



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
**Bundesamt für Energie BFE**

**Schlussbericht Dezember 2013**

---

# **Ganzheitliche Beurteilung des Wasserkraftpotentials schweizerischer Fliessgewässer**

## **Handbuch zur GIS-gestützten Anwendung der Methode HYDROpot\_integral**

---

**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE  
Forschungsprogramm Wasserkraft  
CH-3003 Bern  
[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

**Auftragnehmer:**

Geographisches Institut der Universität Bern  
Gruppe für Hydrologie  
Hallerstrasse 12  
CH-3012 Bern  
[www.hydrologie.unibe.ch](http://www.hydrologie.unibe.ch)

**Autoren:**

Joëlle Hirschi  
Tobias Wechsler  
Emmanuel Rey  
Rolf Weingartner, [rolf.weingartner@giub.unibe.ch](mailto:rolf.weingartner@giub.unibe.ch)

**Zitiervorschlag:**

Hirschi, Joëlle; Wechsler, Tobias; Rey, Emmanuel; Weingartner, Rolf (2013): Ganzheitliche Beurteilung des Wasserkraftpotentials schweizerischer Fliessgewässer – Handbuch zur GIS-gestützten Anwendung der Methode HYDROpot\_integral. Bericht im Auftrag des BFE. Publikation Gewässerkunde Nr. 608, Bern.

**BFE-Bereichsleiter:** Dr. Michael Moser  
**BFE-Programmleiter:** Dr. Klaus Jorde  
**BFE-Vertragsnummer:** SI/500234-05

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

# Vorwort

Das vorliegende Handbuch beschreibt, wie die GIS-Methodik HYDROpot\_integral zur ganzheitlichen Beurteilung des Kleinwasserkraftpotentials – also unter gleichwertiger Berücksichtigung ökologischer und sozioökonomischer Aspekte – angewandt wird. Als wissenschaftliche Grundlage unterstützt die Methode die Diskussion im Spannungsfeld zwischen Schutz und Nutzung von Gewässerabschnitten. Aus der Anwendung der Methodik resultieren Karten, welche je nach gewähltem Nutzungsszenario Gewässerabschnitte für eine potentielle Wasserkraftnutzung ausweisen.

Grosse Teile des folgenden Handbuchs wurden direkt aus der Dissertation von Hemund (2012) sowie aus der Masterarbeit von Hirschi (2012) übernommen. Da beide Autorinnen zugleich auch Co-Autorinnen des vorliegenden Handbuchs sind, wurde auf eine Zitierung dieser beiden Arbeiten oftmals verzichtet.

Das Handbuch gliedert sich in drei Teile: Während *Teil 1* die Methode im Allgemeinen präsentiert, stellt *Teil 2* Ergebnisse und mögliche Darstellungsformen auf der Basis ausgewählter Fallbeispiele dar. *Teil 3* schliesslich umfasst die Anleitung zur Anwendung der Methode, wobei alle notwendigen Schritte beschrieben sind. Für ausführlichere Informationen wird auf die Dissertation von Hemund (2012) verwiesen. Im Anhang finden sich alle GIS-relevanten Unterlagen.

Am vorliegenden Handbuchs waren neben den Autorinnen und Autoren mehrere Personen beteiligt, welchen für Ihre tatkräftige Unterstützung gedankt wird: Jan Schwanbeck und Elias Hodel für die wertvollen Tipps und die Lösung kniffliger Probleme in ArcGIS sowie Eliane Debrunner und Tom Reist für redaktionelle Arbeiten.

Joëlle Hirschi und Rolf Weingartner



## Zusammenfassung

Die stetig wachsende Energienachfrage und die gleichzeitig schwindenden fossilen Energiereserven haben das Interesse am Ausbau erneuerbarer Energien sowohl auf internationaler wie auch auf nationaler Ebene gesteigert. In der Schweiz wurden verschiedene Förderprojekte lanciert, um Technologien im Bereich nachhaltiger Energien und deren Nutzung möglichst rasch voranzutreiben. Mit der Einführung der KEV-Fördergelder im Jahr 2009 stieg die Anzahl der eingegebenen Projekte zur Nutzung erneuerbarer Energien rapide an. Entsprechend zahlreich waren bzw. sind die Gesuche für Kleinwasserkraftwerke ( $\leq 10$  MW), welche bei der nationalen Netzwerkgesellschaft Swissgrid sowie bei den kantonalen Konzessionsbehörden auf ein Bewilligungsverfahren warten. Zur Verbesserung der Grundlagen wurde vom Bundesamt für Energie (BFE) ein Projekt initiiert,

- um einerseits das gesamtheitliche Wasserkraftpotential einer Region auf der Basis einer detaillierten Beurteilung aller Gewässerabschnitte zu bestimmen und
- um andererseits eine systematische und ganzheitliche Beurteilung von Kleinwasserkraftprojekten in einem regionalen Kontext zu ermöglichen.

Im Rahmen dieses Projekts wurde am Geographischen Institut der Universität Bern eine entsprechende Methodik erarbeitet (Hemund 2012). Sie erlaubt es, alle Gewässerabschnitte ganzheitlich, unter Einbezug ökologischer, gesellschaftlicher, ökonomischer und kultureller Kriterien zu bewerten. Dabei lassen sich insbesondere auch jene Gewässerabschnitte ermitteln, welche für eine Wasserkraftnutzung am besten geeignet bzw. welche besonders schützenwert sind. Die Methodik wurde im Berner Oberland und im Einzugsgebiet der Emme erfolgreich getestet (Hirschi 2012).

Der vorliegende Bericht versteht sich als Handbuch, das den Weg aufzeigt, die Methode Hemund, die im Folgenden als HYDROpot\_integral bezeichnet wird, in beliebigen Regionen der Schweiz anzuwenden. Mit minimalem Aufwand – wenige Tage pro Kanton – kann HYDROpot\_integral alle Fließgewässer bzw. Gewässerabschnitte einer Region oder eines Kantons auf der Basis von ArcGIS beurteilen. Das Handbuch richtet sich vor allem an kantonale Fachstellen und Behörden, bei denen es als Entscheidungshilfe eingesetzt werden kann, wobei auf die Einhaltung der schweizerischen Gesetzgebung und der aktuellen Richtlinien zur Kleinwasserkraftnutzung geachtet wird. Durch die Berücksichtigung sämtlicher relevanter Ökosystemfunktionen eines Gewässers führt die Methode zu einer integralen, nachhaltigen und plausiblen Beurteilung, welche den wissenschaftlichen Gütekriterien Objektivität, Validität und Reproduzierbarkeit genügt; somit ist Zuverlässigkeit und Repräsentativität der Ergebnisse gewährleistet. Die Vorgehensweise ist so flexibel gestaltet, dass es der Anwenderin/dem Anwender möglich ist, das Ergebnis ihren/seinen Bedürfnissen anzupassen. Zudem lässt sich der Anwendungsbereich aufgrund der detaillierten Charakterisierung der einzelnen Gewässerabschnitte auf weitere Fragestellungen erweitern.

Insgesamt ist die Beurteilungsmethode als flexibles GIS-gestütztes Arbeitsinstrument zu verstehen, welches es ermöglicht, Schutz und Nutzung der Gewässer sachlich darzustellen und grossräumige Empfehlungen bezüglich des Wasserkraftpotentials abzugeben. Die effektive Nutzbarkeit des Wasserkraftpotentials einzelner Gewässerabschnitte vermag die Methode allerdings nicht abschliessend zu beurteilen. Hierzu sind detaillierte Abklärungen durch entsprechende Expertinnen und Experten oder eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) notwendig.

## Résumé

Les énergies renouvelables gagnent de plus en plus en importance. En effet, les besoins en électricité augmentent alors que la Suisse a décidé de ne plus compter sur le nucléaire dans un avenir proche. Des mesures ont donc dû être prises pour encourager les énergies renouvelables. Depuis l'introduction des rétributions à prix coûtant (RPC), le nombre de projets déposés a augmenté de manière significative, aussi dans le domaine hydraulique des petites centrales. Avec HYDROpot\_integral un outil SIG a été développé pour accompagner la planification de petites centrales dans toute la Suisse. Il s'agit d'une approche intégrale d'évaluation qui ne considère pas seulement les aspects hydrologiques, mais aussi écologiques et socio-économiques. La présente publication offre toute la documentation et les scripts SIG nécessaires à l'usage de HYDROpot\_integral. HYDROpot\_integral permet d'évaluer intégralement le potentiel hydraulique d'une région ou d'un canton et d'identifier les sites propices à l'exploitation hydraulique et ceux dont la protection est prioritaire. Cet outil permet en outre de situer de nouveaux projets en comparaison régionale.

## Abstract

Renewable energy has gained in importance not least due to the fact of an enhanced demand for electricity and the planned closure of the Swiss nuclear power stations. As a consequence, several measures to foster the renewable energy were initiated (e.g. KEV). Thus the number of proposal for the construction of new small hydro power station has increased considerably. Therefore the GIS based tool HYDROpot\_integral was developed as a planning instrument for small hydro power plants. It is applicable in the whole of Switzerland and is based on a holistic approach which considers not only hydrological and ecological but also socio-economic aspects. This publication provides all information necessary to apply HYDROpot\_integral (e.g. GIS scripts). The latter gives way to estimate the hydro power potential of a region or a canton, to identify sites which are optimal for use or sites which should be protected. Moreover, sites for which a power plant has been proposed can be assessed in a regional context.

# Inhalt

---

Vorwort .....	3
Zusammenfassung.....	5
Glossar.....	9
Abbildungsverzeichnis.....	12
Tabellenverzeichnis .....	13
Teil 1: Erläuterungen zur Methodik HYDROpot_integral .....	15
1.1 Überblick.....	15
1.1.1 Grundlagen .....	17
1.1.2 Beurteilung .....	18
1.1.3 Auswertung .....	23
1.1.4 Szenarien (zu erwartende Ergebnisse).....	25
Teil 2: Charakteristische Fallbeispiele .....	31
2.1 Testgebiete .....	31
2.1.1 Ergolz (Kt. BL).....	32
2.1.2 Hinterrhein (Kt. GR) .....	34
2.1.3 Reuss/Limmat (Kt. AG) .....	36
2.1.4 Saaser Vispa (Kt. VS) .....	39
2.1.5 Simme/Kander (Kt. BE) .....	42
2.2 Anwendbarkeit und Grenzen der Methode .....	45
Teil 3: Handbuch zur Anwendung der Methodik HYDROpot_integral.....	49
3.1 Voraussetzungen .....	49
3.2 Beschreibung der Grundlagen .....	49
3.3 Vorbereitungen.....	50
3.3.1 Installation.....	50
3.3.2 Kantonale Daten zusammentragen.....	55
3.4 Anwendung der Methode .....	57
3.4.1 Erhebung der Indikatoren .....	58
3.4.2 Wertesynthese .....	59
3.4.3 Darstellung der Resultate .....	60

Literatur.....	61
Anhang .....	63
Analyseraster.....	63
Datenerhebung im GIS .....	72
Ergebnisse Testgebiete.....	126

## Glossar

Bewertung GR

Die Bewertung GR (Gewässerraum) ist ein Zwischenergebnis der Wertsynthese. Sie umfasst alle Teilbewertungen und gibt somit Auskunft über den Zustand der Ökosystemfunktionen im GR. Sie beeinflusst das Endergebnis der Beurteilung, die Ökosystemleistung, massgeblich.

Bewertung LR

Die Bewertung LR (Landschaftsraum) fasst die Bedeutung sämtlicher Ökosystemfunktionen eines LR zusammen. Sie ist als Zwischenergebnis der Wertsynthese zu verstehen, das die Bewertung GR gegebenenfalls aufwertet.

Funktionstypen

Die verschiedenen Ökosystemfunktionen werden gemäss Millennium Ecosystem Assessment (MEA 2005) in die drei Typen regulierende (Typ A), kulturelle (Typ B) und bereitstellende (Typ C) Funktionen aufgeteilt. Unter regulierenden Ökosystemfunktionen werden bspw. die Klimaregulation, die Aufrechterhaltung von Nährstoffkreisläufen oder Bodenbildung und Primärproduktion verstanden.

Ganzheitliche Beurteilung

Eine ganzheitliche Beurteilung berücksichtigt im Sinne des Konzeptes der nachhaltigen Entwicklung die drei Dimensionen Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft gleichwertig (AUE 2010: 4).

Gewässerraum (GR)

Der GR ist eine der beiden Untersuchungseinheiten, welche die Ökosystemfunktionen des Gewässers und des nahen Uferbereichs erfasst. Die Länge des GR liegt im schweizerischen Durchschnitt bei 315 m und maximal bei 450 m, wohingegen dessen Breite auf der Biodiversitätsbreite der Schlüsselkurve beruht (BWG 2001: 18f) und zwischen 7 m und 107 m variiert.

Indikator

Ein Indikator repräsentiert den Zustand einer einzelnen Ökosystemfunktion innerhalb eines GR oder LR. Er ist der Grundbaustein der Beurteilungsmethode. Mithilfe des Indikators wird der Zustand einer Funktion letztlich in eine Ökosystemleistung überführt. Dazu werden Messskalen und eine fünfstufige Werteskala eingesetzt.

KEV

Die kostendeckende Einspeisevergütung ist ein staatlicher Förderbeitrag, von dem in der Schweiz seit 2009 Projekte profitieren können, die zur Energiegewinnung erneuerbare Energien wie Sonne, Wind, Biomasse, Geothermie und Wasserkraft ( $\leq 10$  MW) nutzen (BFE 2008). Zurzeit schwanken die Vergütungsbeiträge für Kleinwasserkraftprojekte zwischen 16 und 36 Rp./kWh. Die Bestimmungen über die kostendeckende Einspeisevergütung sind in der geänderten Energieverordnung (EnV) geregelt (EnV, SR 730.01, 1998).

Kilowatt [kW]

Bei der Stromproduktion aus Wasserkraft wird mit Kilowatt die Leistung P bezeichnet, welche durch einen gegebenen Abfluss Q [ $m^3/s$ ] und eine Fallhöhe h [m] erzeugt werden kann. Eine vereinfachte Formel zu Abschätzung der Leistung ist wie folgt definiert:  $P = MQ * h * 7$ , mit  $MQ$  [ $m^3/s$ ] : mittlerer Jahresabfluss.

Kilowattstunde [kWh]

Die Kilowattstunde ist eine Masseinheit für die Energie E, welche durch ein Wasserkraftwerk mit einer Leistung P von 1'000 Watt ( $=1$  kW) in einer Stunde [h] erzeugt wird. Die Kilowattstunde bezeichnet also die Produktionsleistung oder das Arbeitsvermögen eines Wasserkraftwerks. Als einfache Formel zur Berechnung des Jahresarbeitsvermögens [kWh/y] gilt:  $E = P * 4'500 \text{ h}$  (bis 5'500 h); wobei P = Leistung [kW]. Beispiel: Ein Haushalt in der Schweiz besitzt einen jährlichen Stromverbrauch zwischen 3'500 und 4'500 kWh.

Kleinwasserkraft (KWK)

Sowohl grosse als auch kleine Anlagen folgen demselben Prinzip der Wasserkraftnutzung. Der Unterschied besteht v.a. in der erzeugten Leistung. Auf europäischer Ebene liegt die Leistungsgrenze bei 10 MW (ESHA 2005: 5); d.h. alle Anlagen, die eine Leistung von  $\leq 10$  MW erzeugen, werden als Kleinwasserkraftwerke (KWKW) bezeichnet. Ferner sind KWKW meist in Privatbesitz und durch den Grösseneffekt

teurer als Grossanlagen. Ausserdem handelt es sich in den meisten Fällen um Laufkraftwerke, die das natürliche Abfluss- und Feststoffregime wenig beeinträchtigen und nur geringen Aufstau erzeugen. Trotz guter CO<sub>2</sub>-Bilanz, relativ hohem Wirkungsgrad und nachfragegerechter Stromproduktion (Menge, Preis), stellen KWKW einen Eingriff in regionale und lokale Gewässerökosysteme und Landschaften dar (Batrach und Truffer 2001: 6). Dies führt oft zu Konflikten zwischen den Interessenvertretern des Naturschutzes, der Energiewirtschaft und der Raumplanung.

