche (Flächenelemente)					
A1a	Wasserwechselzone häufig ganz austrocknend	0,3	0,1	0,1	0,20
A1b	Wasserwechselzone selten ganz austrocknend	0,5	0,5	0,5	0,50
A2a	Flutmulden häufig ganz austrocknend	0,5	0,3	0,1	0,35
A2b	Flutmulden, Tümpel Weiher selten ganz austrocknend	0,7	0,7	0,5	0,65
A3	Röhrichte, Kleinröhrichte	0,7	0,7	0,7	0,70
terrestrische Bereiche (Flächenelemente)					
L1	Kies- und Sandbankfläche vegetationslos	0,5	0,3	0,3	0,40
L2	Kies- und Sandbankfläche mit spärlicher Pioniervegetation	0,5	0,5	0,5	0,50
L3a	Kies- und Sandbankfläche mit Pioniervegetation und lockerem Gebüsch	0,7	0,5	0,5	0,60
L3b	Kies- und Sandbankfläche mit grasdominierten Fluren	0,7	0,5	0,5	0,60
L3c	Kies- und Sandbankfläche mit dichtem Auengebüsch	0,7	0,7	0,7	0,70
L3d	Kies- und Sandbankfläche mit Weichholzaue	0,9	0,9	0,9	0,90
L4	Flussinsel mit Hartholzaue	0,9	0,5	0,5	0,70
L5	Flussinsel mit Trockenaue	0,7	0,3	0,3	0,50
Uferlinien (Linienelemente)					
U1a	Naturufer Kies-, Schotter-, Sandbank	0,9	0,7	0,7	0,80
U1b	Naturufer mit Röhricht (Schilf, Glanzgras etc.)	0,9	0,7	0,7	0,80
U1c	Naturufer Sonstige	0,7	0,5	0,5	0,60
U2a	Dichter Uferbau (Steinschichtung, Ufermauer)	0,1	0,1	0,1	0,10
U2b	Blockwurf	0,3	0,3	0,3	0,30
U2c	Buhne	0,5	0,5	0,3	0,45
U2d	Kunstufer Sonstige	0,3	0,3	0,3	0,30

2.3.3 Berechnung der Bewertung

Die Gesamtbewertung einer jeweils 500 m langen Untersuchungsstrecke wird in drei Module unterteilt:

- Bewertung der Habitatflächen
- Bewertung der Ufertypen
- Bewertung der Uferlänge als Indikator für die Diversität des Gewässerlaufes

Die Umsetzung von berechneten Wertungspunkten der Einzelmodule und der Gesamtbewertung nach Abbildung 12 in mündlichen Noten übersetzt werden.

Punkte	Bewertung	Längenfaktor Uferlänge	Bewertung
0,00 - 0,19	schlecht	1,00 - 1,25	0,1 schlecht
0,20 - 0,39	unbefriedigend	1,26 - 2,00	0,3 unbefriedigend
0,40 - 0,59	mässig	2,01 - 2,50	0,5 mässig
0,60 - 0,79	gut	2,51 - 3,50	0,7 gut
0,80 - 1,00	sehr gut	> 3,50	0,9 sehr gut

Abb. 12: Bewertungsstufen. Links: Gesamtbewertung und der Module Habitatflächen und Ufertypen; rechts: Uferlänge.

Modul Habitatflächen

Die Grundlage der Bewertung stellen die Wertungspunkte der bilanzierten Einzelhabitate aus 2.3.2 dar. Zuerst wird der Mittelwert der Bewertungen – bezogen auf einen Quadratmeter Habitatfläche – ermittelt. Hierzu werden für jeden Habitattyp jeweils alle digitalisierten Einzelemente mit ihrer gemessenen Fläche und ihrer Habitatwertigkeit (Tab. 4) multipliziert. Die Ergebnisse werden aufsummiert und am Ende durch die für den Habitattyp ermittelte Gesamtfläche geteilt. Diese Zahl entspricht der Zwischennote dieses Moduls (Beispiel Abb. 13).

Da auch prinzipiell wertvolle Habitattypen im Übermass keinen natürlichen Zustand darstellen oder bestimmte Typen für einen guten Zustand vorhanden sein müssen, wird zusätzlich berücksichtigt, ob die wichtigsten Kompartimente naturnah verteilt sind. Die Bewertung wird über Ab- und Aufwertungen der oben ermittelten Zwischennote nach bestimmten Kriterien realisiert:

- **Anteil der Landfläche an der Gesamtfläche:** Aufwertung um +0,1 wenn grösser als 67%; Abwertung um -0,1 wenn kleiner als 25%.
- **Anteil der bewachsenen Fläche an der Landfläche:** Aufwertung um +0,1 wenn grösser als 67%; Abwertung um -0,1 wenn kleiner 33%. Eine Abwertung um -0,1 erfolgt auch an dieser Stelle wenn die Landfläche insgesamt weniger als 10% der Gesamtfläche ausmacht.
- **Anteil von altem Bewuchses (dichtes Gebüsch bis Auwald / L3c–L5) an der Gesamtlandfläche:** Aufwertung um +0,1 wenn grösser als 67%; Abwertung um -0,1 wenn kleiner als 33%. Eine Abwertung erfolgt auch an dieser Stelle wenn der Bewuchs insgesamt weniger als 10% der gesamten Landfläche ausmacht.

Die Auf- und Abschläge werden direkt mit der vorher ermittelten Zwischennote verrechnet und ergeben die Gesamtnote des Moduls Habitatflächen (Abb. 13).

Code	Bezeichnung Habitat/Kompartiment	Wertigkeit	Kartierte Fläche [m ²] bzw. Länge [m]		Wertungspunkte	
aquatische Bereiche (Flächenelemente)			Triesen	Bonaduz	Triesen	Bonaduz
W1a	Hauptgerinne tief und/oder unbestimmt	0,30	32044	22771	9.613	6.831
W1b	Staubereich (Stillwassercharakter)	0,15				
W2	Hauptgerinne Riffle (flach)	0,70	665		465	
W3	Hauptgerinne flache Kies- Schotterbankufer	0,65	972	5298	632	3.444
W4	Hauptgerinne Hinter- und Vorderwasser	0,65	3700		2.405	
W5	Nebengerinne beidseitig angebunden	0,70		10739		7.518
W6a	Altwasser permanent einseitig angebunden	0,80		944		756
W6b	Altwasser ohne permanente Anbindung	0,70				
W7a	Totholz im Flachwasser	0,60		164		99
W7b	Totholz mit tiefem Kolk	0,85		717		610
amphibische Bereiche (Flächenelemente)						
A1a	Wasserwechselzone häufig ganz austrocknend	0,20	182		36	
A1b	Wasserwechselzone selten ganz austrocknend	0,50	2818	4544	1.409	2.272
A2a	Flutmulden häufig ganz austrocknend	0,35		433		152
A2b	Flutmulden, Tümpel Weiher selten ganz austrocknend	0,65		133		87
A3	Röhrichte, Kleinröhrichte	0,70				
terrestrische Bereiche (Flächenelemente)			3000	5110	1.446	2.510
L1	Kies- und Sandbankfläche vegetationslos	0,40	11320	8554	4.528	3.422
L2	Kies- und Sandbankfläche mit spärlicher Pioniervegetation	0,50		943		471
L3a	Kies- und Sandbankfläche mit Pioniervegetation und lockerem Gebüsch	0,60		9401		5.641
L3b	Kies- und Sandbankfläche mit grasdominierten Fluren	0,60		43		26
L3c	Kies- und Sandbankfläche mit dichtem Auengebüsch	0,70		3178		2.224
L3d	Kies- und Sandbankfläche mit Weichholzaue	0,90		12695		11.426
L4	Flussinseln mit Hartholzaue	0,70				
L5	Flussinseln mit Trockenaue	0,50				
			11320	34813	4.528	23.209

Modul Habitatflächen	Triesen	Bonaduz
Gesamtfläche [m ²]	51.701	80.558
Summe Flächenpunkte	19.089	44.976
Mittlere Punktzahl pro m ²	0,37	0,56
Anteil Landfläche	28% (keine Auf- oder Abwertung)	50% (keine Auf- oder Abwertung)
Anteil bewachsene Landfläche	0% (Abwertung -0,1)	75% (Aufwertung +0,1)
Anteil alter Bewuchs an bewachsener Fläche	keine Landfläche (Abwertung -0,1)	60% (keine Auf- oder Abwertung)
Auf- und Abwertungen aufgrund der o.g. Anteile	-0,20	+0,10
Gesamtbewertung Habitatflächen	0,17	0,66

Abb. 13: Beispielberechnung der Bewertung des Moduls Habitatflächen für die Probestellen Triesen und Bonaduz.

Modul Ufertypen

Die Bewertung der Ufertypen erfolgt entsprechend derjenigen der Habitatflächen, es werden nur jeweils Elementlängen anstatt von Flächen berücksichtigt. Es werden ebenfalls Auf- oder Abwertungen berücksichtigt:

- **Anteil Naturufer an der Gesamtuferlänge:** Aufwertung um +0,1 wenn grösser als 99%; Abwertung um -0,1 wenn kleiner als 80%

Die Auf- und Abschläge werden direkt mit der vorher ermittelten Zwischennote verrechnet und ergeben die Gesamtnote des Moduls Ufertypen (Abb. 14).

Code	Bezeichnung Habitat/Kompartiment	Wertigkeit	Kartierte Fläche [m ²] bzw. Länge [m]		Wertungspunkte	
Uferlinien (Linienelemente)			Triesen	Bonaduz	Triesen	Bonaduz
U1a	Naturufer Kies-, Schotter-, Sandbank	0,80	770	2191	616	1.753
U1b	Naturufer mit Röhricht (Schilf, Glanzgras etc.)	0,80				0
U1c	Naturufer Sonstige	0,60		581		349
U2a	Dichter Uferbau (Steinschichtung, Ufermauer)	0,10				0
U2b	Blockwurf	0,30	704	756	211	227
U2c	Buhne	0,45				0
U2d	Kunstufer Sonstige	0,30				0
			1474	3528	827	2.329

Modul Ufertypen	Triesen	Bonaduz
Gesamtuferlänge [m]	1.474	3.528
Summe Uferlinienpunkte	827	2.329
Mittlere Punktzahl pro m Uferlinie	0,56	0,66
Anteil natürliches Ufer	74% (Abwertung -0,1)	90% (keine Auf- oder Abwertung)
Auf- und Abwertungen aufgrund der o.g. Anteile	-0,10	+/-0,00
Gesamtbewertung Ufertypen	0,46	0,66

Abb. 14: Beispielberechnung der Bewertung des Moduls Ufertypen für die Probestellen Triesen und Bonaduz.

Modul Uferlinienlänge

Die Bewertungen der beiden vorhergehenden Module berücksichtigen die mittlere Qualität der dort vorkommenden Habitate oder Ufertypen. Ein weiteres Merkmal eines natürlichen Gewässers mit Auenentwicklung ist die Breite des Gewässerraumes meist daraus abgeleitet die Entwicklung und Diversität des Wasserlaufes. Die Gewässerraumbreite hängt allerdings auch von der mittleren Wasserführung ab, die wiederum im Gewässerverlauf im Normalfall immer weiter ansteigt. Daher nutzen wir zur Bewertung dieses Aspekts die auf die Untersuchungsabschnittslänge bezogene Uferlänge als Indikator für die Diversität des Wasserlaufes. Dieser Uferlängenfaktor ist das Verhältnis der gemessenen Uferlinienlänge (inkl. Inseln) zur minimal möglichen Uferlänge eines Abschnittes gleicher Länge (1000 m = 2 x 500m). Die Bewertung dieses Faktors erfolgt nach Abbildung 12 (Beispiel Abb. 15).

Modul Uferlänge	Triesen	Bonaduz
Längenfaktor Uferlänge zu 2 x Abschnittslänge	1,47	3,53
Bewertung Uferlänge	0,30	0,90

Abb. 15: Beispielberechnung der Bewertung des Moduls Uferlinienlänge für die Probestellen Triesen und Bonaduz.

Gesamtbewertung

Die Gesamtbewertung berechnet sich als Mittelwert der Bewertungen der drei Einzelmodule. Die Ergebnisse der Einzelmodule sind einzeln diskutierbar und können mit angegeben werden.

Bewertung Triesen			Bewertung Bonaduz		
Habitatflächen	0,17	schlecht	Habitatflächen	0,66	gut
Ufertypen	0,46	mässig	Ufertypen	0,66	gut
Uferlänge	0,30	unbefriedigend	Uferlänge	0,90	gut
Gesamtbewertung	0,31	unbefriedigend	Gesamtbewertung	0,74	sehr gut

Abb. 16: Beispielberechnung der Gesamtbewertung und Vorschlag der Ergebnisdarstellung für die Probestellen Triesen und Bonaduz.

3. Habitatflächenanalyse Alpenrhein

3.1 Untersuchungsgebiet und analysierte Flussabschnitte

In seinem Verlauf ändert sich der Charakter des Alpenrheines fortlaufend. Kurz vor dem Zusammenfluss von Vorder- und Hinterrhein gibt es noch naturnahe Abschnitte wie bei Bonaduz oder Rhäzünz. Im Gewässerverlauf wird er allerdings immer weiter eingeeignet, bis er vor der Mündung in Bodensee nur noch ein gerader befestigter Kanal ist. Das gesamte Projektgebiet wurde im Basismonitoring Alpenrhein (EBERSTALLER et al. 2007) in sieben Abschnitte (RHE 1 bis RHE 7) aufgeteilt, die sich hinsichtlich historischer und hydrologischer Unterschiede, durch die Lage von Kontinuumsunterbrechungen oder unterschiedliche anthropogene Überprägungen voneinander abgrenzen lassen. Aus den meisten Abschnitten wurde mindestens ein Probeabschnitt zur Anwendung der Methode ausgewählt (Abb. 17). Alle Stellen wurden bereits 2015 im Rahmen des Monitoring Alpenrhein untersucht. Eine genaue Stellencharakterisierung findet sich im entsprechenden Bericht (REY & HESSELSCHWERDT 2016).

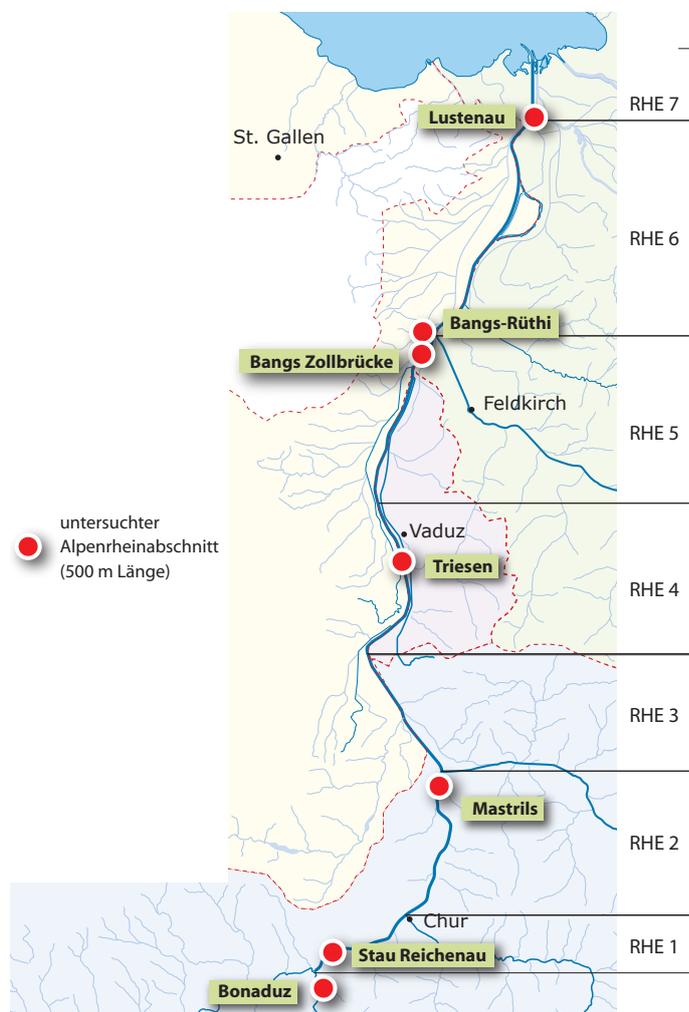


Abb. 17: Untersuchte Flussabschnitte im Alpenrhein und Hinterrhein.

3.2 Habitatflächenanalysen Alpenrhein

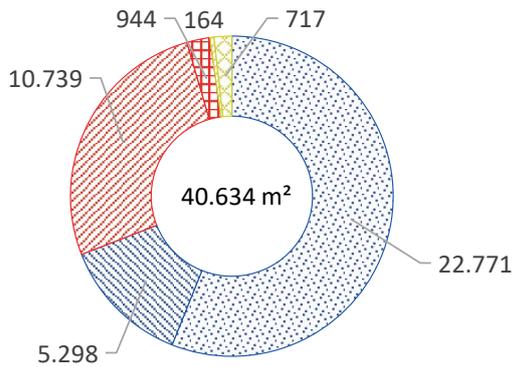
Die Habitatflächenzuordnungen, Bilanzierungen und Bewertungen der Untersuchungsabschnitte sind auf den folgenden Seiten dargestellt.

3.2.1 Flussabschnitt Bonaduz (Hinterrhein)

Koordinaten: y: 750648 / x: 18652

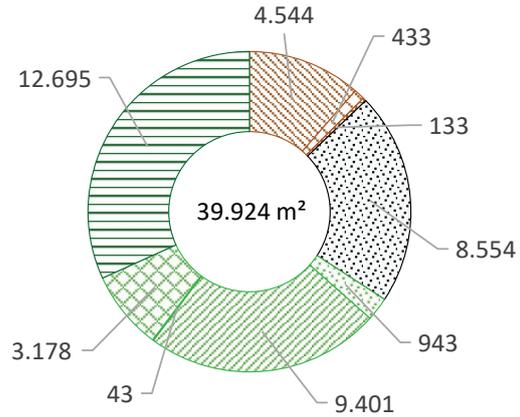


Flächenbilanzen Wasser



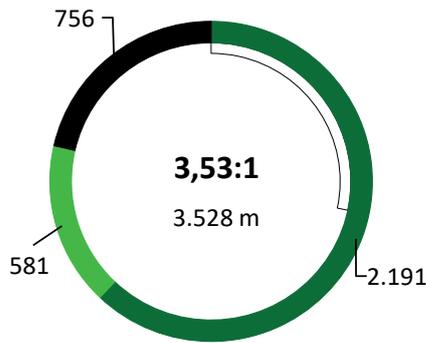
- Hauptgerinne tief und/oder unbestimmt
- Hauptgerinne Riffle (flach)
- Hauptgerinne flache Kies- Schotterbankufer
- Hauptgerinne Hinter- und Vorderwasser
- Nebengerinne beidseitig angebunden
- Altwasser permanent einseitig angebunden
- Altwasser ohne permanente Anbindung
- Totholz flach
- Totholz tief