Kombination ABC	Durch die vorliegende Methode wird jedem Gewässerraum eine ganzheitliche Beurteilung zugeordnet (ABC), die seine ökologische (A), kulturelle (B) und wirtschaftliche (C) Ökosystemleistung quantifiziert.
Komponente	Eine Komponente setzt sich aus allen Indikatoren zusammen, welche dieselbe Ökosystemfunktion erfassen. Sie verleiht dem Analyseraster die nötige Ordnungsstruktur und führt in der Wertsynthese die einzelnen Ergebnisse der Indikatoren zu den Teilbewertungen des GR zusammen.
Landschaftsraum (LR)	Der LR ist eine der beiden Untersuchungseinheiten, welche die Ökosystemfunktionen der Umgebung des Flusses erfassen. Die Breite des LR berechnet sich über die dreifache Breite des Gewässerraums (GR) und entspricht damit annähernd dem Pendelband (BWG 2001: 18f). Die Länge des LR ist identisch mit der Länge des GR.
Linienpotential	Das Linienpotential [kW/m] leitet sich aus der berechneten Wasserkraftleistung pro Gewässerpunkt [kW] und der spezifischen Gewässerabschnittslänge [m] ab (Watergisweb AG 2008: 14).
Messskala	Jeder Indikator verfügt über eine spezifische Messskala, die den Zustand einer Funktion (Ist-Zustand) in Abhängigkeit seiner Differenz zum rechtlich oder fachlich festgelegten Referenzzustand, dem Soll-Zustand, beurteilt. Als Messgrößen dienen bspw. Flächenanteile oder Mengenangaben.
Ökosystemfunktion	De Groot et al. (2002: 394) definieren Ökosystemfunktionen als das Leistungsvermögen von natürlichen Prozessen und Bestandteilen, Güter und Leistungen zur Verfügung zu stellen, welche die menschlichen Bedürfnisse direkt oder indirekt befriedigen. Folglich stellen sie eine Teilmenge ökologischer Prozesse und Ökosystemstrukturen dar. Die Zahl der verschiedenen Ökosystemfunktionen ist sehr variabel und wurde bisher nicht genau festgelegt.
Ökosystemleistung	Unter einer Ökosystemleistung wird der Nutzen verstanden, den der Mensch aus einem Ökosystem bezieht (MEA 2005: V). Dies kann bspw. sauberes Trinkwasser sein oder Erholung in Form einer Outdoor-Freizeitaktivität. Im vorliegenden Handbuch wird erst dann von einer Ökosystemleistung gesprochen, wenn der entsprechenden Funktion durch die Beurteilungsmethode ein Wert zugeordnet wurde.
Teilbewertung	Die Teilbewertung fasst die Zustandsbewertungen der Indikatoren derselben Komponente zusammen. Dies geschieht in der vorliegenden Arbeit durch die Bildung des Medians. Teilbewertungen entstehen ausschliesslich bei der Beurteilung der Ökosystemfunktionen im GR.
Theoretisches Wasserkraftpotential	Das Wasserkraftpotential [kW] wird aus den mittleren monatlichen Abflussmengen [m <sup>3</sup> /s] gemäss Pfaundler und Zappa (2006) und dem Gefälle (Fallhöhe) [m] berechnet (Watergisweb AG 2008: 15). Im theoretischen Potential sind sowohl die bereits genutzte wie auch die unbeeinflusste Wasserkraftleistung enthalten. Ausserdem enthält es auch jene Potentiale, deren Nutzung durch Schutzgebiete oder andere limitierende Faktoren eingeschränkt wird. Es handelt sich also um eine „Rohform“ des Wasserkraftpotentials.

Wertskala	Die Wertskala operationalisiert die Sollzustände; d.h., sie misst die Erfüllung der formulierten Ziele (Bernotat et al. 2003: 368). In dieser Arbeit wird eine fünfstufige Wertskala verwendet, mithilfe derer die Bedeutung der Funktionszustände beurteilt wird. Damit werden Sach- und Wertebene verbunden, d.h., dem Zustand einer Ökosystemfunktion wird eine Ökosystemleistung zugeordnet. Dabei entspricht eine sehr bedeutende Ökosystemleistung dem Wert 5, wohingegen der Wert 1 auf nicht bedeutende Ökosystemleistungen hinweist.
Wertsynthese	Mittels Wertsynthese werden die Ergebnisse aller Indikatoren zusammengeführt. Die Wertsynthese folgt verschiedenen Syntheseschritten und resultiert in der abschließenden Bewertung des GR: die Kombination ABC bzw. die ökologische, die kulturelle und die wirtschaftliche Ökosystemleistung.

## Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1 DIE METHODE IM ÜBERBLICK (HEMUND 2012) .....	16
ABBILDUNG 2 SCHEMATISCHE ABGRENZUNG DER UNTERSUCHUNGSEINHEITEN .....	17
ABBILDUNG 3 ANALYSERASTER DER ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN (HEMUND 2012) .....	19
ABBILDUNG 4 ERHOBENE ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN DER FLIESSGEWÄSSER IM UNTEREN SIMMENTAL (GESAMTBEWERTUNG) .....	20
ABBILDUNG 5 ENTSCHEIDUNGSBÄUME ZUR BEWERTUNG DER GR (= FARBIG HINTERLEGTE ZIFFERN). INPUTGRÖSSEN SIND DIE TEILBEWERTUNGEN DER KOMPONENTEN, WOBEI GILT: A) REGULIERENDE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN, B) KULTURELLE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN, C) BEREITSTELLENDE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN. DIE BEDEUTUNG DER AKRONYME SIND DER TABELLE 1 ZU ENTNEHMEN (HEMUND 2012).....	22
ABBILDUNG 6 DIE AUFGRUND VON SZENARIEN FESTGELEGTE BEWEGLICHE GRENZE IN DER RANGLISTE ENTScheidet ÜBER DIE NUTZUNGSEIGNUNG DER GEWÄSSERRÄUME (HEMUND 2012). (GRÜN = NUTZUNGSEIGNUNG; ROT = SCHUTZBEDARF; DARGESTELLT IST EIN FIKTIVES BEISPIEL) .....	25
ABBILDUNG 7 SCHUTZ- UND NUTZUNGSEMPFEHLUNG FÜR DIE GEWÄSSERABSCHNITTE IM EINZUGSGEBIET DER SIMME UND KANDER, WOBEI SICH GRÜNE GEWÄSSERABSCHNITTE BESSER FÜR EINE NUTZUNG EIGNEN ALS ROTE. ....	26
ABBILDUNG 8 RANGVERTEILUNG UND WASSERKRAFTPOTENTIAL DER GEWÄSSERRÄUME DER SIMME UND KANDER. DARGESTELLT IST DIE SCHUTZ- UND NUTZUNGZUWEISUNG BEI EINEM AUSBAUZIEL VON 10 MW FÜR DAS EINZUGSGEBIET DER KANDER INKL. SIMME. ....	27
ABBILDUNG 9 AUSWAHL VON GEWÄSSERRÄUMEN MIT HOHER WASSERKRAFTLEISTUNG UND KLEINER RANGZAHL (GRÜNER BEREICH) IM EINZUGSGEBIET DER KANDER INKL. SIMME. FÜR DIESES SZENARIO WURDEN DIE GRENZE BEI RANG 67 UND EINER LEISTUNG VON 0.7 MW GESETZT, DAMIT SICH UNGEFÄHR DAS AUSBAUZIEL VON 10 MW ERGIBT. ....	27
ABBILDUNG 10 DARSTELLUNG DES SZENARIOS VON ABBILDUNG 9 FÜR KANDER UND SIMME. FAST ALLE GRÜNEN STRECKEN MÜSSEN GENUTZT WERDEN, UM DAS AUSBAUZIEL VON 10 MW ZU ERREICHEN. ....	28
ABBILDUNG 11 RANGVERTEILUNG DER GEWÄSSERRÄUME DER SIMME UND KANDER. ERFOLGT DIE UNTERTEILUNG (GELBE LINIE) IN RÄNGE, DIE SICH FÜR EINE NUTZUNG EIGNEN (RANG 1 BIS 67) UND IN SCHUTZWÜRDIGE RÄNGE (RANG 68 BIS 126) UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER SPEZIFISCHEN GEBIETSEIGENSCHAFTEN DER SIMME UND KANDER, ERGIBT SICH EIN SZENARIO WIE IN ABBILDUNG 10 (OBEN) DARGESTELLT.....	29
ABBILDUNG 12 TESTGEBiete.....	32
ABBILDUNG 13 AUSWAHL AN GEWÄSSERRÄUMEN MIT RELATIV HOHER SPEZIFISCHER WASSERKRAFTLEISTUNG UND KLEINER RANGZAHL (GRÜNER BEREICH) IM EINZUGSGEBIET DER ERGOLZ. FÜR DIESES SZENARIO WURDEN DIE GRENzen BEI RANG 67 UND EINER LEISTUNG VON 0.03 MW GESETZT, WAS EINE SUMMIERTE LEISTUNG VON 2,86 MW ERGIBT. ....	33
ABBILDUNG 14 DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE FÜR DIE ERGOLZ BEI EINEM 3 MW-SZENARIO, D.H., ALLE GRÜNEN STRECKEN MÜSSEN GENUTZT WERDEN, UM EINE LEISTUNG VON CA. 3 MW ZU ERREICHEN. DIE GRENZE ZWISCHEN SCHUTZ UND NUTZUNG WURDE AUFGRUND DER ABBILDUNG 13 BEI RANG 67 UND EINER LEISTUNG VON 0.03 MW GESETZT. ....	33
ABBILDUNG 15 DIE ÖKOLOGISCHEN ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN DER TESTGEBiete IM VERGLEICH.....	34
ABBILDUNG 16 RANGVERTEILUNGSKURVEN ALLER TESTREGIONEN IM VERGLEICH. ....	35
ABBILDUNG 17 AUSWAHL AN GEWÄSSERRÄUMEN MIT RELATIV HOHER SPEZIFISCHER WASSERKRAFTLEISTUNG UND KLEINER RANGZAHL (GRÜNER BEREICH) IM EINZUGSGEBIET DES HINTERRHEINS. DIE GRENZE WURDE BEI RANG 67 UND EINER LEISTUNG VON 2 MW GESETZT. ....	35
ABBILDUNG 18 DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE FÜR DEN HINTERRHEIN BEI EINEM 14 MW-SZENARIO, D.H., ALLE GRÜNEN STRECKEN MÜSSEN GENUTZT WERDEN, UM EINE LEISTUNG VON CA. 14 MW ZU ERREICHEN. DIE GRENZE ZWISCHEN SCHUTZ UND NUTZUNG WURDE AUFGRUND DER ABBILDUNG 17 BEI RANG 67 UND EINER LEISTUNG VON 2 MW GESETZT....	36
ABBILDUNG 19 FUNKTIONSTYP KULTUR IM EINZUGSGEBIET DER LIMMAT UND REUSS.....	37
ABBILDUNG 20 FUNKTIONSTYP PRODUKTION IM EINZUGSGEBIET DER LIMMAT UND REUSS. ....	38
ABBILDUNG 21 AUSWAHL AN GEWÄSSERRÄUMEN MIT RELATIV HOHER SPEZIFISCHER WASSERKRAFTLEISTUNG UND KLEINER RANGZAHL (GRÜNER BEREICH) IM EINZUGSGEBIET DER LIMMAT UND REUSS. DIE GRENZE WURDE BEI RANG 22 UND EINER LEISTUNG VON CA. 4.5 MW GESETZT. ....	38
ABBILDUNG 22 DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE FÜR DAS EINZUGSGEBIET DER LIMMAT UND REUSS BEI EINEM 4,5 MW-SZENARIO, D.H., DER GRÜNE GEWÄSSERABSCHNITT MÜSSTE GENUTZT WERDEN, UM DIE LEISTUNG VON 4.5 MW ZU ERHALten. DIE GRENZE ZWISCHEN SCHUTZ UND NUTZUNG WURDE AUFGRUND DER ABBILDUNG 21 BEI RANG 22 UND EINER LEISTUNG VON 4,49 MW GESETZT.....	39
ABBILDUNG 23 FUNKTIONSTYP NATUR IM EINZUGSGEBIET DER SAASER VISPA. ....	40
ABBILDUNG 24 DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE FÜR DIE SAASER VISPA BEI EINEM 7 MW-SZENARIO, D.H., ALLE GRÜNEN STRECKEN KÖNNEN GENUTZT WERDEN UND ES ERGÄBEN SICH EINE LEISTUNG VON RUND 7 MW. DIE GRENZE ZWISCHEN SCHUTZ UND NUTZUNG WURDE BEI RANG 45 UND EINER LEISTUNG VON 0,5 MW GESETZT (ANALOG ABBILDUNG 25). ....	41
ABBILDUNG 25 AUSWAHL AN GEWÄSSERRÄUMEN MIT RELATIV HOHER SPEZIFISCHER WASSERKRAFTLEISTUNG UND KLEINER RANGZAHL (GRÜNER BEREICH) IM EINZUGSGEBIET DER SAASER VISPA. DIE GRENZE WURDE BEI RANG 45 UND EINER LEISTUNG VON 0,5 MW GESETZT. ....	42

ABBILDUNG 26 ALS PRIORITYERRÄUME WERDEN DIEJENIGEN GEWÄSSERRÄUME MARKIERT, DIE SICH GANZ ODER TEILWEISE MIT EINEM PRIORITYSKRITERIUM WIE BSPW. EIN AUENGEBIET VON NATIONALER BEDEUTUNG ÜBERLAGERN.....	43
ABBILDUNG 27 GEGENÜBERSTELLUNG DER RÄNGE UND DER THEORETISCHEN WASSERKRAFTLEISTUNG ALLER TESTREGIONEN. ....	44
ABBILDUNG 28 AUSWAHL AN GEWÄSSERRÄUMEN MIT RELATIV HOHER SPEZIFISCHER WASSERKRAFTLEISTUNG UND KLEINER RANGZAHL (GRÜNER BEREICH) IM EINZUGSGEBIET DER SIMME UND KANDER. DIE GRENZE WURDE BEI RANG 67 UND EINER LEISTUNG VON 0,7 MW GESETZT. ....	44
ABBILDUNG 29 DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE FÜR DIE SIMME UND KANDER BEI EINEM 12 MW-Szenario, d.h., alle GRÜNEN STRECKEN MÜSSEN GENUTZT WERDEN. DIE GRENZE ZWISCHEN SCHUTZ UND NUTZUNG WURDE BEI RANG 67 UND EINER LEISTUNG VON 0,7 MW GESETZT. ....	45
ABBILDUNG 30 GRUNDLEGENDER STRUKTUR VON GISDATEN UND GISDATENBANK. ....	50
ABBILDUNG 31 BEGRÜSSUNGSFENSTER HYDROPOD INSTALLATIONSPROGRAMM. ....	51
ABBILDUNG 32 WAHL DER INSTALLIERTEN ARCGIS-VERSION. ....	51
ABBILDUNG 33 ANGABE DES SPEICHERORTES FÜR DIE HYDROPOD DATENBANK. ....	52
ABBILDUNG 34 BEI DER ERSTMALIGEN INSTALLATION VON HYDROPOD MÜSSEN DIE VERBINDUNGEN ZU PYTHON KOPIERT WERDEN. BEI EINER FOLGEINSTALLATION ERÜBRIGT SICH DIES UND DAS HÄCKCHEN KANN GELÖSCHT WERDEN. ....	52
ABBILDUNG 35 ZUSAMMENFASSUNG DER INSTALLATION. ....	53
ABBILDUNG 36 INSTALLATION DER DATENBANK. ....	53
ABBILDUNG 37 INSTALLATION BENÖTIGTER PYTHON-MODULE. ....	54
ABBILDUNG 38 JEDES PYTHON-MODUL MUSS EINZELN INSTALLIERT WERDEN. FOLGEN SIE DEN ANWEISUNGEN IM INSTALLATIONSFENSTER. ....	54
ABBILDUNG 39 VOR JEDER INSTALLATION VON PYTHON-MODULEN IST UNBEDINGT DAS ZUGEORDNETE PHYTON-VERZEICHNIS ZU PRÜFEN (C:\PYTHON2X\ARCGIS10.X). ....	55

## Tabellenverzeichnis

TABELLE 1 ABKÜRZUNGEN DER KOMPONENTEN. ....	21
TABELLE 2 ZUORDNUNG DER LANDSCHAFTSRAUM-INDIKATOREN ZUM ENTSPRECHENDEN ÖKOSYSTEMFUNKTIONSTYP UND FESTLEGUNG DER MINDESTMENGEN ZUR BESTIMMUNG IHRES EINFLusses (0 ODER +1) AUF DIE BEWERTUNG GR. DIE BEZEICHNUNG DER INDIKATOREN BEZIEHT SICH AUF DAS ANALYSERASTER IM ANHANG. ....	23
TABELLE 3 RANGLISTE ALLER 125 KOMBINATIONEN ABC (HEMUND 2012). ....	24
TABELLE 4 GEBIETSKENNRÖSSEN DER TESTGEBiete. ....	31
TABELLE 5 ÜBERSICHT ÜBER DIE GRENZEN UND STÄRKEN DER METHODE. ....	47
TABELLE 6 LISTE DER ERFORDERLICHEN GEODATENSÄTZE. ....	55
TABELLE 7 ANLEITUNG ZUR ANWENDUNG DER TOOLS. ....	58