Flächenbilanzen Land und amphibischer Bereich

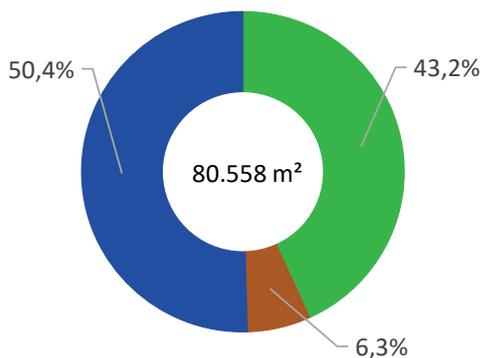


- Wasserwechselzone häufig ganz austrocknend
- Wasserwechselzone selten ganz austrocknend
- Flutmulden, häufig ganz austrocknend
- Flutmulden, Tümpel Weiher selten ganz austrocknend
- Röhrichte, Kleinröhrichte
- Kies- und Sandbankfläche vegetationslos
- Kies- und Sandbankfläche mit spärlicher Pioniervegetation
- Kies- und Sandbankfläche mit Pioniervegetation und lockerem Gebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit grasdominierten Fluren
- Kies- und Sandbankfläche mit dichtem Auengebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit Weichholzaue
- Flussinselnflächen mit Hartholzaue

Uferlinienbilanzen



- Naturufer Kies-, Schotter-, Sandbank
- Naturufer mit Röhricht
- Naturufer Sonstige
- Dichter Uferverbau
- Blockwurf
- Buhne
- Kunstufer Sonstige

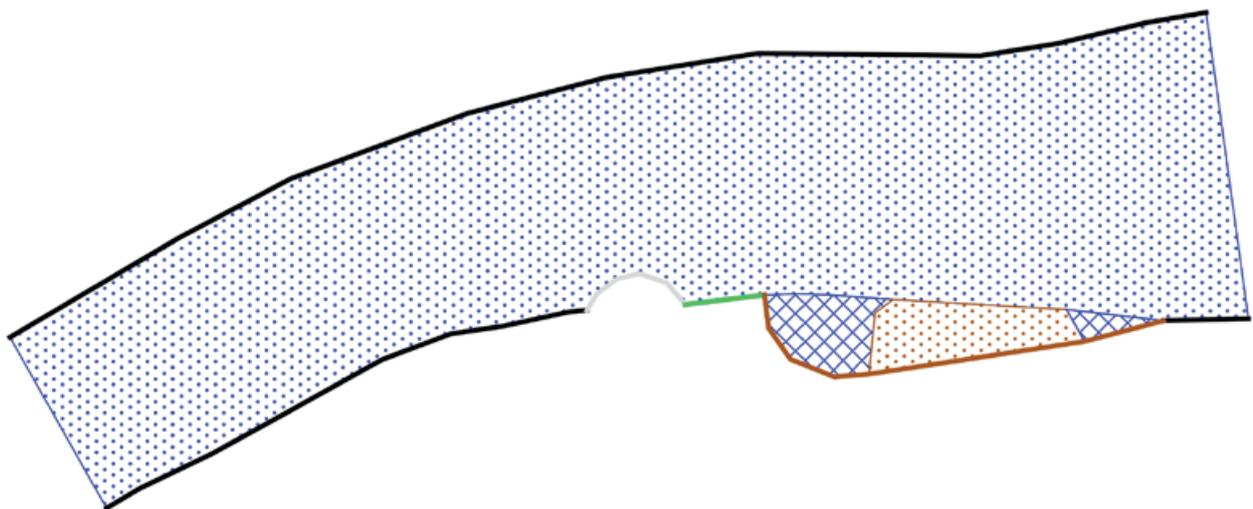


- terrestrisch
- amphibisch
- aquatisch

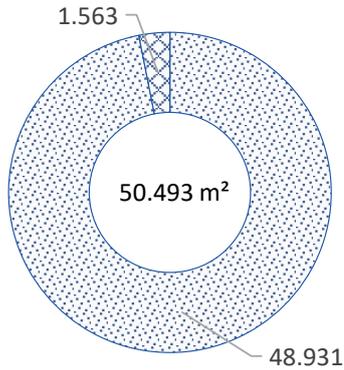
Bewertung Bonaduz		
Habitatflächen	0,66	gut
Ufertypen	0,66	gut
Uferlänge	0,90	sehr gut
Gesamt	0,74	gut

3.2.2 Flussabschnitt Stau Reichenau

Koordinaten: y: 751764 / x: 188796

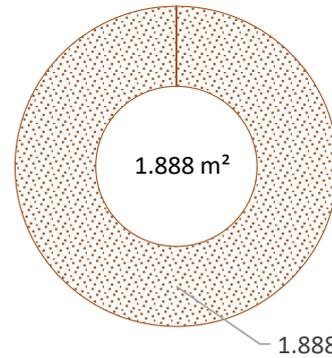


Flächenbilanzen Wasser



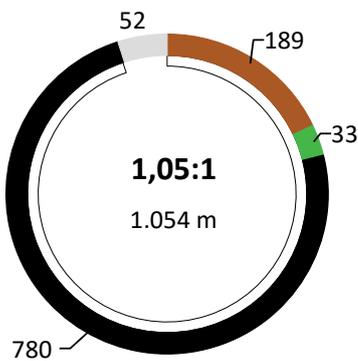
- Hauptgerinne tief und/oder unbestimmt
- Hauptgerinne Riffle (flach)
- Hauptgerinne flache Kies- Schotterbankufer
- Hauptgerinne Hinter- und Vorderwasser
- Nebengerinne beidseitig angebunden
- Altwasser permanent einseitig angebunden
- Altwasser ohne permanente Anbindung
- Totholz flach
- Totholz tief

Flächenbilanzen amphibischer Bereich und Land



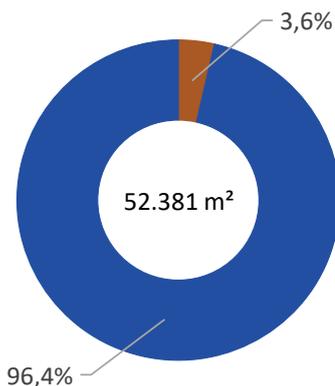
- Wasserwechselzone häufig ganz austrocknend
- Wasserwechselzone selten ganz austrocknend
- Flutmulden, häufig ganz austrocknend
- Flutmulden, Tümpel Weiher selten ganz austrocknend
- Röhrichte, Kleinröhrichte
- Kies- und Sandbankfläche vegetationslos
- Kies- und Sandbankfläche mit spärlicher Pionierv egetation
- Kies- und Sandbankfläche mit Pionierv egetation und lockerem Gebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit grasdominierten Fluren
- Kies- und Sandbankfläche mit dichtem Auengebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit Weichholzaue
- Flussinsellächen mit Hartholzaue

Uferlinienbilanzen



- Naturufer Kies-, Schotter-, Sandbank
- Naturufer mit Röhricht
- Naturufer Sonstige
- Dichter Uferverbau
- Blockwurf
- Buhne
- Kunstufer Sonstige

Wasser-Land-Anteile

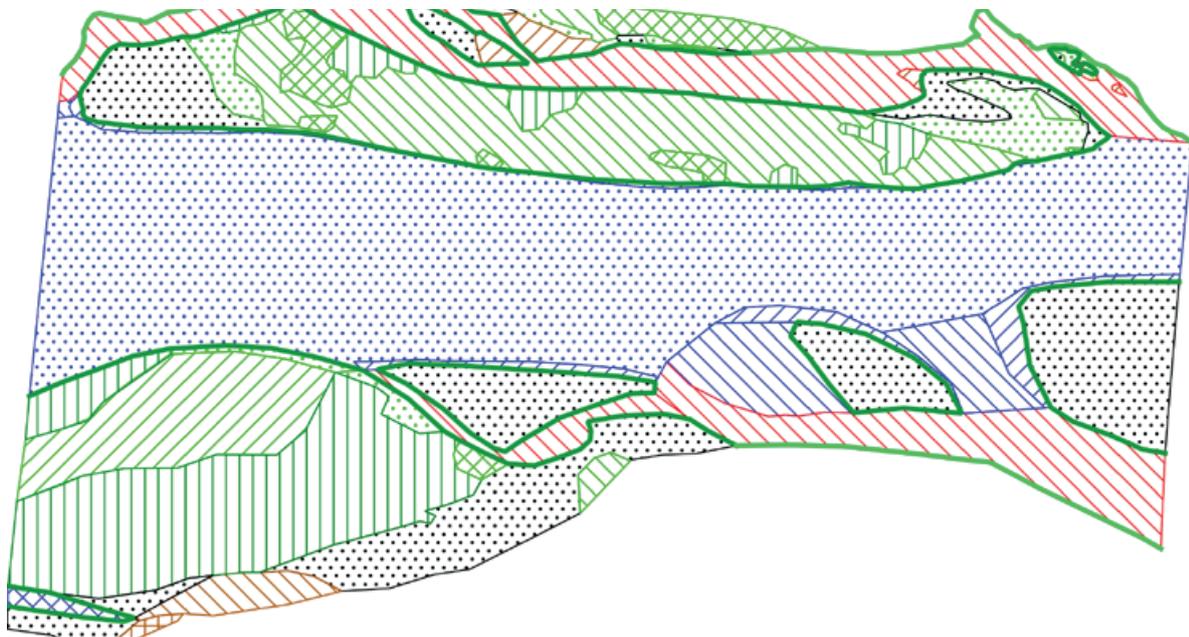


- terrestrisch
- amphibisch
- aquatisch

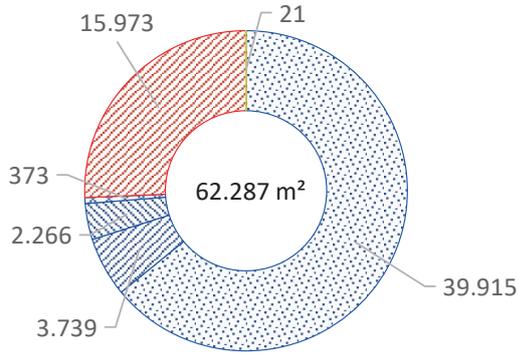
Bewertung Stau Reichenau		
Habitatflächen	0,00	schlecht
Ufertypen	0,30	unbefriedigend
Uferlänge	0,10	schlecht
Gesamt	0,13	schlecht

3.2.3 Flussabschnitt Mastrils

Koordinaten: y: 760081 / x: 2017882

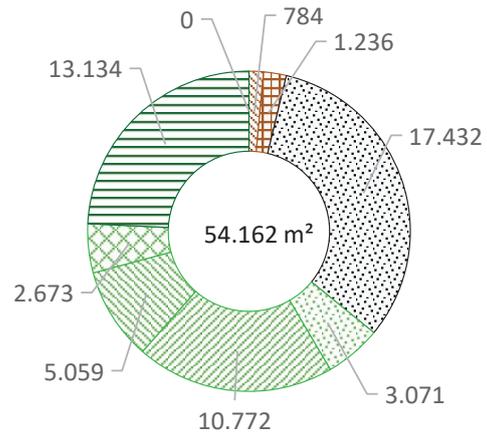


Flächenbilanzen Wasser



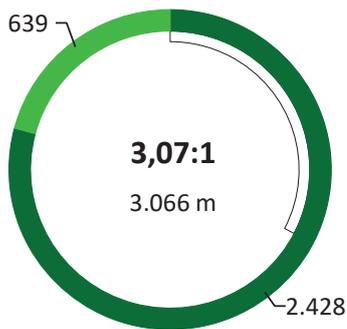
- Hauptgerinne tief und/oder unbestimmt
- Hauptgerinne Riffle (flach)
- Hauptgerinne flache Kies- Schotterbankufer
- Hauptgerinne Hinter- und Vorderwasser
- Nebengerinne beidseitig angebunden
- Altwasser permanent einseitig angebunden
- Altwasser ohne permanente Anbindung
- Totholz flach
- Totholz tief

Flächenbilanzen amphibischer Bereich und Land



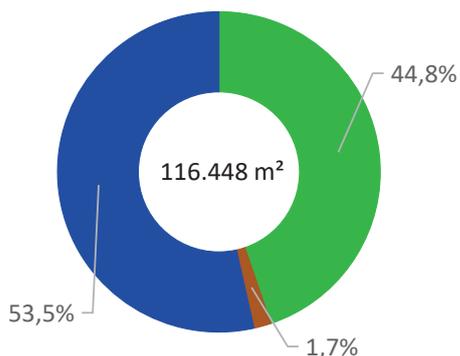
- Wasserwechselzone häufig ganz austrocknend
- Wasserwechselzone selten ganz austrocknend
- Flutmulden, häufig ganz austrocknend
- Flutmulden, Tümpel Weiher selten ganz austrocknend
- Röhrichte, Kleinröhrichte
- Kies- und Sandbankfläche vegetationslos
- Kies- und Sandbankfläche mit spärlicher Pioniervegetation
- Kies- und Sandbankfläche mit Pioniervegetation und lockerem Gebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit grasdominierten Fluren
- Kies- und Sandbankfläche mit dichtem Auengebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit Weichholzaue
- Flussinselflächen mit Hartholzaue

Uferlinienbilanzen



- Naturufer Kies-, Schotter-, Sandbank
- Naturufer mit Röhricht
- Naturufer Sonstige
- Dichter Uferverbau
- Blockwurf
- Buhne
- Kunstufer Sonstige

Wasser-Land-Anteile

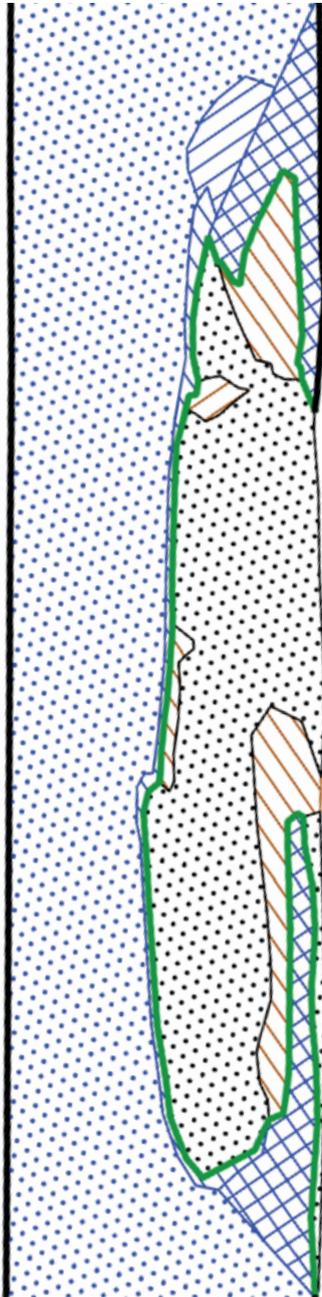


- terrestrisch
- amphibisch
- aquatisch

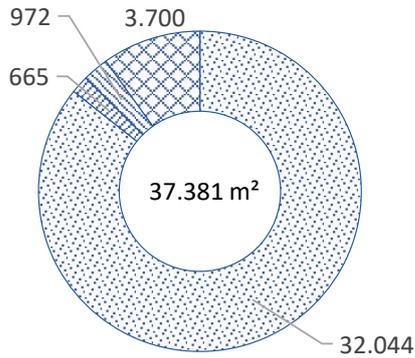
Bewertung Mastrils		
Habitatflächen	0,62	gut
Ufertypen	0,86	sehr gut
Uferlänge	0,70	gut
Gesamt	0,73	gut

3.2.4 Flussabschnitt Triesen

Koordinaten: y: 757762 / x: 220032

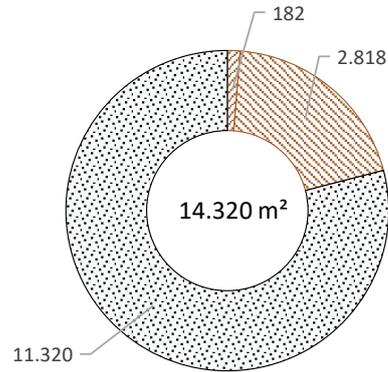


Flächenbilanzen Wasser



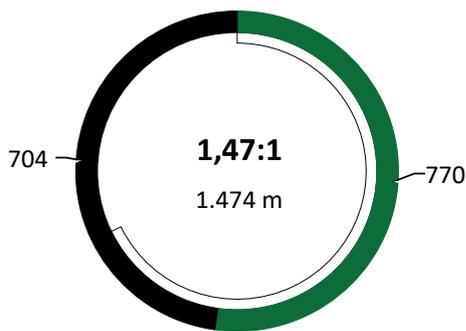
- Hauptgerinne tief und/oder unbestimmt
- Hauptgerinne Riffle (flach)
- Hauptgerinne flache Kies- Schotterbankufer
- Hauptgerinne Hinter- und Vorderwasser
- Nebengerinne beidseitig angebunden
- Altwasser permanent einseitig angebunden
- Altwasser ohne permanente Anbindung
- Totholz flach
- Totholz tief

Flächenbilanzen amphibischer Bereich und Land



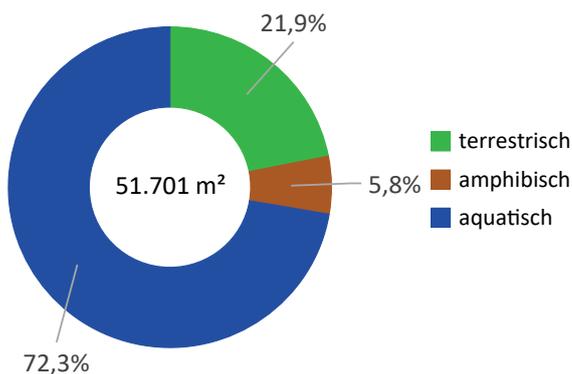
- Wasserwechselzone häufig ganz austrocknend
- Wasserwechselzone selten ganz austrocknend
- Flutmulden, häufig ganz austrocknend
- Flutmulden, Tümpel Weiher selten ganz austrocknend
- Röhrichte, Kleinröhrichte
- Kies- und Sandbankfläche vegetationslos
- Kies- und Sandbankfläche mit spärlicher Pioniervegetation
- Kies- und Sandbankfläche mit Pioniervegetation und lockerem Gebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit grasdominierten Fluren
- Kies- und Sandbankfläche mit dichtem Auengebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit Weichholzaue
- Flussinsellächen mit Hartholzaue

Uferlinienbilanzen



- Naturufer Kies-, Schotter-, Sandbank
- Naturufer mit Röhricht
- Naturufer Sonstige
- Dichter Uferverbau
- Blockwurf
- Buhne
- Kunstufer Sonstige