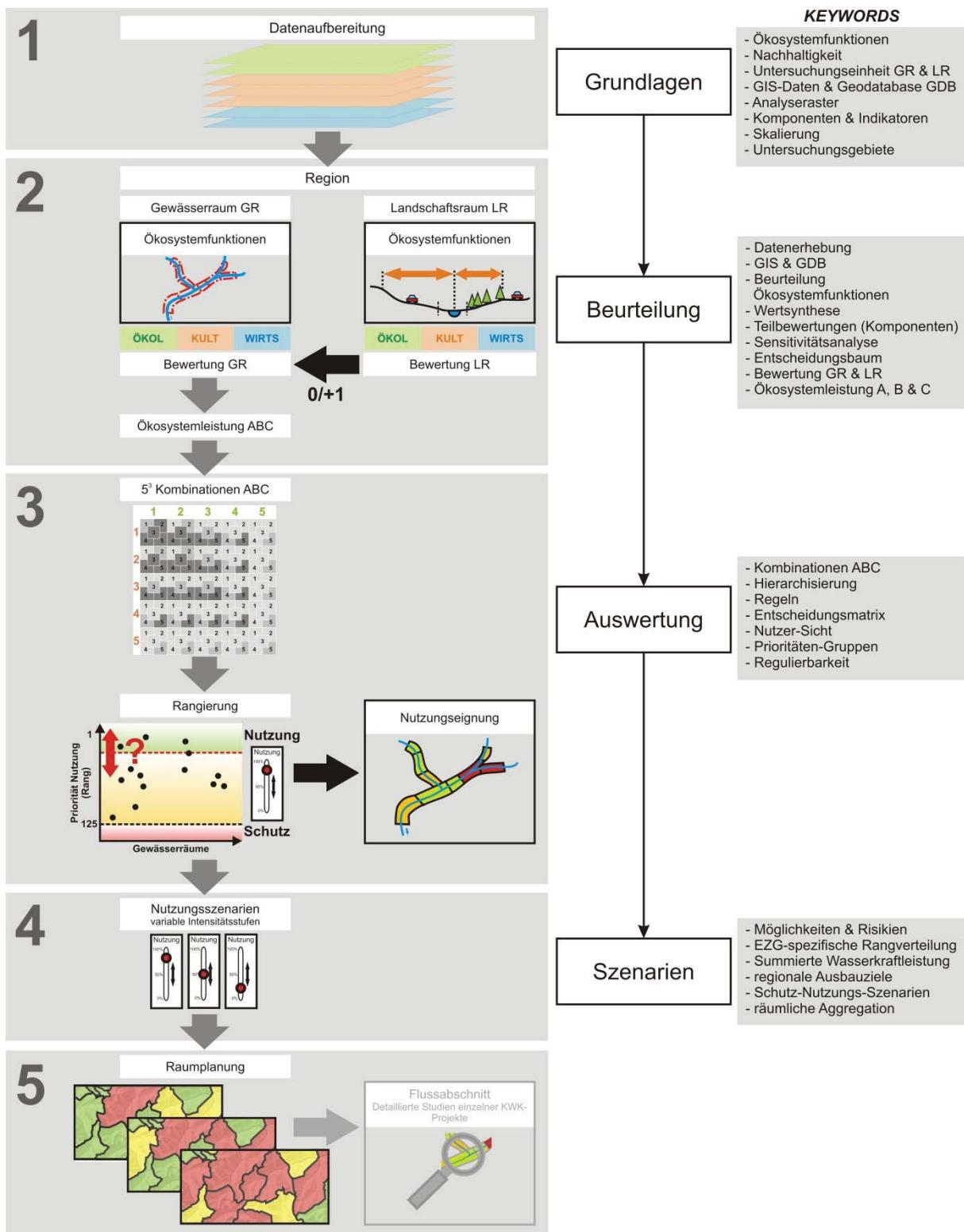


## Teil 1: Erläuterungen zur Methodik HYDROpot\_integral

Teil 1 gibt einen umfassenden Einblick in die Methodik. Im Gegensatz zur Dissertation von Hemund (2012) wird dabei auf die Herleitung der einzelnen Schritte verzichtet. Ziel ist es, mit kleinem Zeitaufwand ein Verständnis dafür zu erlangen, wie die Methode aufgebaut ist, was untersucht wird, welche Richtlinien erfüllt werden und welche Ergebnisse zu erwarten sind.

### **1.1 Überblick**

Die Methodik gliedert sich in verschiedene Arbeitsschritte, welche in *Abbildung 1* schematisch dargestellt sind. Der **Grundlagenteil** gilt als Vorbereitung für den darauffolgenden Analyseteil. Zunächst werden Hintergrundinformationen zur Methodik geliefert und die Bestimmung der Untersuchungseinheiten beschrieben. Danach wird aufgezeigt, wie innerhalb der vordefinierten Untersuchungseinheiten „Gewässerraum“ und „Landschaftsraum“ mit den vorbereiteten Geodaten die Ökosystemleistungen eines Gewässers bewertet werden. Die Bewertungen der beiden Raumebenen aus Sicht der Ökologie, Kultur und Produktion werden anschliessend zusammengeführt, was zu einer ganzheitlichen **Beurteilung** pro Gewässerabschnitt führt. Im darauffolgenden **Auswertungs-Schritt** wird diskutiert wie man zu einer Bewertung der Schutz- resp. Nutzungseignung je Gewässerabschnitt gelangt. Dabei können verschiedene **Nutzungsszenarien** berücksichtigt werden. In einem letzten Schritt fliessen die gewonnenen Ergebnisse unter Einbezug spezifischer Gebietskenntnisse in regionale Planungen ein, worauf schliesslich geeignete Standorte für eine Kleinwasserkraftnutzung lokalisiert werden können. Im Folgenden wird auf die einzelnen Arbeitsschritte (1–4) detaillierter eingegangen.



## 1.1.1 Grundlagen

### Das Ökosystem Gewässer

Hauptgegenstand der Untersuchungen ist das Ökosystem Gewässer. Die Beurteilungsmethodik erfasst ausschliesslich gewässerrelevante (Art) oder gewässernahen (Ort) Ökosystemfunktionen, und zwar in einem räumlich begrenzten Bereich (vgl. *Untersuchungseinheiten GR und LR*). Ziel ist es, die im Millennium Ecosystem Assessment (MEA 2005: 7) erwähnten sowie auch die in Constanza et al. (1997: 254), de Groot et al. (2002: 376f) oder Staub und Ott (2011: 11f) aufgeführten relevanten Ökosystemfunktionen einzubeziehen.

In Anlehnung an die Ökosystemfunktionstypen in besagtem MEA (2005: VIff) und in de Groot et al. (2002: 396) sind die Funktionen und somit auch deren Indikatoren in regulierende (Typ A), kulturelle (Typ B) und bereitstellende Funktionen (Typ C) aufgeteilt. *Ökosystemfunktionen* werden erst dann als Ökosystemleistungen bezeichnet, wenn ihnen durch die Beurteilung ein Wert zugewiesen wurde. Insgesamt wird unter einer *Ökosystemleistung (Ecosystem services & goods)* der Nutzen verstanden, welcher der Mensch aus einem Ökosystem bezieht (MEA 2005: V). Folglich sind Ökosystemleistungen das Mittel zum Zweck oder Ziel, ein nachhaltiges Wohlbefinden des Menschen zu erreichen (Constanza 2008: 350).

### Untersuchungseinheiten GR und LR

Die Ökosystemleistungen werden innerhalb vordefinierter Untersuchungsräume analysiert. Letztere sollen sowohl eine detaillierte Abbildung des Gewässerzustandes ermöglichen wie auch dessen Bedeutung im Landschaftskontext widerspiegeln; sie sollen also mehr als nur die Linie des Gewässers repräsentieren. Weiter sollen sie von ausreichender Grösse sein, damit sämtliche gewässerrelevanten Ökosystemfunktionen im und um das Fliessgewässer herum zuverlässig erfasst werden können. Jedoch dürfen sie auch nicht zu gross gewählt werden, weil damit der Bezug zum Gewässer verloren ginge. Deshalb wurde eine Unterteilung in Gewässerraum und Landschaftsraum gewählt, basierend auf dem Gewässernetz im Massstab 1:25'000 (GWN25) der Swisstopo (2007).

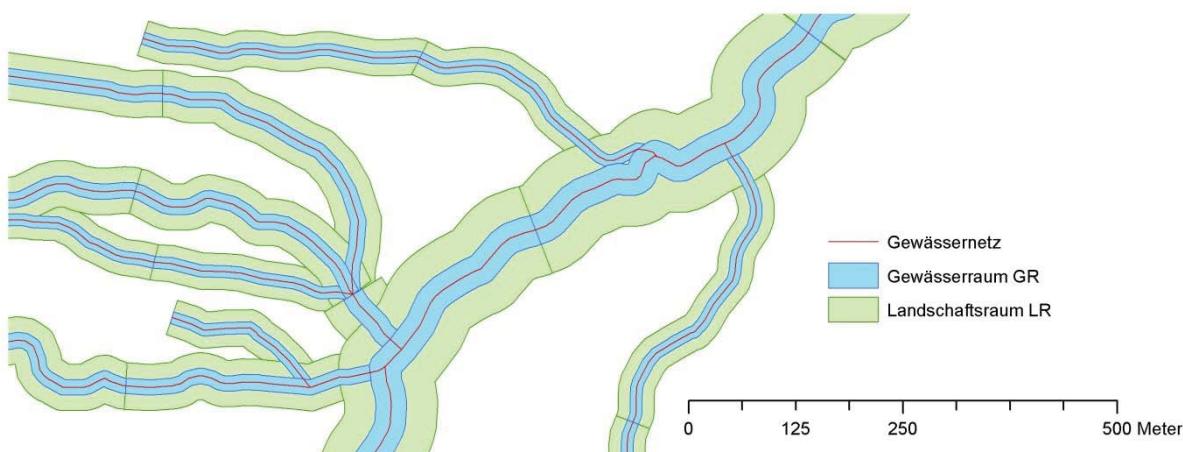


Abbildung 2 Schematische Abgrenzung der Untersuchungseinheiten.

Die kleinere Einheit, im Folgenden als **Gewässerraum (GR)** bezeichnet, fokussiert auf den Gewässerlauf per se und den nahegelegenen Uferbereich, wohingegen der **Landschaftsraum (LR)** das Umfeld mit dessen gewässerrelevanten Ökosystemfunktionen erfasst (vgl. Abbildung 2). In der Länge werden die Fliessgewässer in Gewässerräume von maximal 450 m Länge unterteilt, was der mittleren Ab-

schnittlänge bei der ökomorphologischen Beurteilung der schweizerischen Fließgewässer entspricht. Die mittlere Gewässerabschnittslänge bei HYDROpot\_integral beträgt allerdings 315 m, da viele Gewässerabschnitte natürlicherweise kürzer als 450 m sind. Zur Ermittlung der Breite wird die Ordnungsnummer nach Strahler sowie Erfahrungen aus der ökomorphologischen Kartierung Stufe F des BAFU (2008) beigezogen, d.h., alle Gewässerabschnitte mit derselben Ordnungsnummer innerhalb einer biogeographischen Region (Jura, Mittelland, Alpennordflanke, Alpensüdflanke, westliche Zentralalpen und östliche Zentralalpen) erhalten die gleiche durchschnittliche Gewässerraumbreite, welche über die natürliche Gewässerraumbreite gemäss Schlüsselkurve des Bundes (BWG 2001: 18f.) abgeleitet wurde. Folglich sind die Gewässerabschnitte mit kleiner Ordnungsnummer nach Strahler weniger breit als flussabwärtsliegende Gewässerabschnitte. Die in diesem Handbuch vorgeschlagene Längsabgrenzung weicht von derjenigen in Hemund (2012) ab, welche auf der ökomorphologischen Kartierung basiert, die aber noch nicht gesamtschweizerisch verfügbar ist.

### **Geodaten**

Wichtigste Grundlage der gesamten Methode bilden Geodaten. Diese müssen flächendeckend für das ganze Untersuchungsgebiet vorhanden und auf möglichst aktuellem Stand sein. Die Ergebnisse können nur so aktuell sein, wie die ihnen zugrunde liegenden Geodaten. So vielfältig die Ökosystemfunktionen eines Gewässers, so zahlreich sind auch die erforderlichen Datensätze, was sich unmittelbar auf den Zeitaufwand auswirkt; denn die Beschaffung und Aufbereitung der Geodaten erfordert viel Zeit. Allerdings reduzieren dann eine bereinigte Datenbank sowie die von uns vorgefertigten Tools in ArcGIS den Aufwand für die anschliessende Beurteilung erheblich. Nationale Datensätze sind zudem bereits fertig verarbeitet und können direkt übernommen werden.

Eine Liste aller erforderlichen Datensätze ist in *Tabelle 6* zusammengestellt. Sofern für ein Gebiet einer der geforderten Datensätze nicht vorhanden ist, kann er durch einen ähnlichen ersetzt werden. Allerdings müssen dabei die Repräsentativität für die zu analysierenden Ökosystemfunktionen sowie die GIS-Kompatibilität gewährleistet sein.

### **1.1.2 Beurteilung**

Die ganzheitliche Beurteilung (Schritt 2, *Abbildung 1*) ist das zentrale Element des gesamten Bewertungsverfahrens. Ihr Ziel ist es, die Bedeutung der Ökosystemfunktionen für den Menschen in Form von Leistungen zu quantifizieren. Die Ökosystemfunktionen werden dazu in die drei Typen

- regulierende Funktionen (Typ A),
- kulturelle Funktionen (Typ B) und
- bereitstellende Funktionen (Typ C)

aufgeteilt. Entsprechend dreiteilig verläuft die Beurteilung der Funktionen: Jeder Untersuchungseinheit (GR und LR) werden drei Werte zugeordnet. Je mehr Funktionen vorhanden und je grösser deren Leistungen sind, desto höher sind diese Werte und desto bedeutender sind die entsprechenden Funktionen. Die Werte sind somit Masszahlen, welche die Bedeutung der Ökosystemfunktionen quantifizieren und dadurch die ökologischen, kulturellen und wirtschaftlichen Ökosystemleistungen jeder Untersuchungseinheit beziffern. Aus Schritt 2 resultiert damit ein Zwischenergebnis, das Schwerpunkte sichtbar macht und sich somit auch ohne weiteres für andere Anwendungszwecke einsetzen liesse (z.B. Planung von Revitalisierungen). Im Folgenden soll das Beurteilungsverfahren im Detail erläutert werden.

## Ökosystemleistung (Bewertung GR + LR)

Der letzte Syntheseschritt führt die Beurteilungen der Ökosystemfunktionen des Gewässerraums und des Landschaftsraums zusammen und folgt dem Vorgehen gemäss Abbildung 3.

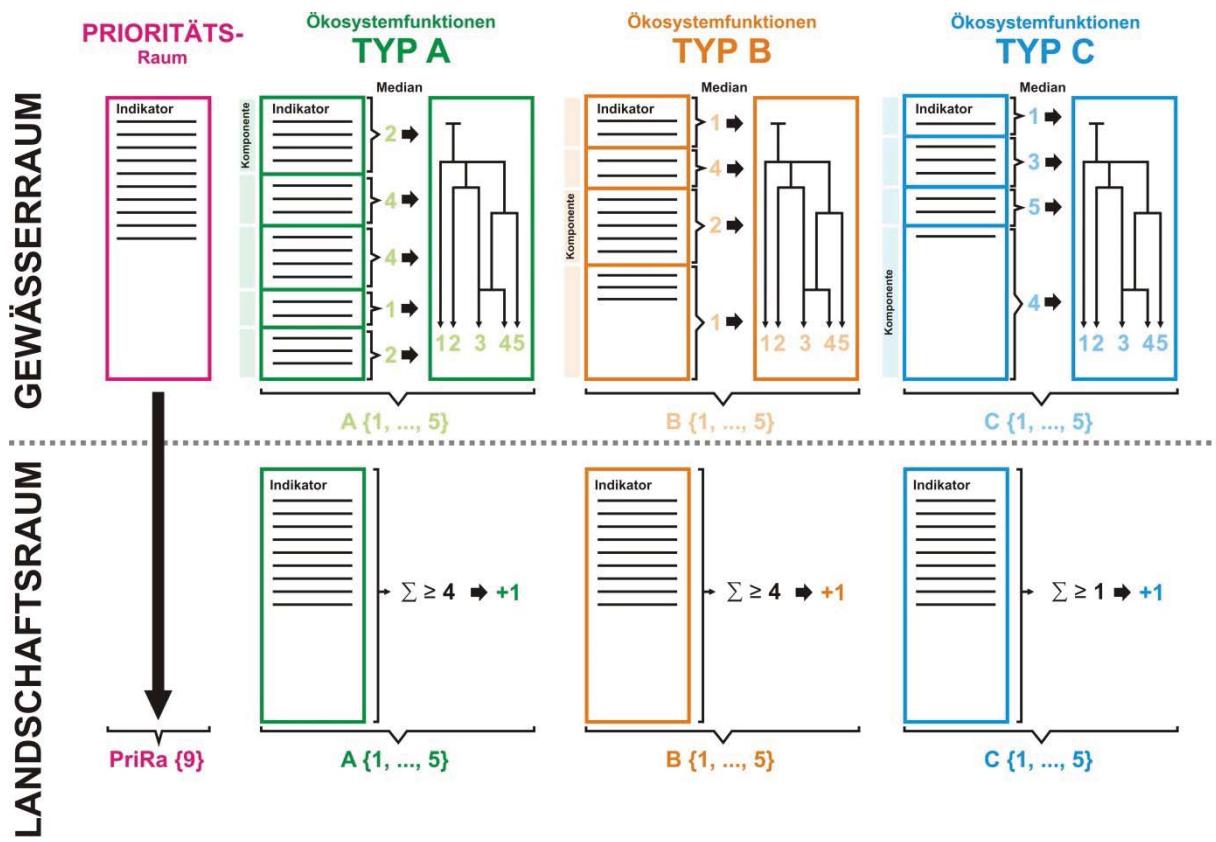


Abbildung 3 Analyseraster der Ökosystemfunktionen (Hemund 2012).