Wasser-Land-Anteile



- terrestrisch
- amphibisch
- aquatisch

Bewertung Triesen

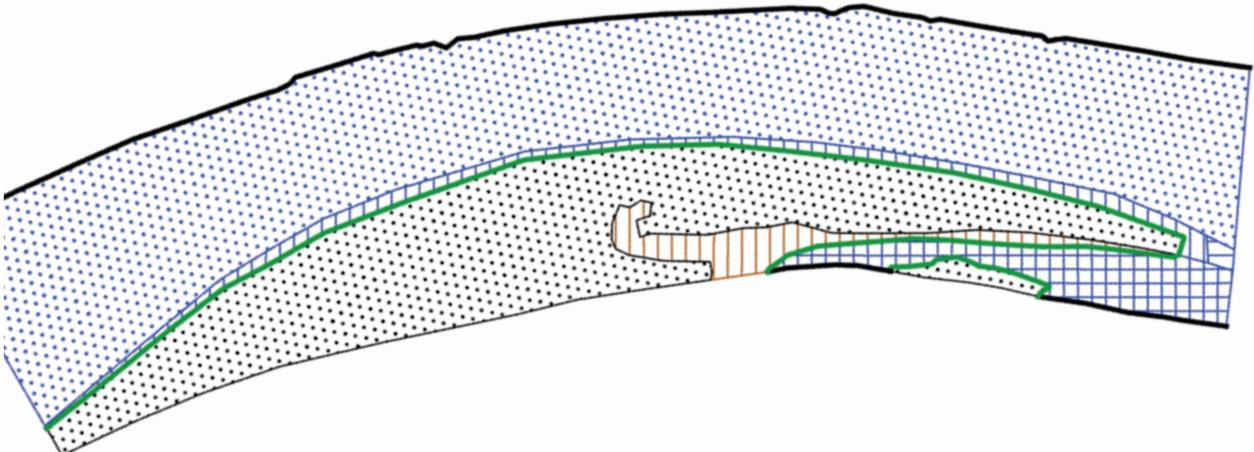
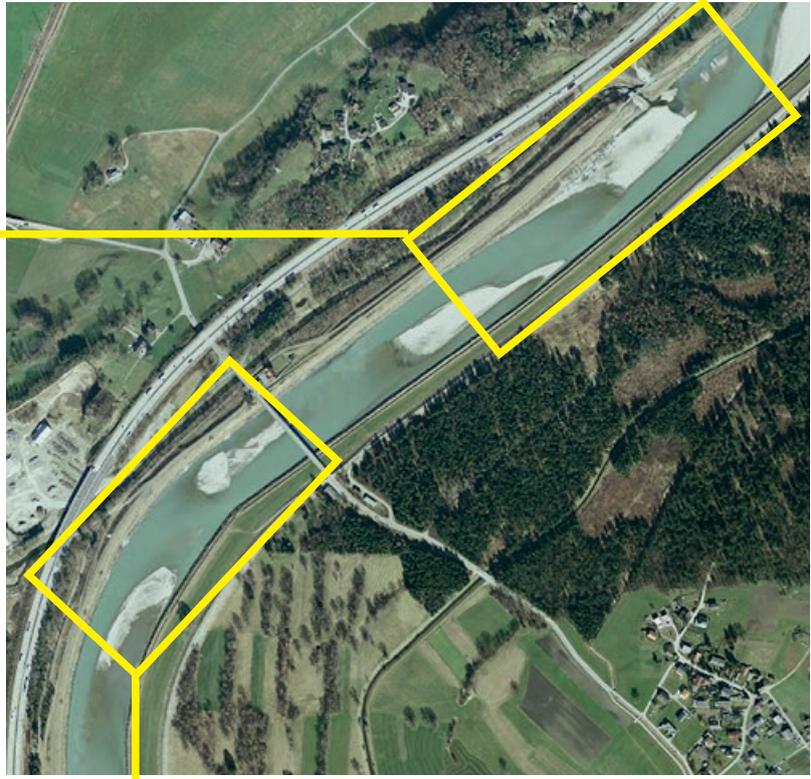
Habitatflächen	0,17	schlecht
Ufertypen	0,46	mässig
Uferlänge	0,30	unbefriedigend
Gesamt	0,31	unbefriedigend

3.2.5 Flussabschnitt Bangs-Zollbrücke

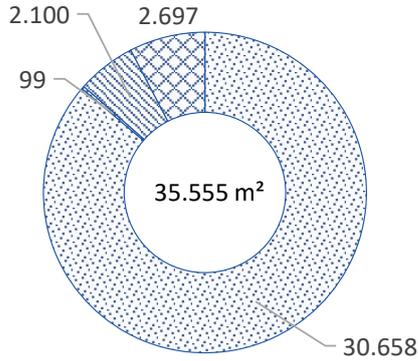
Koordinaten: y: 758285 / x: 237521

Flussabschnitt Rüthi, Mündung
Werdenberger Binnenkanal

(übernächste Seite)

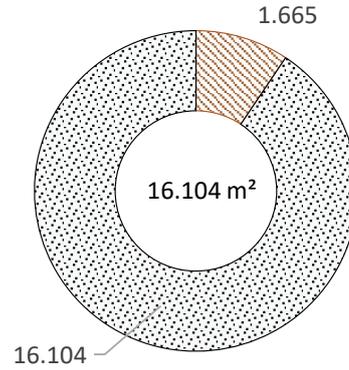


Flächenbilanzen Wasser



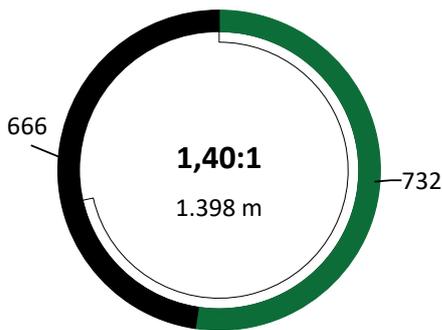
- Hauptgerinne tief und/oder unbestimmt
- Hauptgerinne Riffle (flach)
- Hauptgerinne flache Kies- Schotterbankufer
- Hauptgerinne Hinter- und Vorderwasser
- Nebengerinne beidseitig angebunden
- Altwasser permanent einseitig angebunden
- Altwasser ohne permanente Anbindung
- Totholz flach
- Totholz tief

Flächenbilanzen amphibischer Bereich und Land



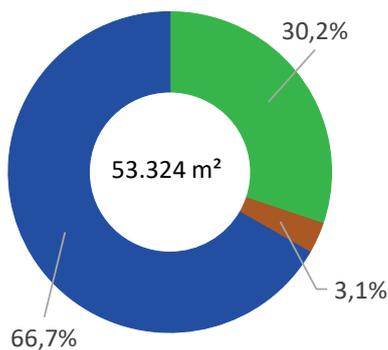
- Wasserwechselzone häufig ganz austrocknend
- Wasserwechselzone selten ganz austrocknend
- Flutmulden, häufig ganz austrocknend
- Flutmulden, Tümpel Weiher selten ganz austrocknend
- Röhrichte, Kleinröhrichte
- Kies- und Sandbankfläche vegetationslos
- Kies- und Sandbankfläche mit spärlicher Pioniervegetation
- Kies- und Sandbankfläche mit Pioniervegetation und lockerem Gebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit grasdominierten Fluren
- Kies- und Sandbankfläche mit dichtem Auengebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit Weichholzaue
- Flussinsellächen mit Hartholzaue

Uferlinienbilanzen



- Naturufer Kies-, Schotter-, Sandbank
- Naturufer mit Röhricht
- Naturufer Sonstige
- Dichter Uferverbau
- Blockwurf
- Buhne
- Kunstufer Sonstige

Wasser-Land-Anteile



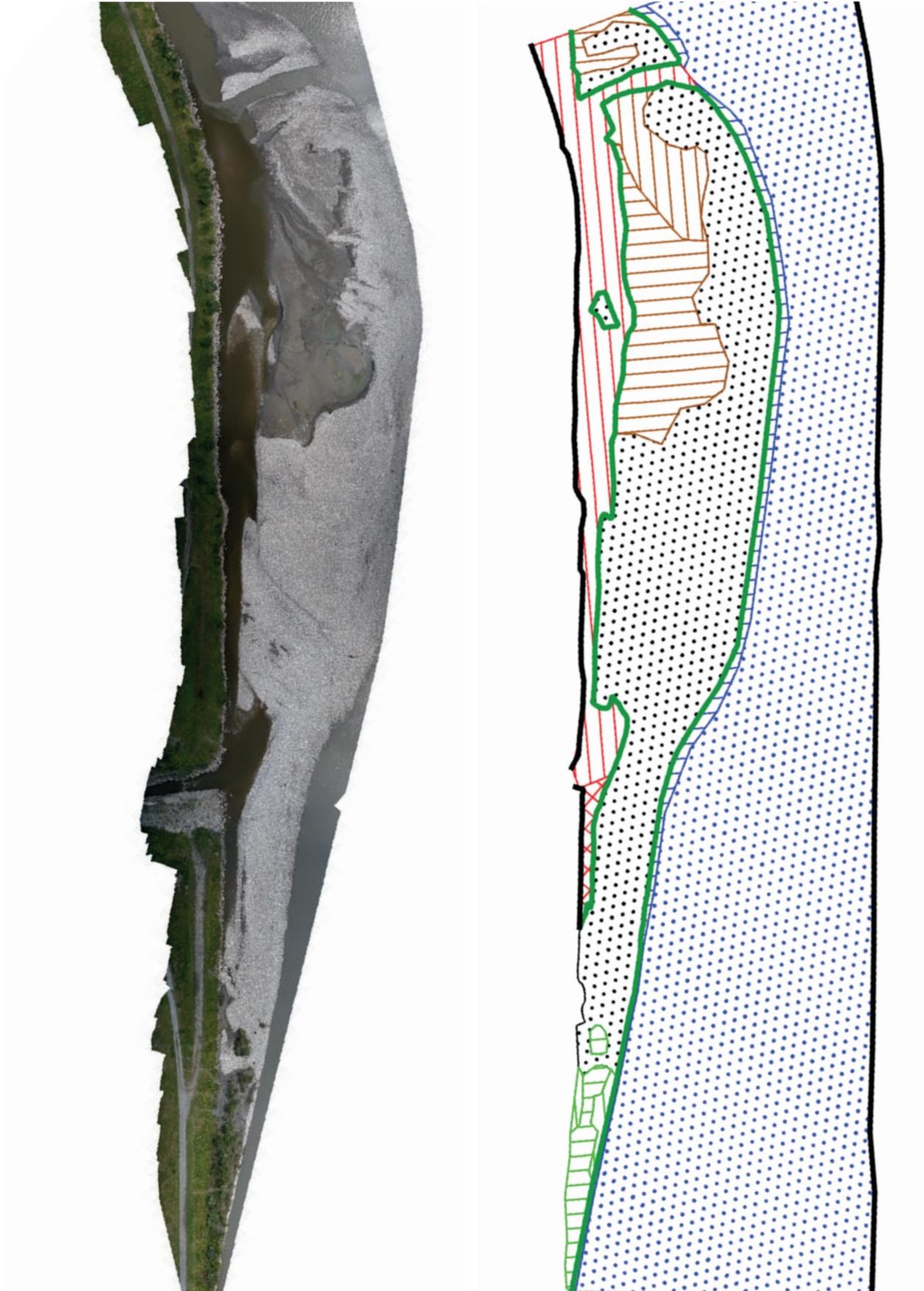
- terrestrisch
- amphibisch
- aquatisch

Bewertung Bangs-Zollbrücke

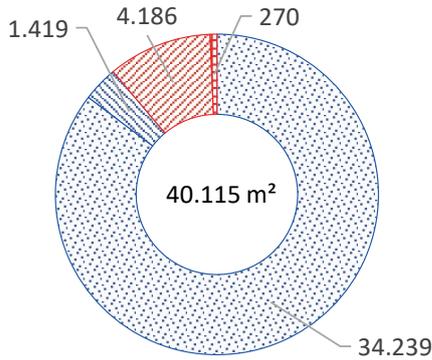
Habitatflächen	0,17	schlecht
Ufertypen	0,46	mässig
Uferlänge	0,30	unbefriedigend
Gesamt	0,31	unbefriedigend

3.2.6 Flussabschnitt Rüthi, Mündung Werdenberger Binnenkanal

Koordinaten: y: 759193 / x: 238542

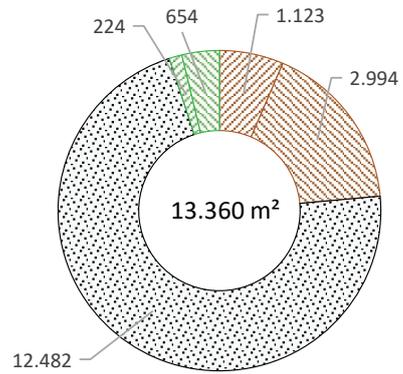


Flächenbilanzen Wasser



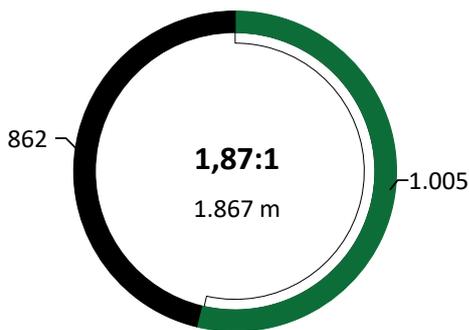
- Hauptgerinne tief und/oder unbestimmt
- Hauptgerinne Riffle (flach)
- Hauptgerinne flache Kies- Schotterbankufer
- Hauptgerinne Hinter- und Vorderwasser
- Nebengerinne beidseitig angebunden
- Altwasser permanent einseitig angebunden
- Altwasser ohne permanente Anbindung
- Totholz flach
- Totholz tief

Flächenbilanzen amphibischer Bereich und Land



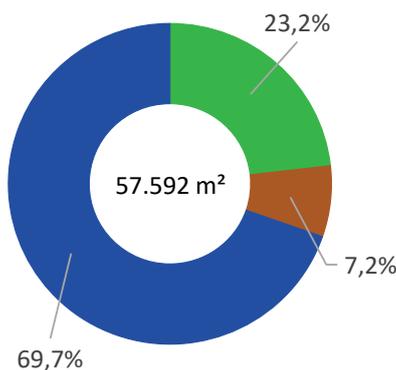
- Wasserwechselzone häufig ganz austrocknend
- Wasserwechselzone selten ganz austrocknend
- Flutmulden, häufig ganz austrocknend
- Flutmulden, Tümpel Weiher selten ganz austrocknend
- Röhrichte, Kleinröhrichte
- Kies- und Sandbankfläche vegetationslos
- Kies- und Sandbankfläche mit spärlicher Pioniervegetation
- Kies- und Sandbankfläche mit Pioniervegetation und lockerem Gebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit grasdominierten Fluren
- Kies- und Sandbankfläche mit dichtem Auengebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit Weichholzaue
- Flussinsellächen mit Hartholzaue

Uferlinienbilanzen



- Naturufer Kies-, Schotter-, Sandbank
- Naturufer mit Röhricht
- Naturufer Sonstige
- Dichter Uferverbau
- Blockwurf
- Buhne
- Kunstufer Sonstige

Wasser-Land-Anteile



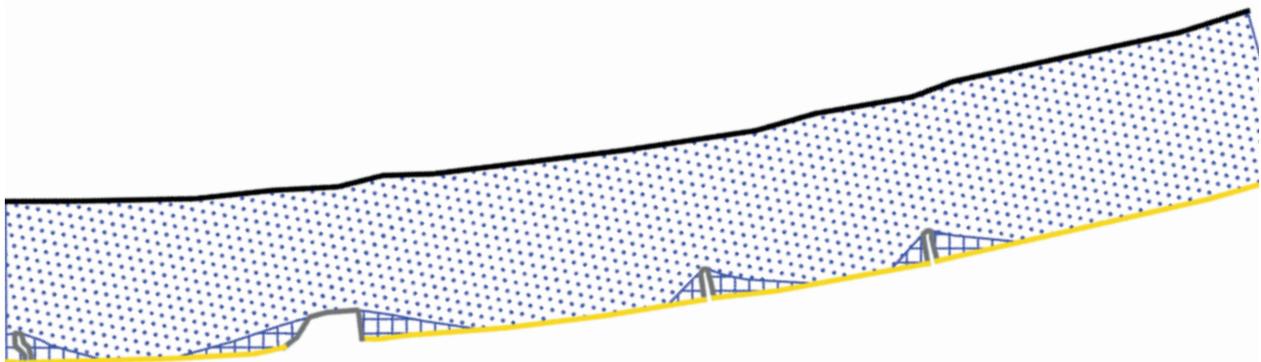
- terrestrisch
- amphibisch
- aquatisch

Bewertung Bangs-Rüthi

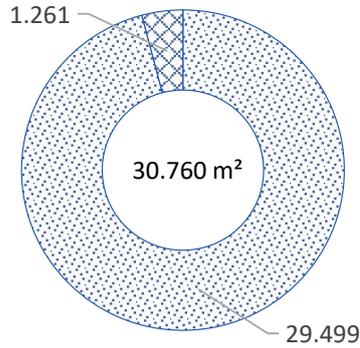
Habitatflächen	0,17	schlecht
Ufertypen	0,47	mässig
Uferlänge	0,30	unbefriedigend
Gesamt	0,31	unbefriedigend

3.2.7 Flussabschnitt Lustenau

Koordinaten: y: 767723 / x: 257970



Flächenbilanzen Wasser



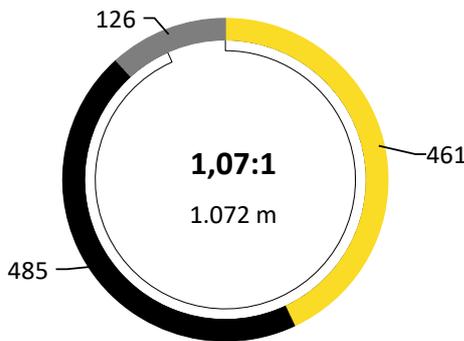
- Hauptgerinne tief und/oder unbestimmt
- Hauptgerinne Riffle (flach)
- Hauptgerinne flache Kies- Schotterbankufer
- Hauptgerinne Hinter- und Vorderwasser
- Nebengerinne beidseitig angebunden
- Altwasser permanent einseitig angebunden
- Altwasser ohne permanente Anbindung
- Totholz flach
- Totholz tief

Flächenbilanzen amphibischer Bereich und Land

0 m²

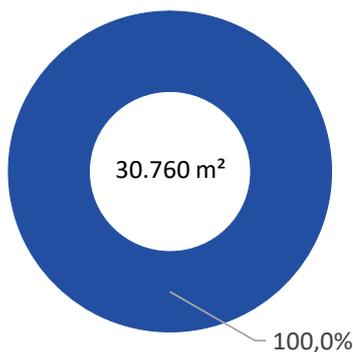
- Wasserwechselzone häufig ganz austrocknend
- Wasserwechselzone selten ganz austrocknend
- Flutmulden, häufig ganz austrocknend
- Flutmulden, Tümpel Weiher selten ganz austrocknend
- Röhrichte, Kleinröhrichte
- Kies- und Sandbankfläche vegetationslos
- Kies- und Sandbankfläche mit spärlicher Pioniervegetation
- Kies- und Sandbankfläche mit Pioniervegetation und lockerem Gebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit grasdominierten Fluren
- Kies- und Sandbankfläche mit dichtem Auengebüsch
- Kies- und Sandbankfläche mit Weichholzaue
- Flussinsellächen mit Hartholzaue