Diesem Vorgehen kann entnommen werden, dass zur Beurteilung Indikatoren beigezogen werden. Sie sind die Grundbausteine des Analyserasters. Der Begriff „Indikator“ wird in der vorliegenden Arbeit als Messgröße verstanden, welche den Zustand einer Ökosystemfunktion innerhalb eines Gewässerraums bzw. eines Landschaftsraums repräsentativ widerspiegelt. Nebst der Zuteilung dieser Indikatoren zu regulierenden (Typ A), kulturellen (Typ B) und bereitstellenden (Typ C) Ökosystemfunktionen wurden in einem weiteren Gliederungsschritt „verwandte“ Indikatoren zu Komponenten zusammengefasst. Folglich setzt sich eine Komponente aus sämtlichen Indikatoren zusammen, welche dieselbe Ökosystemfunktion erfassen. In der Analyse wird aus den „verwandten“ Indikatoren der Median gebildet. Die Komponenten und Indikatoren des Analyserasters sind in Hemund (2012: 23ff) ausführlich beschrieben und eine Auflistung ist im Anhang dieses Handbuchs einsehbar.

Durchlaufen alle Bewertungen auf Ebene Gewässer- und Landschaftsraum das Analyseraster, so resultiert eine Gesamtbewertung der Ökosystemfunktionen in Form der Ökosystemleistungen. Letztere weisen eine Spannbreite von Werten zwischen 1 und 5 auf, wobei der Wert 5 für sehr bedeutende und der Wert 1 für unbedeutende Ökosystemleistungen des jeweiligen Typs (A, B, C) steht. Die Gewässerräume in einem Schutzgebiet (Prioritätsräume) werden speziell gekennzeichnet, und zwar mit dem Wert 9.

In Kartenform präsentiert, charakterisieren diese Zwischenergebnisse das Untersuchungsgebiet. So lässt sich ablesen, ob die regulierenden Ökosystemfunktionen (Typ A) das Gebiet prägen. Solche

Informationen lassen sich aber auch auf regionaler (einzelne Täler) bis lokaler Ebene (einzelne Gewässerabschnitte) ablesen (vgl. Abbildung 4 und Teil 2: Charakteristische Fallbeispiele).

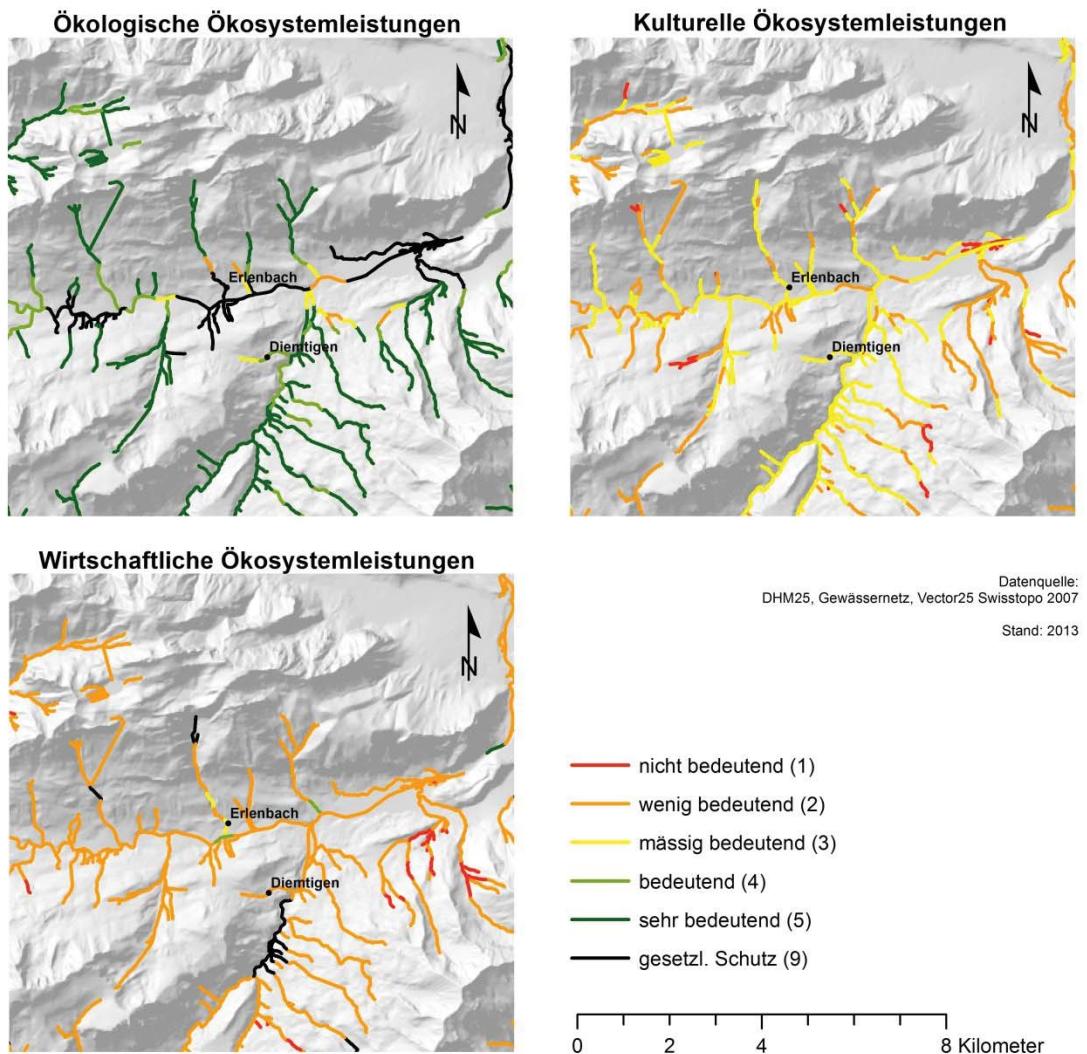


Abbildung 4 Erhobene Ökosystemleistungen der Fließgewässer im unteren Simmental (Gesamtbewertung).

### Bewertungsverfahren GR

Die Ausprägung der Ökosystemfunktionen jedes Gewässerabschnitts wird mittels Indikatoren erfasst und in eine Ökosystemleistung (Wert) überführt. Diese Wertzuweisung macht einen Gewässerabschnitt überhaupt erst verhandelbar und als Entscheidungsgrundlage verwendbar, was für die vorliegende Zielsetzung entscheidend ist. Bei der Bewertung werden immer Wertmaßstäbe vorausgesetzt, die „vorab durch rechtlich verankerte (Gesetze, Verordnungen, Richtlinien) oder durch anerkannte fachliche Normen bzw. Standards festgelegt“ wurden (Bernotat et al. 2003: 364). Die Bewertungsmassstäbe dieser Arbeit richten sich, wenn immer möglich, nach den entsprechenden gesetzlichen Vorschriften (GSchG 1991, GSchV 1998, NHG 1966, WRG 1916, WRV 2000) oder fachlichen Leitbildern (Bolliger et al. 2009, ARE 2011, Schweizerischer Bundesrat 2008, BFE 2011b; BAFU et al. 2011). Folglich kann bei einer Anwendung der vorliegenden Methode davon ausgegangen werden, dass alle relevanten und in der Schweiz aktuell gültigen Richtlinien berücksichtigt werden. Beispielsweise beschreibt der Indikator Ökomorphologie fünf unterschiedliche Natürlichkeitsgrade bzw. Zustandsklassen (AWA/GBL 2011: 8): natürlich (Klasse 5), wenig beeinträchtigt (Klasse 4),

stark beeinträchtigt (Klasse 3), naturfremd (Klasse 2) und eingedolt (Klasse 1).

Das Bewertungsverfahren liefert für jede Ökosystemfunktion einen Ausprägungsgrad zwischen 1 und 5. Da der Natürlichkeitsgrad „natürlich“ einem „sehr guten“ Zustand entspricht, wird ihm der Wert „5“ zugeordnet. Dies bedeutet so viel wie: in diesem Gewässerabschnitt sind die Funktionen Lebensraum- und Wasserhaushaltsregulation stark ausgeprägt; somit verfügt der Gewässerraum als Gesamtes über „sehr bedeutende“ ökologische Ökosystemleistungen.

Nach Abschluss der Datenerhebung in den Gewässerräumen mithilfe der Indikatoren werden die Ergebnisse zu den Teilbewertungen der Komponenten zusammengefasst. Dazu wird der Median eingesetzt. Weil jeder Funktionstyp (A, B und C) über drei Komponenten verfügt (exkl. Prioritärraum), resultieren jeweils drei Teilbewertungen pro Funktionstyp bezogen auf den Gewässerraum. Die Komponente Prioritärraum<sup>1</sup> wird als Sonderfall berücksichtigt. Nach diesem ersten Syntheseschritt werden die Teilbewertungen einer weiteren Aggregation unterzogen, woraus die Bewertung des Gewässerraums resultiert. Hierfür werden Entscheidungsbäume verwendet, welche in *Abbildung 5* ersichtlich sind. Zum besseren Leseverständnis kann *Tabelle 1* beigezogen werden. Die Herleitung der Entscheidungsbäume hat Hemund (2012: 35ff) ausführlich in ihrer Dissertation beschrieben.

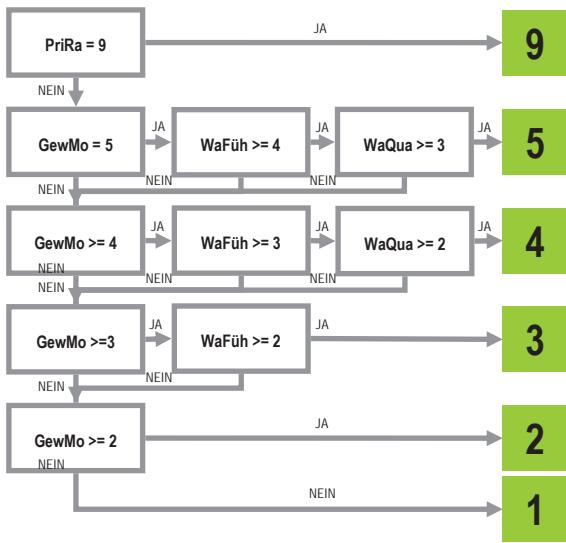
Wie bereits erwähnt, werden auch Aussagen zum Wasserkraftpotential von Gewässerabschnitten getroffen, wenn keine Angaben zum Indikator Ökomorphologie vorliegen. In diesen Fällen wird der Median der Komponente Gewässermorphologie ohne den Indikator Natürlichkeitsgrad der Ökomorphologie (GR\_A11) gebildet. Welche Gewässerabschnitte mit der Vollversion, also inkl. der Angaben zum ökomorphologischen Zustand, und welche Gewässerabschnitte mit der reduzierten Version, also ohne Angaben zum ökomorphologischen Zustand, erhoben werden, kann für jeden einzelnen Gewässerabschnitt nachgeschlagen werden. Allerdings wird auf eine spezielle Markierung der beiden Versionen in der Darstellungen der Ergebnisse der Lesbarkeit zuliebe verzichtet.

*Tabelle 1 Abkürzungen der Komponenten.*

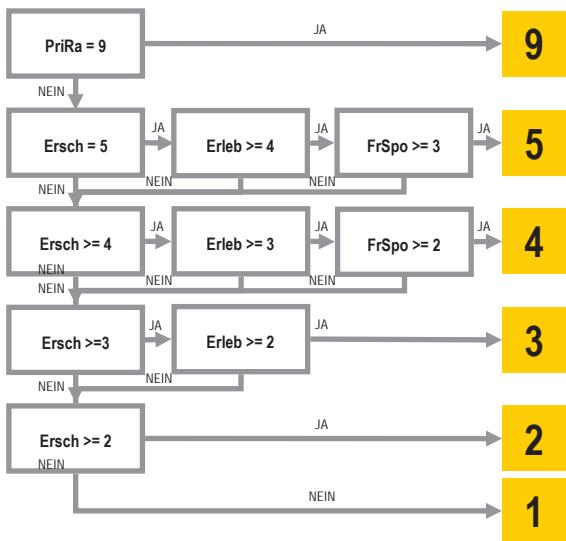
Funktionstyp	Komponente	Abkürzung
Typ A	Gewässermorphologie	GewMo
	Wasserführung	WaFüh
	Wasserqualität	WaQua
Typ B	Erschliessung	Ersch
	Erlebnischarakter	Erleb
	Freizeit & Sport	FreSp
Typ C	Rohstoffnutzung	RohNu
	Potentielle Wasserkraft	PotWK
	Risikovorsorge	Riskvo

<sup>1</sup> Unter Prioritärraum wird in der vorliegenden Arbeit ein Gewässerraum verstanden, der ganz oder teilweise in einem Schutzgebiet liegt. Der Schutzstatus dieser Gebiete ist in jedem Fall gesetzlich geregelt und verbindlich (Küchler et al. 2011: 6–16), wobei die Regelung sowohl internationaler, nationaler als auch kantonaler Art sein kann. Folglich hat der Schutz in diesen Gebieten höchste Priorität (Prioritärraum).

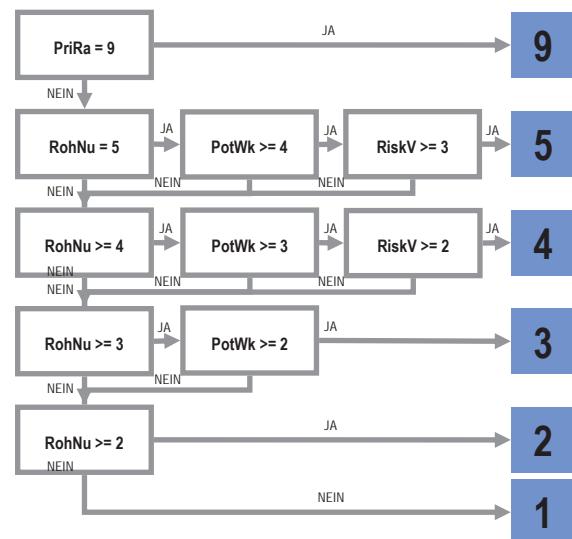
A)



B)



C)



*Abbildung 5 Entscheidungsbäume zur Bewertung der GR (= farbig hinterlegte Ziffern). Inputgrößen sind die Teilbewertungen der Komponenten, wobei gilt: A) Regulierende Ökosystemfunktionen, B) kulturelle Ökosystemfunktionen, C) Bereitstellende Ökosystemfunktionen. Die Bedeutung der Akronyme sind der Tabelle 1 zu entnehmen (Hemund 2012).*

### **Bewertungsverfahren LR**

Die bisherigen Ausführungen galten ausschliesslich der Bewertung der Ökosystemfunktionen des Gewässerraums. Im Gegensatz dazu erfolgt die Beurteilung der Ökosystemfunktionen auf der Landschaftsraumebene einheitlich über ein Bonus-Malus-System, d.h., es wird lediglich geprüft, ob ein Indikator vorhanden ist (Wert 1) oder nicht (Wert 0). Ein Landschaftsraum erfüllt bspw. eine Erholungsfunktion (Wert 1), wenn er Wander- oder Velowege aufweist.

Die Aggregierung der in einem Landschaftsraum vorhandenen (+1) oder aber nicht vorhandenen Ökosystemfunktionen (0) zur *Bewertung eines LR* erfolgt über vorangehend definierte Mindestmengen (vgl. *Tabelle 2*): Für jeden der drei Funktionstypen A, B und C wird eine spezifische Anzahl mit 1 bewerteter Indikatoren bestimmt, die mindestens erreicht werden muss. Um welche Indikatoren es sich dabei handelt, ist unwesentlich. Die Festlegung der Mindestmengen geschieht im Hinblick auf den letzten Syntheseschritt, nämlich der Zusammenführung der *Bewertungen von GR und LR*. Da dort mit einfacher Addition gearbeitet wird, hat die *Bewertung LR* einen direkten Einfluss auf die *Bewertung GR* und somit auf das Endergebnis, die Ökosystemleistungen. Die *Bewertung LR* kann die *Bewertung GR* um eine Stufe aufwerten (+1) (vgl. *Tabelle 2*).

**Tabelle 2 Zuordnung der Landschaftsraum-Indikatoren zum entsprechenden Ökosystemfunktionstyp und Festlegung der Mindestmengen zur Bestimmung ihres Einflusses (0 oder +1) auf die Bewertung GR. Die Bezeichnung der Indikatoren bezieht sich auf das Analyseraster im Anhang.**

Funktions- typ	Indikatoren	Gesamtan- zahl	Mindest- menge	Veränderung Bewertung GR	
				wahr	falsch
Typ A	LR_A01 – LR_A22	22	≥4	+1	0
Typ B	LR_B01 – LR_B14	14	≥4	+1	0
Typ C	LR_C01 – LR_C06	6	≥1	+1	0

Durch das Zusammenführen der Bewertungen auf Ebene Gewässer- und Landschaftsraum sowie der Überlagerung der Ökosystemleistungen (A, B, C) wird im dritten Vorgehensschritt (*1.1.3 Auswertung*) die Eignung eines Gewässerraums für eine Kleinwasserkraftnutzung bestimmt.