Uferlinienbilanzen



- Naturufer Kies-, Schotter-, Sandbank
- Naturufer mit Röhricht
- Naturufer Sonstige
- Dichter Uferverbau
- Blockwurf
- Buhne
- Kunstufer Sonstige

Wasser-Land-Anteile



- terrestrisch
- amphibisch
- aquatisch

Bewertung Lustenau		
Habitatflächen	0,01	schlecht
Ufertypen	0,13	unbefriedigend
Uferlänge	0,10	schlecht
Gesamt	0,08	schlecht

3.3 Vergleichende Bilanzierung

3.3.1 Flächenanteile Wasser-Land und relative Flussraumflächen

Die Grösse der Landflächen variiert im Verlauf des Alpenrheines sehr viel stärker als die Wasserflächen (Abb. 18). Während nur die Wasserflächen von Bonaduz (naturnaher Gewässerverlauf) und Stau Reichenau (künstlich verbreitert durch Aufstau) etwas grösser sind als der Rest, unterscheiden sich die zum Gewässerraum gehörenden Landflächen sehr stark. Zudem korreliert die Grösse der Landflächen sehr gut mit dem zunehmend natürlichen Gewässercharakter. Sie sind am kleinsten in den stark beeinträchtigten Abschnitten Lustenau und Stau Reichenau und am grössten in den Auenbereichen Mastrils und Bonaduz. Die alternierenden, noch grösstenteils unbewachsenen, alternierenden Kiesbänke bei Bangs und Triesen liegen im Mittelfeld.

Sehr auffällig ist, dass die Gesamtfläche der untersuchten Abschnitte, trotz konstanter Abschnittslänge von 500 m, flussabwärts abnimmt. Normalerweise müsste die Fläche aufgrund der immer grösseren Wassermenge zunehmen. Dies veranschaulicht sehr gut wie sehr der Alpenrhein in seinem Verlauf immer weiter eingeeingt wird.

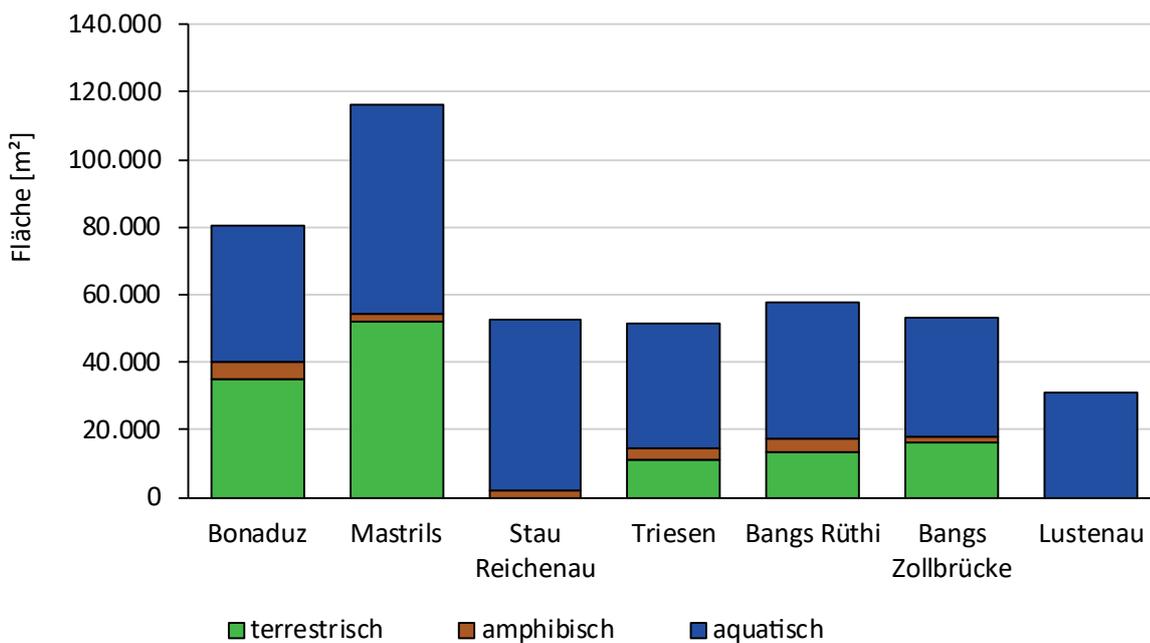


Abb. 18: Vergleich der absoluten Land- und Wasserflächen, sowie der amphibischen Flächen der untersuchten Probestellen am Alpenrhein.

3.3.2 Streckenanteile Uferlinie und Uferlängen

Die Bilanz der Ufertypen spiegelt den Zustand der Untersuchungsstellen bereits sehr gut wieder (Abb. 19). Die beiden Auenbereiche Mastrils und Bonaduz weisen aufgrund des komplexen Verlaufes mit Nebenarmen bei konstanter Abschnittslänge von 500 m die längste Uferlinie auf. Auf Höhe der alternierenden Kiesbänke bei Triesen und Bangs ist die Uferlänge durch die im Fluss liegenden Kiesbankufer verlängert.

Auffällig ist, dass in fast allen Abschnitten Blockwurf das Ufer dominiert. Selbst in der naturnahen Aue Bonaduz ist die Aussenkurve mit Blockwurf befestigt. Speziell die Uferbereiche des Alpenrheines sind daher gegenüber dem Naturzustand grösstenteils stark beeinträchtigt.

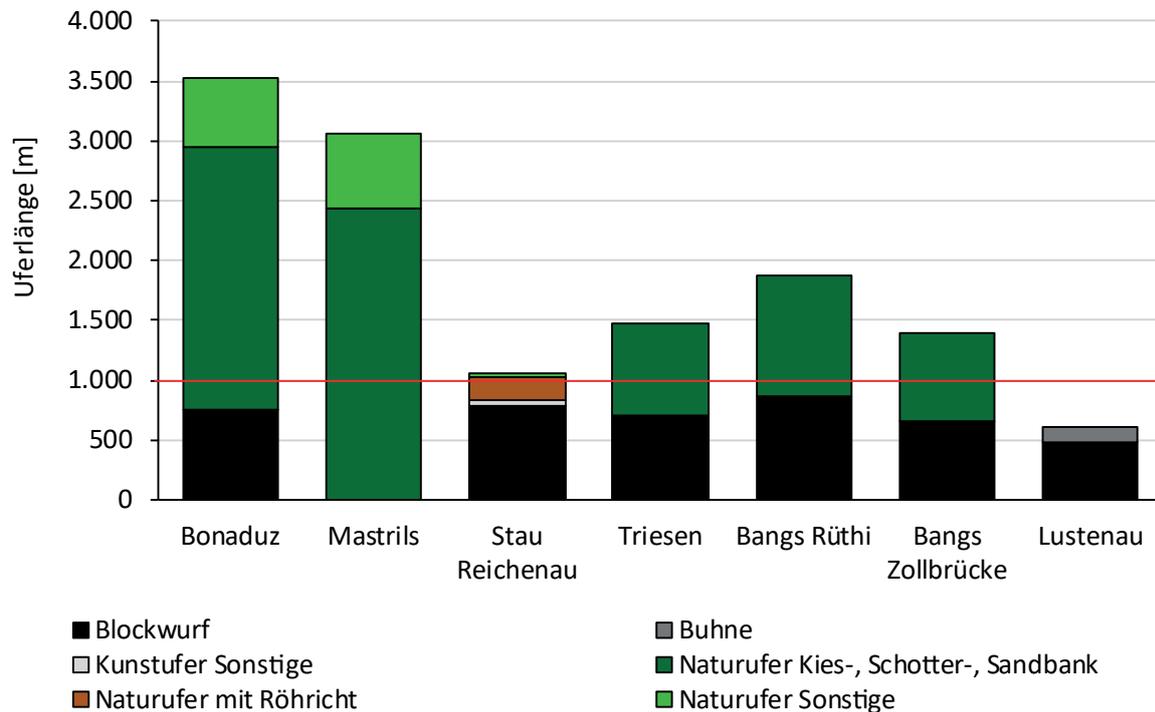


Abb. 19: Vergleich der einzelnen Uferabschnittslängen der einzelnen Habitats der untersuchten Probestellen am Alpenrhein.

Auch wenn die Uferlängen einen guten Hinweis auf die Komplexität des Gewässerverlaufes, und die Ufertypen auf den groben Zustand der Abschnitte hinweisen, reicht diese Betrachtung noch nicht aus um Feinheiten in naturnäheren Abschnitten herauszuarbeiten.

3.4 Bewertung

Die Gesamtbewertung und Bewertungen der Teilmodule (Habitatfläche, Ufertyp und Uferlänge) der Alpenrheinabschnitte sind zusammen mit Details der Berechnung, wie den Auf- und Abwertungen in Tabelle 5 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen alle beobachteten positiven wie negativen Aspekte der Abschnitte.

So wurden letztlich nur Stellen mit „gut“ bewertet, die auch permanente, standorttypische Vegetation aufwiesen. Alle anderen Stellen sind aufgrund fehlender entsprechender Bereiche Auen „schlecht“. Wird der Ufertyp betrachtet, fallen die Ergebnisse für die alternierenden Kiesbänke schon deutlich besser aus - sie kommen zu einer „mässigen“ Bewertung. Auch der Staubereich kommt aufgrund eines Abschnitts Röhrichtgürtel zu einem „unbefriedigend“. Das Modul Uferlänge kommt dagegen grösstenteils schon zur selben Bewertung wie die Gesamtbewertung. Zumindest im Normalfall stellt der Uferlängenfaktor einen sehr guten Indikator für den Zustand dar. Ausnahmen liegen sicher dann vor, wenn eine komplexe, und damit lange, Uferlinie nicht natürlich entstanden ist. Ein Beispiel hierfür könnten Molen in Hafenbereichen des Mittelrheines sein. Auch diese würden zu einem hohen Uferlinienfaktor führen, stellen aber keine direkten Wert für das Gewässer dar.