### **1.1.3 Auswertung**

Das Ziel des Schrittes 3 (vgl. *Abbildung 1*) ist es, für jeden Gewässerraum festzulegen, ob er sich aufgrund seiner Ökosystembeurteilungen für eine Kleinwasserkraftnutzung grundsätzlich eignet (Nutzungseignung).

Durch Verkettung der Ökosystemleistungen (A, B, C) entsteht ein dreistelliger Wert (ABC), der aufgrund der gewählten fünfstufigen Wertskala in 125 ( $5^3$ ) verschiedenen Ausführungen vorkommen kann; d.h. jede Ziffer der dreistelligen Zahlenabfolge kann mit einem Wert zwischen 1 und 5 belegt werden. Jede der 125 Kombinationen ABC und somit jeder Gewässerraum hat seine ganz eigene, durch die Beurteilungen der drei Funktionstypen bestimmte Charakteristik und eignet sich dadurch besser oder schlechter für eine Nutzung. Damit diese Eignung erfasst werden kann, werden die Kombinationen in Abhängigkeit ihrer ökologischen, kulturellen und wirtschaftlichen Ökosystemleistungen rangiert. Das Rangieren erfolgt aufgrund von Regeln nach Hemund (2012: 46ff.). Diese Regeln führen dazu, dass jene Kombination den Rang 1 belegt, welche sich unter minimalem Kosten für ökologische und kulturelle Ökosystemleistungen am besten für eine Wasserkraftnutzung eignet. Konkret ist das die Kombination 115 mit unbedeutenden ökologischen (A = 1) und kulturellen (B = 1) Ökosystemleistungen bei gleichzeitig sehr bedeutenden wirtschaftlichen (C = 5) Leistungen (vgl. *Tabelle 3*). Der

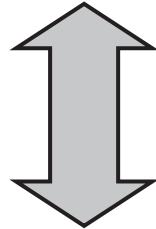
Kombination 551 mit den höchsten ökologischen (A = 5) und kulturellen (B = 5) Ökosystemleistungen und den geringsten (C = 1) wirtschaftlichen Leistungen erhält hingegen den letzten Rang, Rang 125 (vgl. *Tabelle 3*). Ein Gewässerabschnitt mit diesem Rang ist sehr schützenswert; eine Nutzung sollte hier eigentlich nicht erfolgen bzw. erst dann, wenn wirklich keine anderen Optionen mehr offen stehen.

*Tabelle 3 Rangliste aller 125 Kombinationen ABC (Hemund 2012).*

Rang	ABC								
1	115	26	245	51	355	76	242	101	251
2	114	27	425	52	535	77	241	102	524
3	113	28	345	53	455	78	423	103	523
4	112	29	435	54	545	79	422	104	522
5	125	30	445	55	555	80	421	105	521
6	124	31	111	56	121	81	343	106	354
7	123	32	122	57	211	82	342	107	353
8	215	33	212	58	221	83	341	108	352
9	214	34	222	59	132	84	433	109	351
10	213	35	133	60	131	85	432	110	534
11	225	36	313	61	312	86	431	111	533
12	224	37	233	62	311	87	443	112	532
13	223	38	323	63	232	88	442	113	531
14	135	39	333	64	231	89	441	114	454
15	134	40	144	65	322	90	154	115	453
16	315	41	414	66	321	91	153	116	452
17	314	42	244	67	332	92	152	117	451
18	235	43	424	68	331	93	151	118	544
19	234	44	344	69	143	94	514	119	543
20	325	45	434	70	142	95	513	120	542
21	324	46	444	71	141	96	512	121	541
22	335	47	155	72	413	97	511	122	554
23	334	48	515	73	412	98	254	123	553
24	145	49	255	74	411	99	253	124	552
25	415	50	525	75	243	100	252	125	551

Unter konsequenter Anwendung der von Hemund (2012) erarbeiteten Regeln entsteht die in *Tabelle 3* enthaltene Rangliste aller Kombinationen ABC. Darauf basierend werden die einzelnen Gewässerräume rangiert. Dieser Rang gibt Auskunft über die grundsätzliche Eignung für eine Kleinwasserkraftnutzung. Der Rang allein sagt allerdings nicht abschliessend aus, ob ein Gewässerraum auch wirklich genutzt werden könnte. Eine eindeutige Empfehlung in „nutzbar“ bzw. „schützenswert“ ist erst dann möglich, wenn von den „stakeholdern“ (Politik etc.) festgelegt wird, zwischen welchen Rängen sich die Grenze zwischen Schutz und Nutzung befindet. Diese Festlegung hängt von den ökologischen und ökonomischen Vorgaben ab. Wird der Kleinwasserkraft eine hohe Priorität eingeräumt, verschiebt sich diese Grenze nach unten (*Abbildung 6*). Das Verfahren erhält somit eine hohe Flexibilität.

Rang	ABC
...	...
52	535
53	455
54	545
55	555
56	121
57	211
58	221
59	132
60	131
61	312
62	311
63	232
64	231
65	322
66	321
67	332
...	...



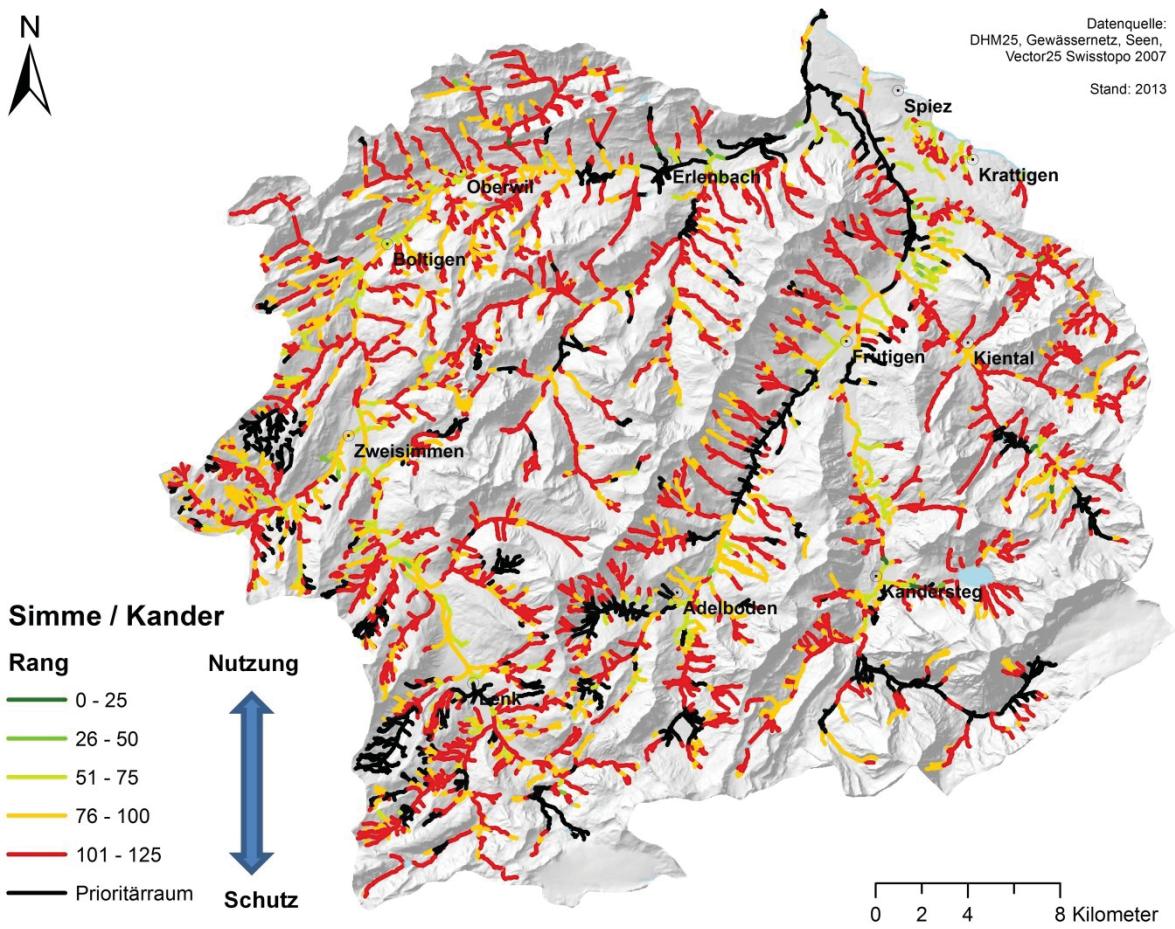
*Abbildung 6 Die aufgrund von Szenarien festgelegte bewegliche Grenze in der Rangliste entscheidet über die Nutzungseignung der Gewässerräume (Hemund 2012). (Grün = Nutzungseignung; Rot = Schutzbedarf; dargestellt ist ein fiktives Beispiel).*

#### 1.1.4 Szenarien (zu erwartende Ergebnisse)

HYDROpot\_integral hat zum Ziel, Grundlagen für den politischen Entscheidungsprozess bereitzustellen. Die definitive Festlegung der für eine Kleinwasserkraftnutzung geeigneten Standorte erfolgt in einem politischen Prozess. Dementsprechend sind die nachfolgend präsentierten Ergebnisse als Vorschläge und mögliche Varianten zu verstehen. Das vorliegende Handbuch enthält keine definitiven Lösungen.

#### Schutz- und Nutzungsempfehlungskarte

Eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse bietet die Schutz- und Nutzungsempfehlungskarte an. Die Gewässerabschnitte werden in fünf gleich grosse Klassen eingeteilt (Ränge 1–25; 26–50; 51–75; 76–100; 101–125). In Grün sind jene Gewässerabschnitte gekennzeichnet, die sich am besten für eine Nutzung eignen, während in Rot jene Gewässerräume markiert sind, die den höchsten Schutzbedarf aufweisen. Abbildung 11 zeigt am Beispiel der Kander (inkl. Simme) die Anzahl Gewässerräume pro Rang.



*Abbildung 7 Schutz- und Nutzungsempfehlung für die Gewässerabschnitte im Einzugsgebiet der Simme und Kander, wobei sich grüne Gewässerabschnitte besser für eine Nutzung eignen als rote.*

### Szenarienbasierte Darstellung

Wie bereits erwähnt, lassen sich durch die Verschiebung der Grenze zwischen Schutz und Nutzung unterschiedliche Szenarien erzeugen (Abbildung 6). Sowohl diese Grenze wie auch der räumliche Bezug der Szenarien sind flexibel wählbar. Entsprechend können sich die Szenarien auf einzelne Täler, Regionen oder Kantone beziehen.

Da jeder Gewässerraum nebst seinem Rang auch über eine bekannte spezifische Wasserkraftleistung [MW/m] verfügt (WaterGISWeb AG 2008), besteht die Möglichkeit, die Grenzziehung zwischen Schutz und Nutzung vom Wasserkraft-Ausbauziel [MW] der untersuchten räumlichen Einheit (z.B. Region) abhängig zu machen (siehe Abbildung 8). Durch Umrechnung der spezifischen Wasserkraftleistung [MW/m] auf die Gewässeraumlänge [MW/GR] und durch anschliessendes Aufsummieren Wasserkraftleistung der der Grösse nach rangierten Gewässerräume wird ersichtlich, wo die Grenze gesetzt werden müsste, um das Ausbauziel zu erreichen und welche Gewässerräume somit zur Nutzung empfohlen würden. Dabei geht man von der vereinfachenden Annahme aus, dass die als „geeignet“ beurteilten Gewässerräume auch wirklich nutzbar sind (Erschliessbarkeit, Kosten-Nutzen-Verhältnis etc.).

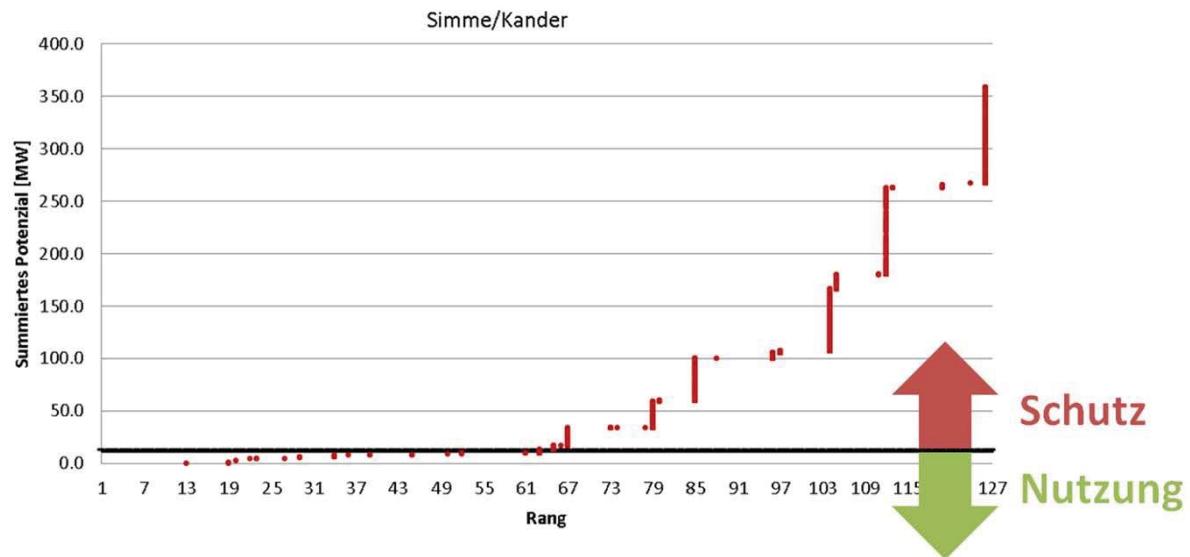


Abbildung 8 Rangverteilung und Wasserkraftpotential der Gewässerräume der Simme und Kander. Dargestellt ist die Schutz- und Nutzungzuweisung bei einem Ausbauziel von 10 MW für das Einzugsgebiet der Kander inkl. Simme.

### Leistungspotentialbasierte Darstellung

Sollen potentiell nutzbare Gewässerabschnitte vor allem nach ihren Leistungspotential selektiert werden, so empfiehlt sich das in Abbildung 9 skizzierte Vorgehen: Dabei wird davon ausgegangen, dass sich Gewässerabschnitte im oberen linken Quadrant am besten für eine Nutzung eignen, während Gewässerräume im unteren rechten Quadrant für eine Nutzung ungeeignet sind. Bei dieser Vorgehensweise werden nur wenige Gewässerabschnitte ausgewählt, die im räumlichen Vergleich über ein relativ hohes Leistungspotential verfügen; beim Vorgehen nach Abbildung 8 hingegen werden auch Gewässerabschnitte mit sehr geringer Wasserkraftleistung ausgewählt.

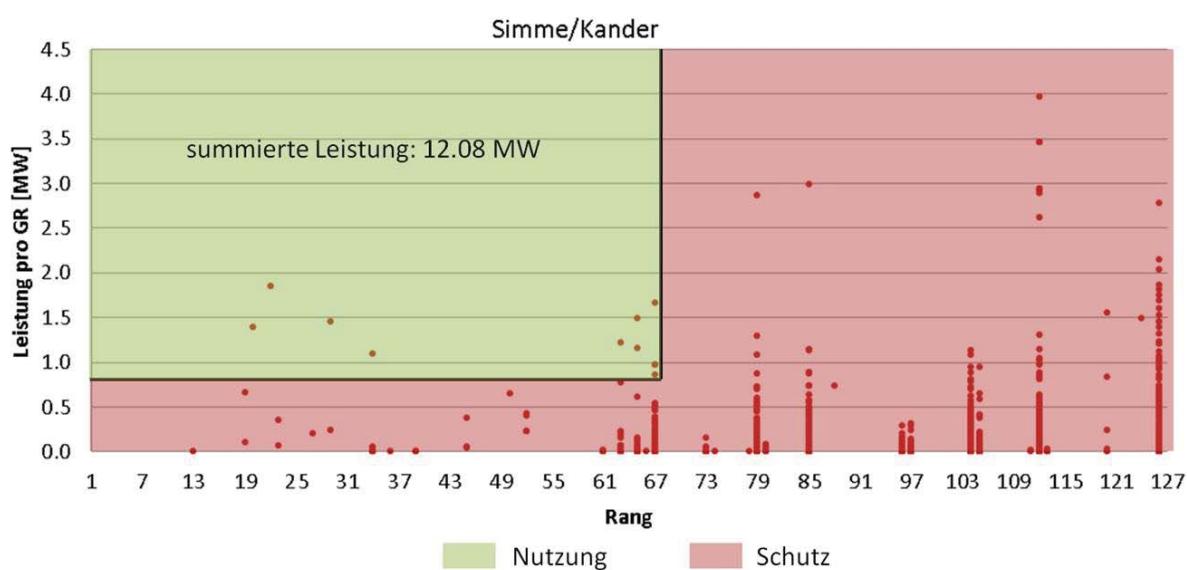


Abbildung 9 Auswahl von Gewässerräumen mit hoher Wasserkraftleistung und kleiner Rangzahl (grüner Bereich) im Einzugsgebiet der Kander inkl. Simme. Für dieses Szenario wurden die Grenze bei Rang 67 und einer Leistung von 0.7 MW gesetzt, damit sich ungefähr das Ausbauziel von 10 MW ergibt.