Modul Habitatfläche	Lustenau	Bangs Zollbrücke	Bangs Rüthi	Triesen	Stau Reichenau	Mastrils	Bonaduz
Gesamtfläche [m ²]	30.760	53.324	57.592	51.701	52.381	116.448	80.558
Summe Flächenpunkte	9.669	19.660	21.609	19.089	9.677	60.395	45.070
Mittlere Punktzahl pro m ²	0,31	0,37	0,38	0,37	0,18	0,52	0,56
Anteil Landfläche	0%	33%	30%	28%	4%	47%	50%
Anteil bewachsene Landfläche	-	0%	7%	0%	-	67%	75%
Anteil alter Bewuchs an bewachsener Fläche	-	-	0%	-	-	46%	60%
Auf- und Abwertungen aufgrund der o.g. Anteile	-0,30	-0,20	-0,20	-0,20	-0,30	0,10	0,10
Gesamtbewertung Habitatflächen	0,01	0,17	0,18	0,17	0,00	0,62	0,66

Modul Ufertyp	Lustenau	Bangs Zollbrücke	Bangs Rüthi	Triesen	Stau Reichenau	Mastrils	Bonaduz
Gesamtuferlänge [m]	1.072	1.398	1.867	1.474	1.054	3.066	3.528
Summe Uferlinienpunkte	248	786	1.063	827	421	2.325	2.329
Mittlere Punktzahl pro m Uferlinie	0,23	0,56	0,57	0,56	0,40	0,76	0,66
Anteil natürliches Ufer	0%	75%	76%	74%	41%	100%	90%
Auf- und Abwertungen aufgrund der o.g. Anteile	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	0,10	0,00
Gesamtbewertung Ufertypen	0,13	0,46	0,47	0,46	0,30	0,86	0,66

Modul Uferlänge	Lustenau	Bangs Zollbrücke	Bangs Rüthi	Triesen	Stau Reichenau	Mastrils	Bonaduz
Längenfaktor Uferlänge zu 2 x Abschnittslänge	1,07	1,40	1,87	1,47	1,05	3,07	3,53
Bewertung Uferlänge	0,10	0,30	0,30	0,30	0,10	0,70	0,90

Gesamtbewertung Gewässerabschnitt	Lustenau	Bangs Zollbrücke	Bangs Rüthi	Triesen	Stau Reichenau	Mastrils	Bonaduz
	0,08	0,31	0,31	0,31	0,13	0,73	0,74

Bewertung	Lustenau	Bangs Zollbrücke	Bangs Rüthi	Triesen	Stau Reichenau	Mastrils	Bonaduz
Habitatflächen	0,01	0,17	0,18	0,17	0,00	0,62	0,66
Ufertypen	0,13	0,46	0,47	0,46	0,30	0,86	0,66
Uferlänge	0,10	0,30	0,30	0,30	0,10	0,70	0,90
Gesamtbewertung	0,08	0,31	0,31	0,31	0,13	0,73	0,74

Tab. 5: Bewertung der untersuchten Abschnitte des Alpenrheines. Gesamtbewertung, Bewertung der Teilmodule, und zugrundeliegende Auf- und Abwertungen.

3.5 Fazit und Ausblick

3.5.1 Einsatz bei geringerer Informationsdichte

Die Methode liefert die robustesten Ergebnisse, wenn alle Daten vorliegen. Modifiziert lässt sie sich aber auch bei hinsichtlich der Vielfalt von Lebensräumen weniger detaillierten Basisdaten anwenden. Dies bedeutet beispielsweise, dass auch weniger hoch auflösende Fotos, z.B. aus den gängigen Geoportalen oder oft verfügbaren staatlichen Vermessungen zur Habitatflächenbilanzierung verwendet werden können. Es ist dabei darauf zu achten, dass keine genauere Interpretationen des Bestandes vorgenommen wird als tatsächlich erkennbar ist. Sollten einzelne Habitat- oder Ufertypen nicht erkennbar sein, müssen diese im Typenkatalog mit anderen zusammengelegt und die Bewertung für diese Fälle angepasst werden. Die genaue Anpassung ist dann Aufgabe der jeweiligen Objektbearbeitung.

3.5.2 Einsatz der Methode bei der Revitalisierungsplanung

Bei Planungen liegen für die Zielzustände meist nur einfache Darstellungen möglicher Flussraummorphologien vor. Auch für so stark reduzierte Basisdaten wird die Methode aktuell getestet. Das Modul Uferlänge lässt sich fast uneingeschränkt anwenden, die anderen Module nur in reduzierter Form. Im Ausgleich kann die Planung sehr gute Daten liefern, welche Bereiche sich naturnah entwickeln werden und wo sich wahrscheinlich welches Habitat einstellen kann.

Insgesamt lässt sich die Bewertung auf die an den Situationsplänen aus der Revitalisierungsplanung erkennbaren Flächenausdehnungen und Uferlängen mit entsprechenden Anpassungen anwenden.

In gleichem Masse können teilweise auch historische Karten herangezogen und damit Referenzen für den Naturzustand definiert werden.

3.5.3 Geplante weitere Projekte

Derzeit wird die Methode noch an anderen Objekten getestet, bzw. angewendet. Hierfür sind entsprechende Anpassungen an die gegenständliche Methode vorgesehen:

- Projekt Sanierung Thur bei Wattwil. Auftrag: Tiefbauamt St. Gallen
- Hochwasserschutzprojekt RHESI. Auftrag: Internationale Rheinregulierung

4. Literatur

- AMOROS C., ROSTAN J.C., PAUTOU G. & J.P. BRAVARD (1987): The reversible concept applied to the environment management of large river systems. *Environmental Management* 11: 607-617.
- EBERSTALLER J., EBERSTALLER-FLEISCHANDERL D., REY P. & A. BECKER (2007): Monitoring Alpenrhein- Teilbereich Gewässerökologie- Konzept zur Koordination und Durchführung. 65 S.
- EBERSTALLER J, FRANGEZ C. & F. DITULLIO (2014): Fischökologisches Monitoring Alpenrhein 2013. Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA). 140 S.
- GRAF W. & A. CHOVANEC (2016): Entwicklung eines WRRL-konformen Bewertungssystems für Auen grosser Flüsse auf Basis des Makrozoobenthos unter besonderer Berücksichtigung der Donau. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Österreich. 48 S.
- HAUNSCHMID R, SCHOTZKO N., PETZ-GLECHNER R., HONSIG-ERLENBURG W., SCHMUTZ S., SPINDLER T., UNFER G., WOLFRAM G., BAMMER V., HUNDRITSCH L., PRINZ H. & B. SASANO (2010): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente- Teil A1- Fische. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Österreich.
- MICHOR K., ZARN B., EBERSTALLER J., GASSER M., MORITZ C. & J. TRÖSCH (2005): Entwicklungskonzept Alpenrhein Kurzfassung. Internationale Regierungskommission Alpenrhein & Internationale Rheinregulierung: 38 Seiten.
- NIEDERBERGER K., REY P., REICHERT P., SCHLOSSER J., HELG U., HAERTL-BORER S. & E. BINDERHEIM (2016): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Seen. Modul: Ökomorphologie Seeufer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1632: 73S.
- PITSCH P & B. ZARN (2011): Morphologie und Dynamik Mastrilser Rheinauen. Bericht im Auftrag des Amt für Natur und Umwelt, Chur.
- REY P., WERNER S., MÜRLE U., BECKER A., ORTLEPP J. & J. HÜRLIMANN (2011): Monitoring Alpenrhein- Basismonitoring Ökologie 2009 bis 2011. Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA). 157 S.
- Rey P., Ortlepp J., Werner S, Mürle U., Becker A. & J. Hesselschwerdt (2014): Koordinierte biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein 2011 – 2013. Abschlussbericht des Monitoringprogramms der Jahre 2011, 2012 und 2013 zuhanden der Gewässerschutz- und Fischereifachstellen der Kantone Aargau, Bern und Solothurn. St. Gallen, 121 S. + Datenanhang.
- REY P., MÜRLE U., ORTLEPP J., WERNER S., HESSELSCHWERDT J. & B. UNGER (2015): Koordinierte Biologische Untersuchungen im Hochrhein 2011/12. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umweltzustand Nr. 1522: 130 S.
- REY P. & HESSELSCHWERDT J. (2016): Monitoring Alpenrhein- Basismonitoring Ökologie 2015. Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA). 96 S. & 78 S. Anhang.
- REY P. & L. BOLLER (2016): RHESI: Fachplanung Gewässer- und Fischökologie- Variantenuntersuchung. Technischer Bericht im Auftrag der IRR.
- ROHDE, S. (2005): Integrales Gewässermanagement- Erkenntnisse aus dem Rhone-Thur Projekt- Synthesebereich Gerinneaufweitungen. www.rivermanagement.ch/download.php.
- SCHAELECHLI U. (2016): RHESI-Variantenuntersuchung. Fachbericht Hydraulik und Geschiebe Berichtskapitel Morphologie. Technischer Bericht im Auftrag der IRR.
- ZAHNER M. (1988): Kartierung der Auengebiete von nationaler Bedeutung- Rheinauen Zizers-Mastrils.