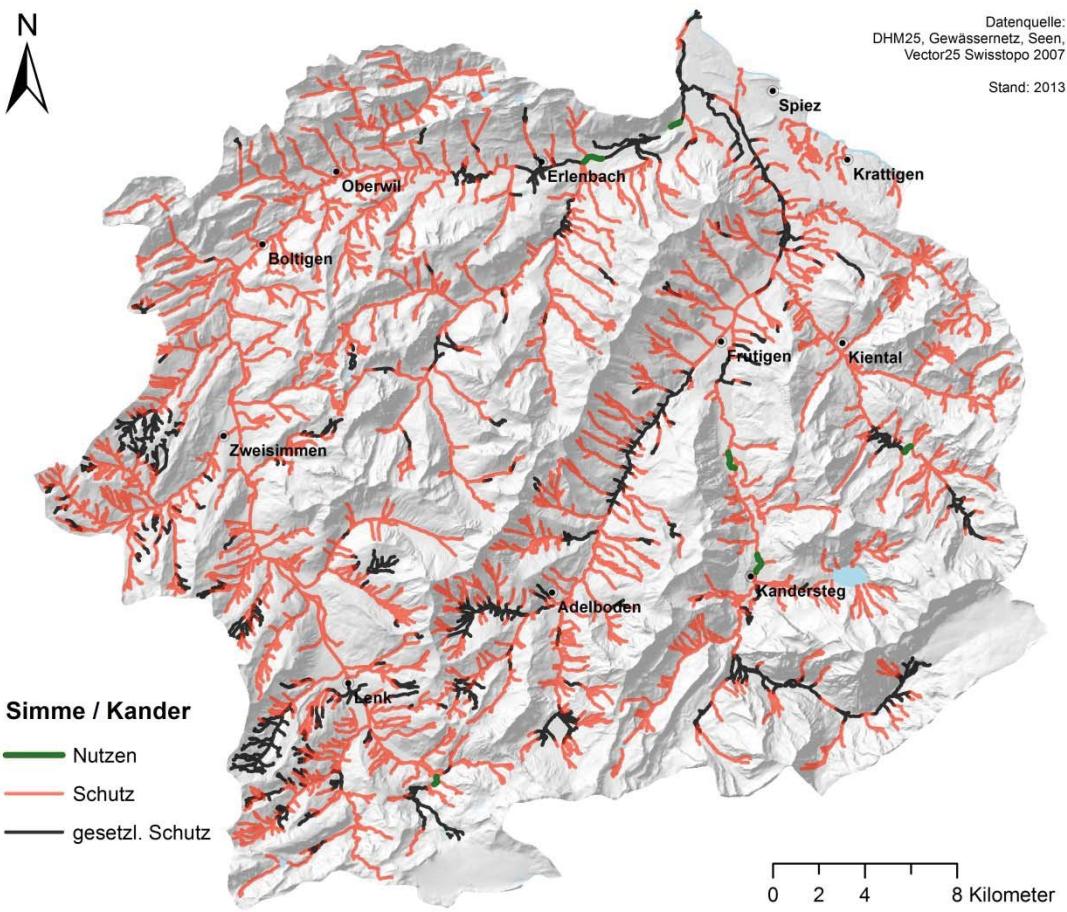


Abbildung 10 Darstellung des Szenarios von Abbildung 9 für Kander und Simme. Fast alle grünen Strecken müssten genutzt werden, um das Ausbauziel von 10 MW zu erreichen.

### Regionale Schwerpunkte basierte Darstellung

Nebst diesen gebietsspezifischen Eigenheiten lassen sich andererseits durch den Vergleich der Rangverteilungskurven (Abbildung 11 und Abbildung 16) mehrerer Gebiete regionale Schwerpunkte herausarbeiten. Ein solcher Vergleich kann anschaulich zeigen, welche Gebiete hinsichtlich einer Nutzung bevorzugt behandelt werden sollten. In einem Kanton oder einer Region wie dem Berner Oberland eignen sich nicht alle Fliessgewässer gleichermassen für eine Nutzung der Wasserkraft. Der Vergleich ihrer Rangverteilungskurven kann daher nützliche Hinweise liefern, zukünftige Nutzungsschwerpunkte zu erkennen. So führt die Gleichzeitigkeit von bedeutenden ökologischen und verhältnismässig geringen kulturellen und wirtschaftlichen Ökosystemleistungen im Einzugsgebiet der Simme und Kander dazu, dass sich aus ganzheitlicher Sicht nur sehr wenige Gewässerräume für eine Nutzung eignen. Die Rangverteilung in Abbildung 11 zeigt einen deutlichen Schwerpunkt im oberen Bereich. Für den grössten Teil der Bewertungskombinationen ABC der Simme und Kander resultierten hohe Ränge und damit eine eingeschränkte Nutzungseignungen (vgl. Tabelle 3). Es bleibt deshalb abzuwägen, inwieweit sich die Simme und Kander für eine Wasserkraftnutzung grundsätzlich eignen. Ein mögliches Szenario ist in Abbildung 10 abgebildet. Das Szenario zeigt die räumliche Verteilung der für eine Nutzung geeigneten Gewässerräume. Dabei wird insbesondere auf gebietstypische Eigenschaften Rücksicht genommen; im vorliegenden Fall also auf die hohen Naturwerte. Folglich dominieren Schutzempfehlungen im dargestellten Szenario: Bis Rang 67 wird eine Nutzungsempfehlung abgegeben, wohingegen für höhere Ränge eine Schutzempfehlung ausgesprochen wird.

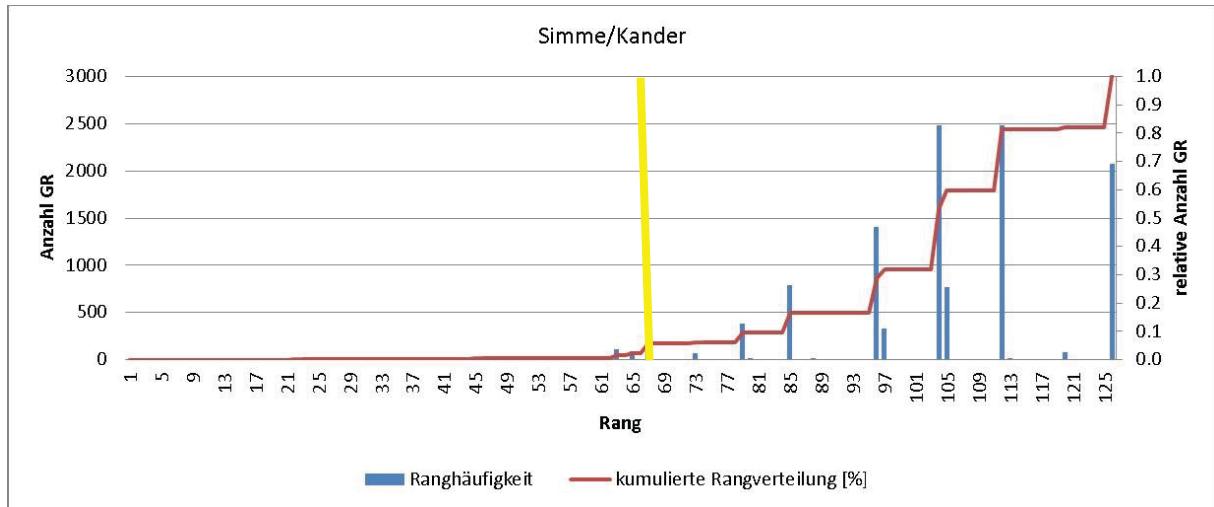


Abbildung 11 Rangverteilung der Gewässerräume der Simme und Kander. Erfolgt die Unterteilung (gelbe Linie) in Ränge, die sich für eine Nutzung eignen (Rang 1 bis 67) und in schutzwürdige Ränge (Rang 68 bis 126) unter Berücksichtigung der spezifischen Gebietseigenschaften der Simme und Kander, ergibt sich ein Szenario wie in Abbildung 10 (oben) dargestellt.



## Teil 2: Charakteristische Fallbeispiele

---

Um die Methode HYDROpot\_integral auf ihre Anwendbarkeit und Grenzen zu prüfen, wird sie in fünf charakteristischen Fallbeispielen, in sogenannten Testgebieten, angewendet. Die Testgebiete sollen ein möglichst breites Spektrum an unterschiedlichen Gewässertypen, Abflussregimes, Reliefenergien, Urbanisierungsgraden, Land- und Wassernutzungen (bspw. Restwasserstrecken) umfassen, damit die vielfältige Anwendbarkeit, aber auch die Limitierungen der Methode diskutiert und aufgezeigt werden können. Teil 2 zeigt auch verschiedene Darstellungs- und Interpretationsmöglichkeiten der Ergebnisse auf, wobei auf deren Vor- und Nachteile hingewiesen wird.

### 2.1 Testgebiete

Die Auswahl der Testgebiete stützt sich auf die biogeographischen Regionen der Schweiz (Jura, Mittelland, Alpennordflanke, Alpensüdflanke, westliche Zentralalpen und östliche Zentralalpen). Die Alpensüdflanke konnte aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit kantonaler Geodaten hier nicht mit-einbezogen werden. Die Wahl fiel schliesslich auf die Einzugsgebiete der Ergolz im Kanton Basel-Landschaft, der Reuss und Limmat im Kanton Aargau, der Simme und Kander im Kanton Bern, der Saaser Vispa im Kanton Wallis und des Hinterrheins im Kanton Graubünden (vgl. *Tabelle 4* und *Abbildung 12*). Die Einzugsgebiete wurden jeweils auf die Kantonsgrenze zugeschnitten, damit die Daten nicht aus mehreren Kantonen zusammengeführt werden mussten.

*Tabelle 4 Gebietskenngrössen der Testgebiete.*

Basiseinzugsgebiet	Bioge. Einheit	Abflussregime	EZG [km <sup>2</sup> ]	Max Höhe [m]	Min Höhe [m]
Ergolz (BL)	Jura	pluvial jurassien	230	1163	305
Reuss/Limmat (AG)	Mittelland	pluvial inférieur	300	855	327
Simme/Kander (BE)	Alpennordflanke	a-glaciaire bis nival de transition	1120	3693	569
Saaser Vispa (VS)	Westl. Zentralalpen	a-, und b-glaciaire	255	4542	724
Hinterrhein (GR)	Östl. Zentralalpen	b-glaciaire	595	3401	584

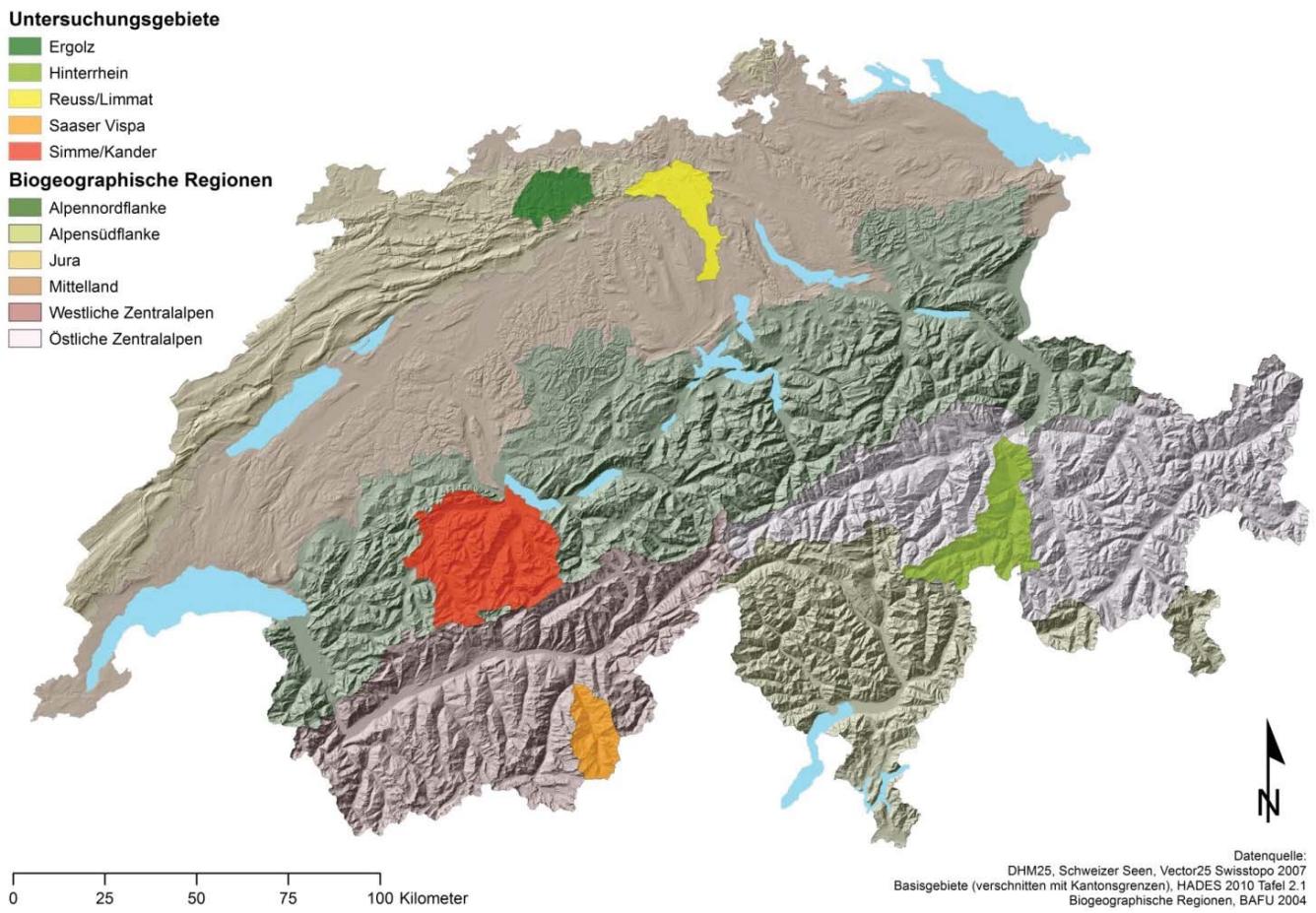


Abbildung 12 Testgebiete.

Bei der folgenden Präsentation der Ergebnisse und deren Interpretationsmöglichkeiten gilt es zu Bedenken, dass es sich bei den Darstellungen um szenarienabhängige Evaluationen handelt. Alle Szenarien wurden so gewählt, dass möglichst wenige Gewässerabschnitte mit einer möglichst hohen Wasserkraftleistung eine Nutzungsempfehlung erhalten.

### 2.1.1 Ergolz (Kt. BL)

Aufgrund der geringen Reliefenergie in diesem Einzugsgebiet kann davon ausgegangen werden, dass das (ganzheitliche) Wasserkraftpotential hier verhältnismässig klein ist. Die Gegenüberstellung von Rang und Wasserkraftpotential je Gewässerraum [MW/GR] macht deutlich, dass es schwierig ist, im Einzugsgebiet auf mehrere MW Leistung zu gelangen (vgl. Abbildung 13). Beim gewählten Szenario in Abbildung 14 ergibt sich durch das Aufsummieren der Leistungen der selektierten Gewässerräume eine Leistung von rund 3 MW. Dazu müssten sieben Gewässerräume, die teilweise aneinander angrenzen, genutzt werden.

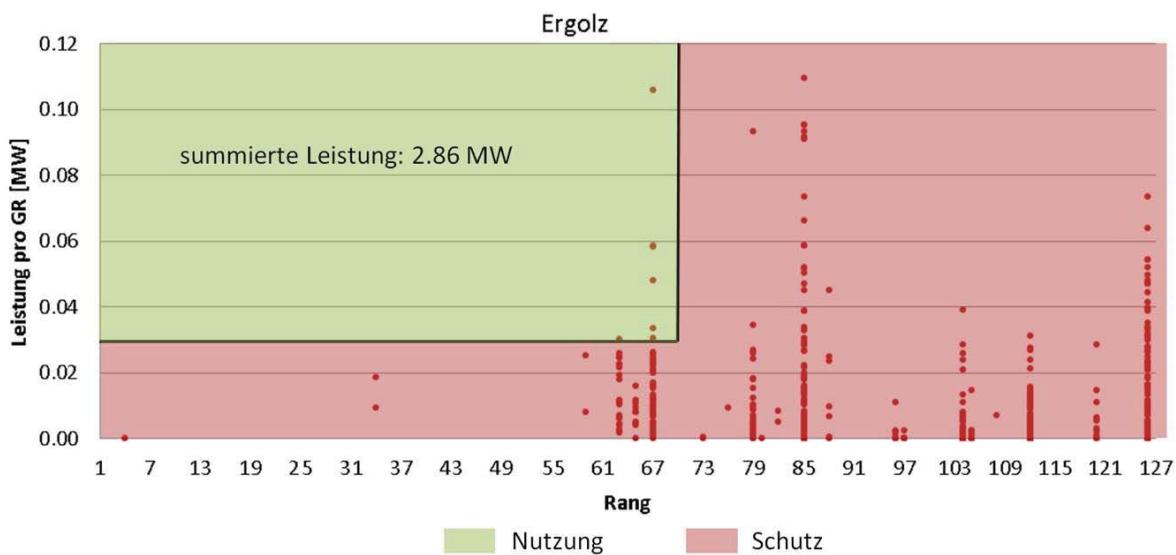


Abbildung 13 Auswahl an Gewässerräumen mit relativ hoher spezifischer Wasserkraftleistung und kleiner Rangzahl (grüner Bereich) im Einzugsgebiet der Ergolz. Für dieses Szenario wurden die Grenzen bei Rang 67 und einer Leistung von 0.03 MW gesetzt, was eine summierte Leistung von 2,86 MW ergibt.

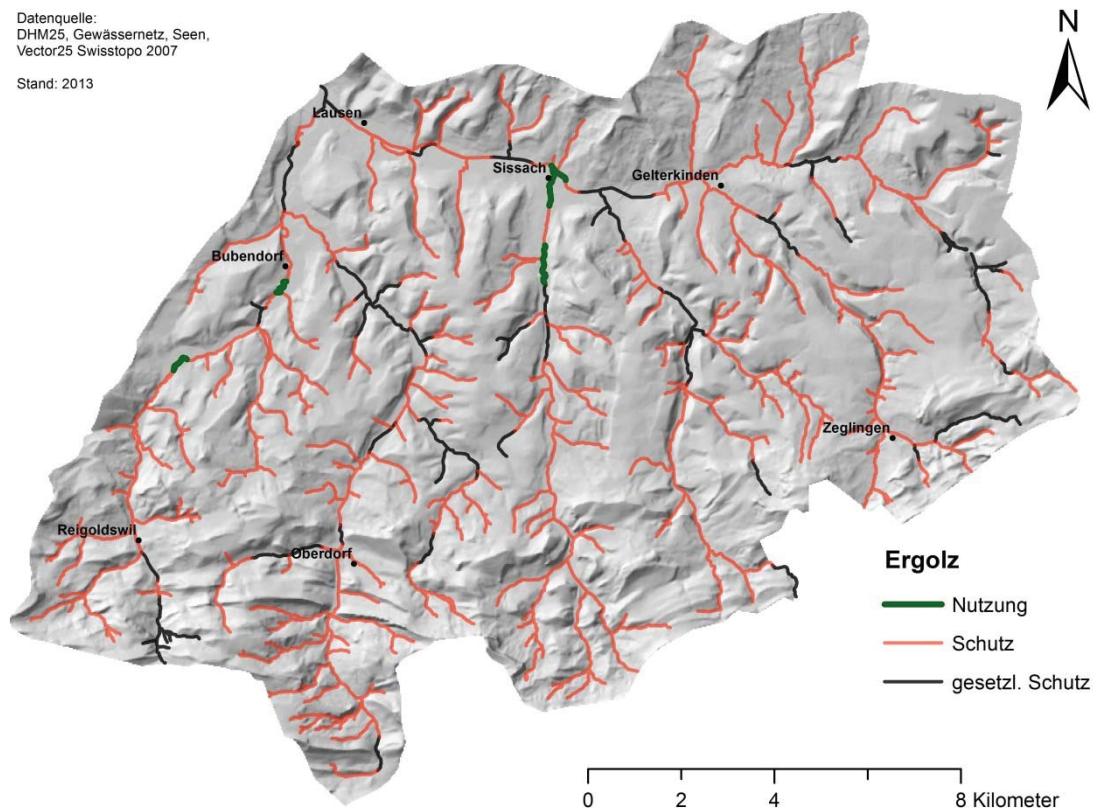


Abbildung 14 Darstellung der Ergebnisse für die Ergolz bei einem 3 MW-Szenario, d.h., alle grünen Strecken müssten genutzt werden, um eine Leistung von ca. 3 MW zu erreichen. Die Grenze zwischen Schutz und Nutzung wurde aufgrund der Abbildung 13 bei Rang 67 und einer Leistung von 0.03 MW gesetzt.

## 2.1.2 Hinterrhein (Kt. GR)

Das Einzugsgebiet des Hinterrheins weist im Vergleich mit den anderen Testregionen die höchste ökologische Ökosystemleistung auf (vgl. Abbildung 15).

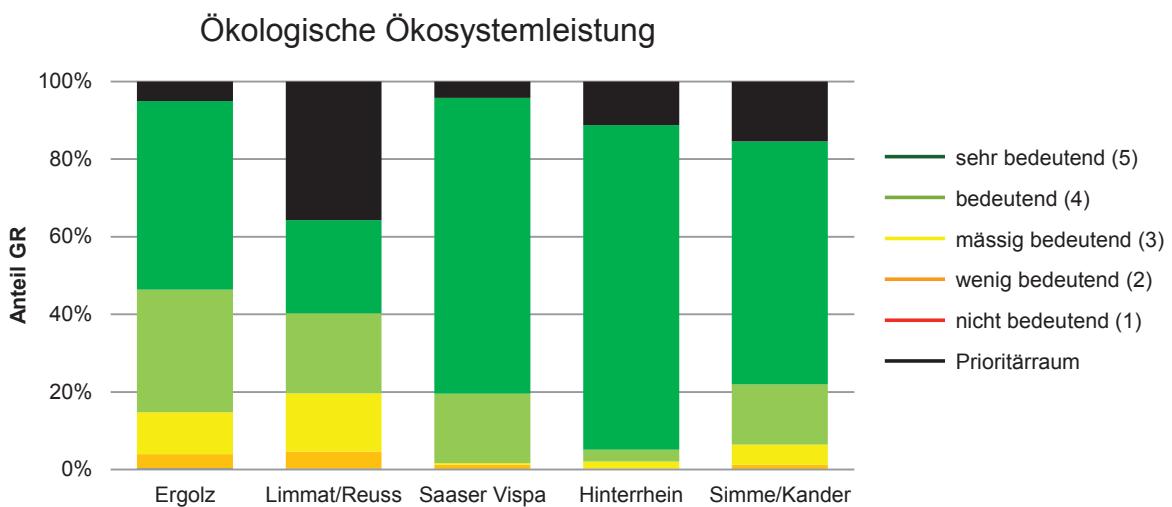


Abbildung 15 Die ökologischen Ökosystemleistungen der Testgebiete im Vergleich.

Die Bedeutung der ökologischen Ökosystemleistungen des Hinterrheins zeigt sich auch im Vergleich der Rangverteilungskurven in Abbildung 16: die meisten Gewässerräume im Einzugsgebiet des Hinterrheins weisen einen hohen Rang auf und sind damit eher schützenswert. Trotzdem war es dank der insgesamt doch sehr beachtlichen Wasserkraftleistung des alpinen Einzugsgebietes möglich, fünf potentiell nutzbare Gewässerabschnitte zu identifizieren. Diese würden insgesamt rund 14 MW Leistung erbringen (siehe Abbildung 17 und Abbildung 18). Die Grenzen des Szenarios wurden so gezogen, dass möglichst wenige Gewässerabschnitte eine möglichst hohen Wasserkraftleistung erbringen.

Generell gilt es zu berücksichtigen, dass die hier ausgewiesenen Wasserkraftleistungen wohl nicht vollständig genutzt werden können, z.B. wegen der Einhaltung der Restwasserbestimmungen. Wie gross die Einbussen ausfallen, muss von Fall zu Fall geklärt werden und wird im Rahmen dieses Handbuch nicht diskutiert. Die hier angegebenen Leistungen entsprechen also den maximal möglichen Werten.

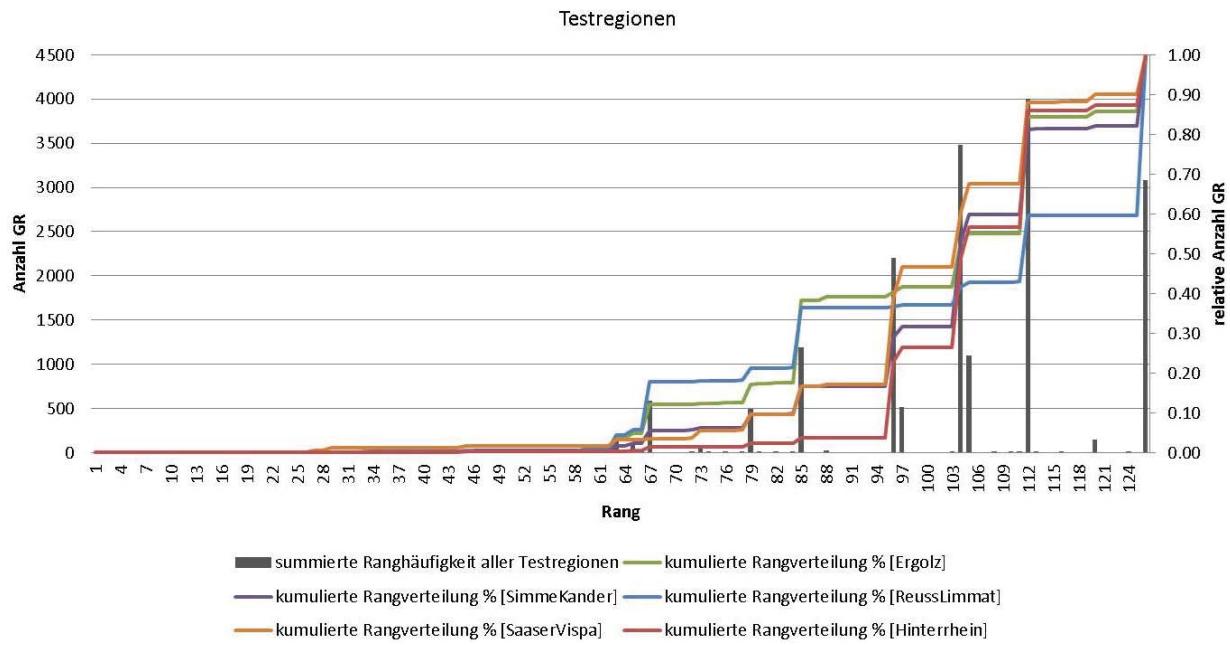


Abbildung 16 Rangverteilungskurven aller Testregionen im Vergleich.

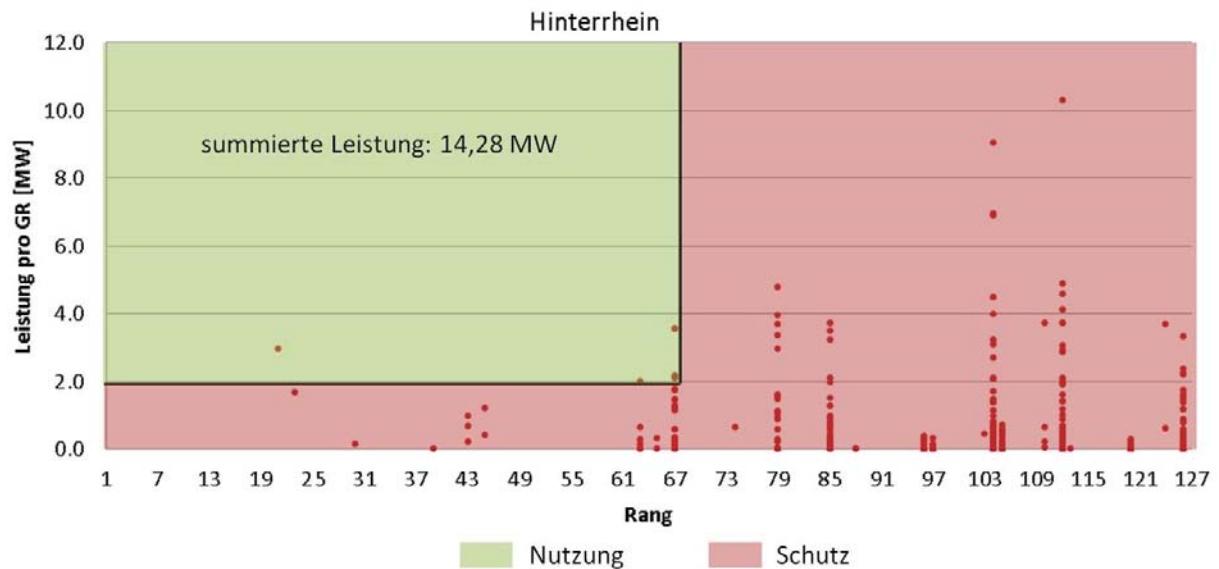


Abbildung 17 Auswahl an Gewässerräumen mit relativ hoher spezifischer Wasserkraftleistung und kleiner Rangzahl (grüner Bereich) im Einzugsgebiet des Hinterrheins. Die Grenze wurde bei Rang 67 und einer Leistung von 2 MW gesetzt.

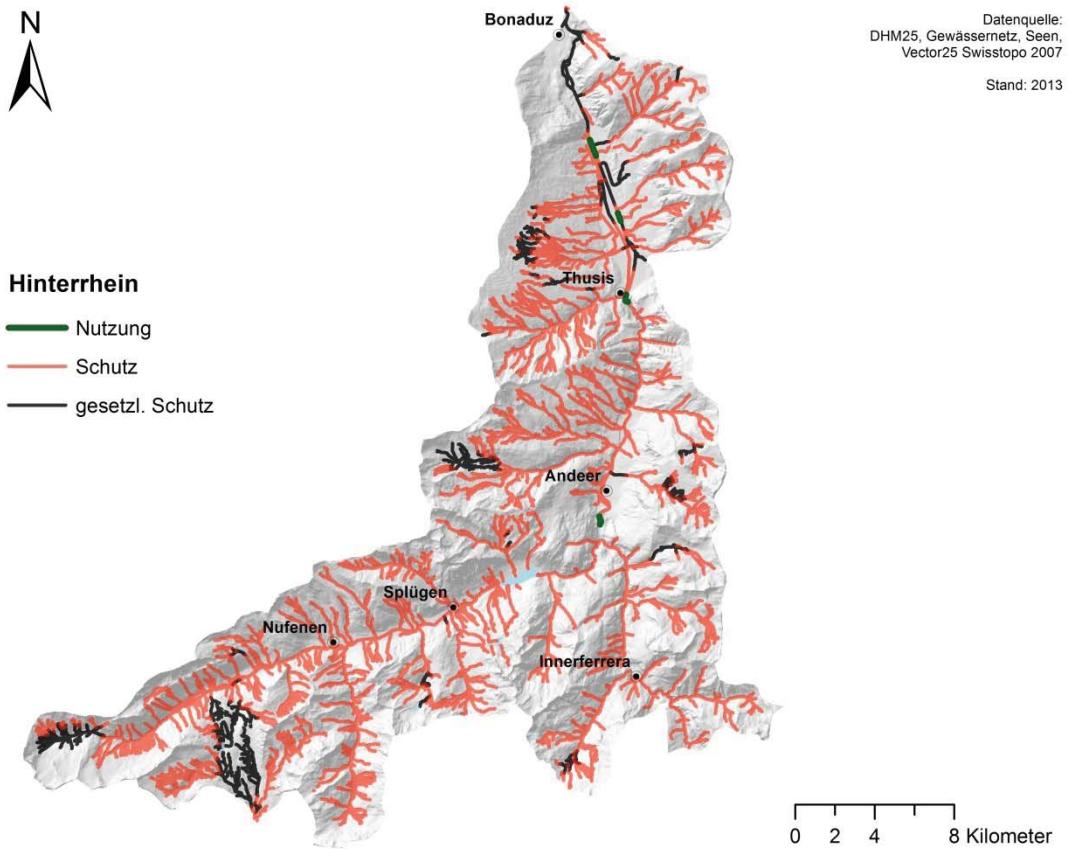


Abbildung 18 Darstellung der Ergebnisse für den Hinterrhein bei einem 14 MW-Szenario, d.h., alle grünen Strecken müssten genutzt werden, um eine Leistung von ca. 14 MW zu erreichen. Die Grenze zwischen Schutz und Nutzung wurde aufgrund der Abbildung 17 bei Rang 67 und einer Leistung von 2 MW gesetzt.

### 2.1.3 Reuss/Limmat (Kt. AG)

Im Einzugsgebiet der Reuss und Limmat wurden vor allem hohe kulturelle Ökosystemleistungen erwartet. Da aber gewisse Daten<sup>2</sup> nicht in der gewünschten Auflösung vorhanden waren, wurden allerdings keine bedeutenden (4) oder sehr bedeutenden (5) kulturellen Werte ausgewiesen (siehe Abbildung 19). Gemäss Datengrundlage sind fast alle Gewässerabschnitte sehr gut erreichbar und erlebbar, jedoch kommen landschaftsästhetische Besonderheiten (Indikator GR\_B03\_Erleb siehe Kapitel 3.3.2) in Kombination mit weiteren kulturellen Ökosystemleistungen selten vor.

Da die Güte der Ergebnisse von den Inputdaten abhängt, sind die Resultate im vorliegenden Fall nur beschränkt aussagekräftig. Detaillierte und flächendeckende Inputdaten über das gesamte Untersuchungsgebiet in einem Massstab von mindestens 1:25'000 sind notwendig, damit letztlich zufriedenstellende Aussagen zum ganzheitlichen Wasserkraftpotential gemacht werden können.

<sup>2</sup> Hier sind vor allem die Datengrundlagen für die Indikatoren GR\_B03\_Erleb, LR\_B05\_Erhol und LR\_B06\_ESehb gemeint (siehe Kapitel 3.3.2).

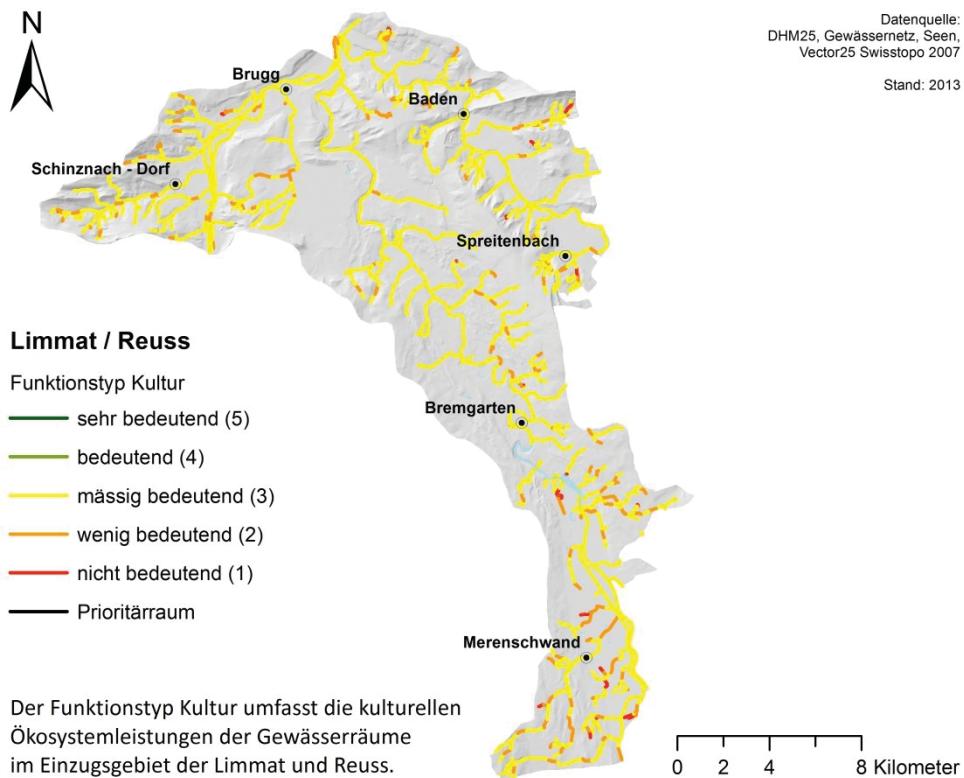


Abbildung 19 Funktionstyp Kultur im Einzugsgebiet der Limmat und Reuss.

Da die Reuss und Limmat sowohl über eine beachtliche Wasserkraftleistung verfügen als auch gut erschlossen sind, kann angenommen werden, dass sich einige Abschnitte für eine Wasserkraftnutzung eignen. Dies wird durch bereits bestehende Wasserkraftwerke bestätigt. Die Auswertungen der bereitstellenden Ökosystemleistung zeigen insbesondere an der Limmat ein hohes Nutzungspotential, wo einige Gewässerabschnitte mit sehr hoher wirtschaftlicher Bedeutung identifiziert wurden (siehe Abbildung 20). Da sich die meisten dieser Abschnitte in Prioritärräumen der Natur befinden (vgl. Abbildung 15), kommen schliesslich nur noch wenige Gewässerabschnitte für eine Nutzung in Frage. In Abbildung 21 kann lediglich ein nutzbarer Gewässerabschnitt mit einem Wasserkraftpotential von rund 4.5 MW identifiziert werden (Karte: Abbildung 22).

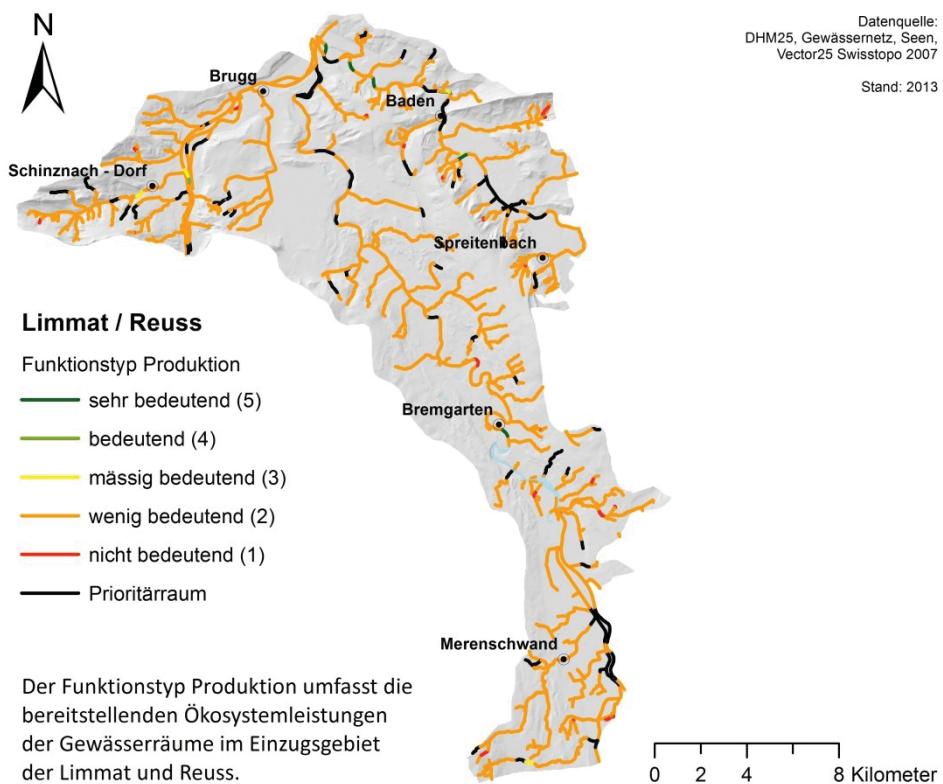


Abbildung 20 Funktionstyp Produktion im Einzugsgebiet der Limmat und Reuss.

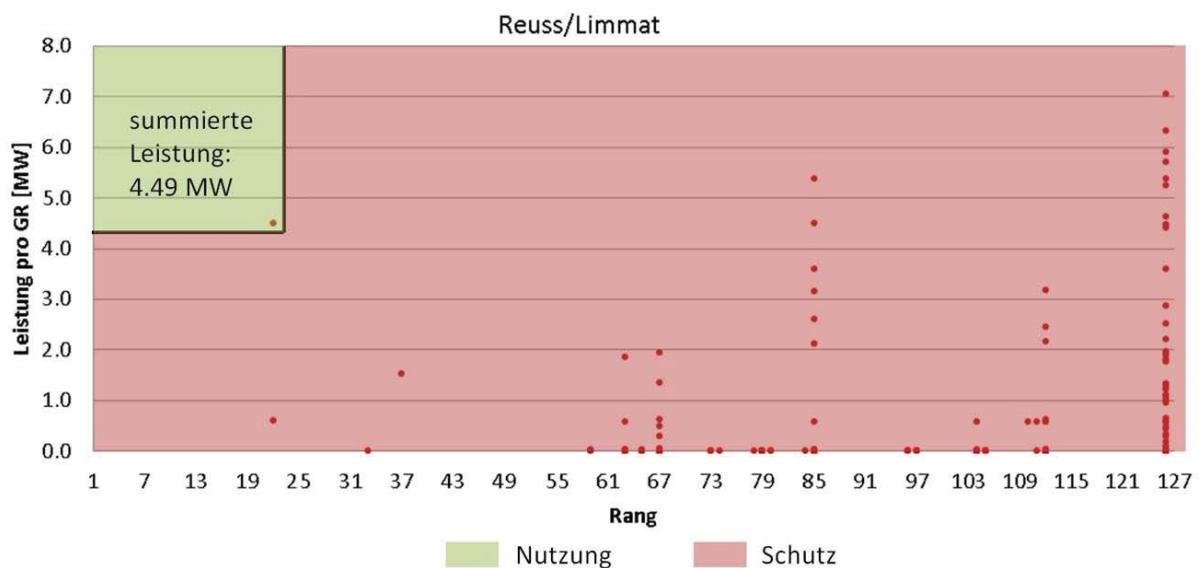
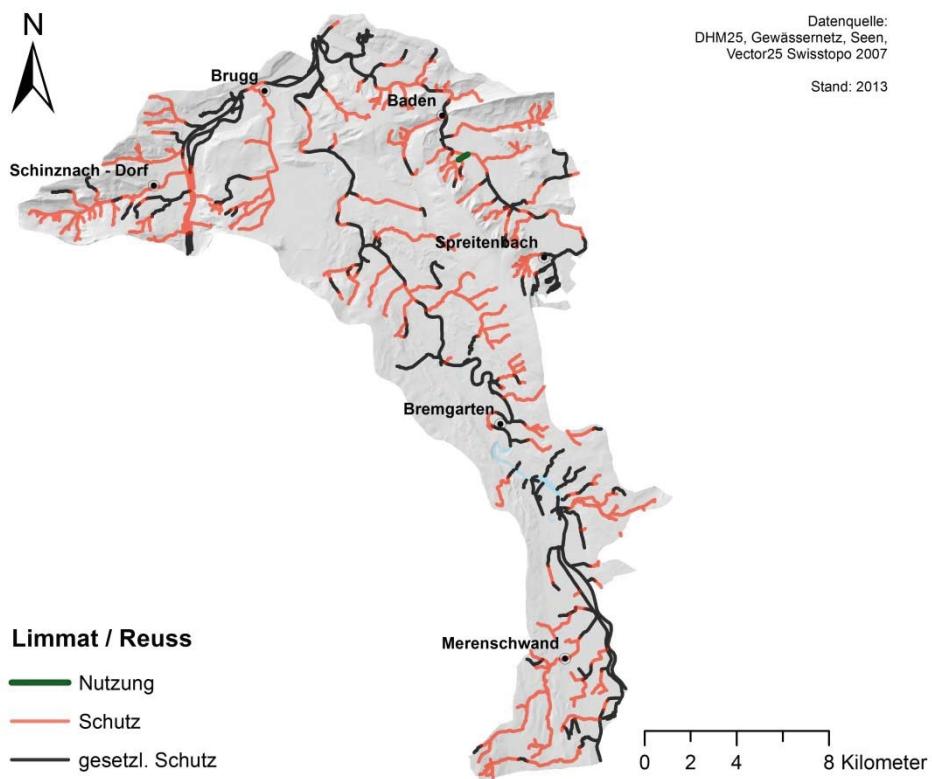


Abbildung 21 Auswahl an Gewässerräumen mit relativ hoher spezifischer Wasserkraftleistung und kleiner Rangzahl (grüner Bereich) im Einzugsgebiet der Limmat und Reuss. Die Grenze wurde bei Rang 22 und einer Leistung von ca. 4.5 MW gesetzt.



*Abbildung 22 Darstellung der Ergebnisse für das Einzugsgebiet der Limmat und Reuss bei einem 4,5 MW-Szenario, d.h., der grüne Gewässerabschnitt müsste genutzt werden, um die Leistung von 4.5 MW zu erhalten. Die Grenze zwischen Schutz und Nutzung wurde aufgrund der Abbildung 21 bei Rang 22 und einer Leistung von 4,49 MW gesetzt.*

## 2.1.4 Saaser Vispa (Kt. VS)

Aus Sicht der Ökologie (Typ A) kann nur ein Gewässer, das nicht durch Wasserentnahmen beeinträchtigt ist (keine Restwasserstrecke), den Wert 5 erhalten. Umgekehrt erhalten Gewässerabschnitte, in welchen nur wenig bis gar kein Wasser dotiert wird (geringe bis ungenügende Restwassermengen), die schlechteste Bewertung (Wert 1). Läge der Fokus ausschliesslich auf diesem einzelnen Indikator, führte dies zur Aussage, dass Gewässerabschnitte in einer bestehenden Restwasserstrecke eher noch stärker genutzt werden können und Gewässerstrecken ohne Beeinträchtigungen durch Wasserentnahmen eher geschützt werden sollen. Das Grundprinzip der Methode liegt nämlich darin, dass eine Wasserkraftnutzung vor allem in jenen Strecken möglich ist, die bereits beeinträchtigt sind. Dieses Grundprinzip kann insofern in Frage gestellt werden, weil eine weitere Senkung der Restwassermengen aus ökologischer Sicht nicht vertretbar sein könnte. Allerdings weisen die Restwasserstrecken der Saaser Vispa keine sehr bedeutenden unterstützenden und regelnden Ökosystemleistungen auf (vgl. Abbildung 23). Dementsprechend erhalten auch Gewässerabschnitte im Bereich von Restwasserstrecken eine Nutzungsempfehlung. Die für eine Nutzung am besten geeigneten Abschnitte sind in Abbildung 24 dargestellt. Würden all diese Abschnitte genutzt, so ergäbe sich eine theoretische Wasserkraftleistung von rund 7 MW (vgl. Abbildung 25).

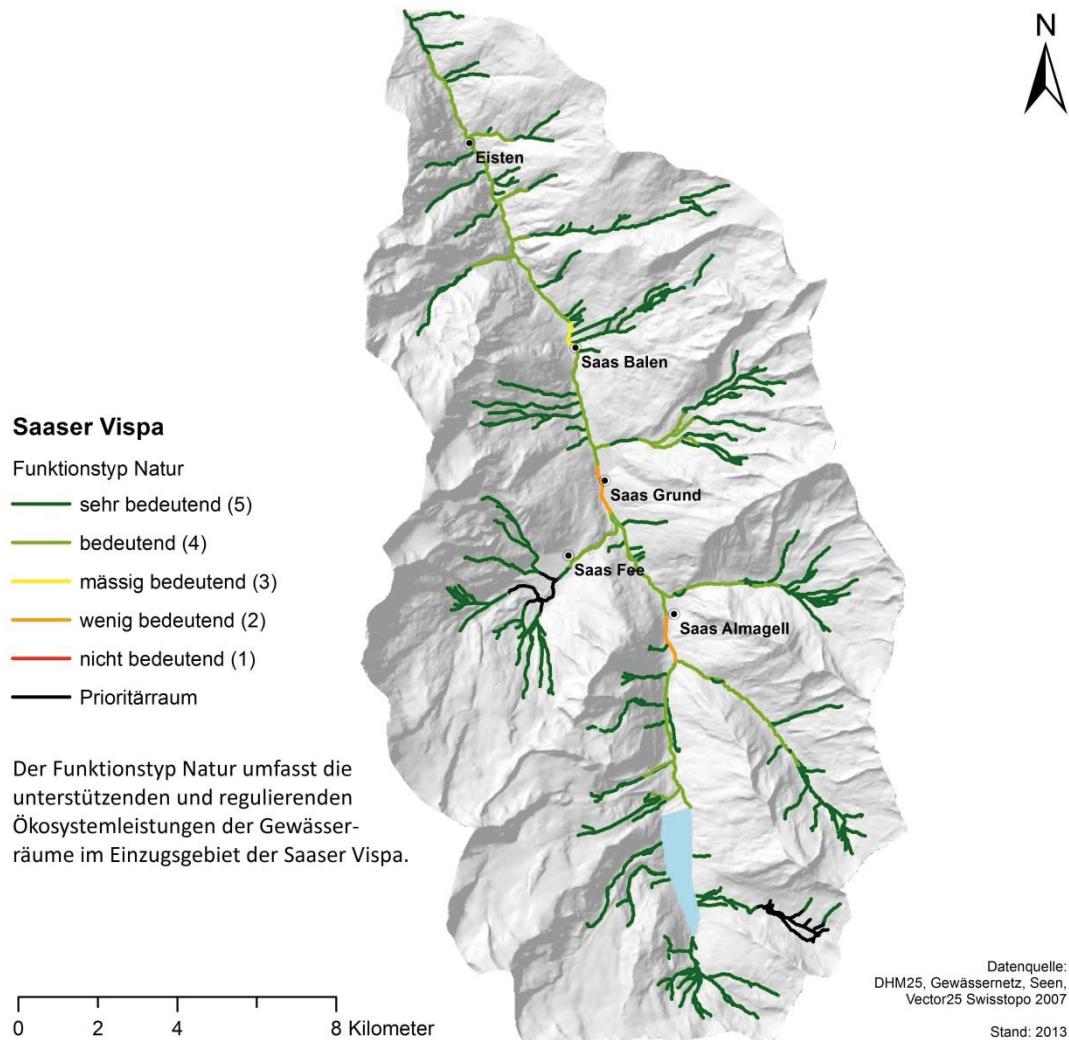
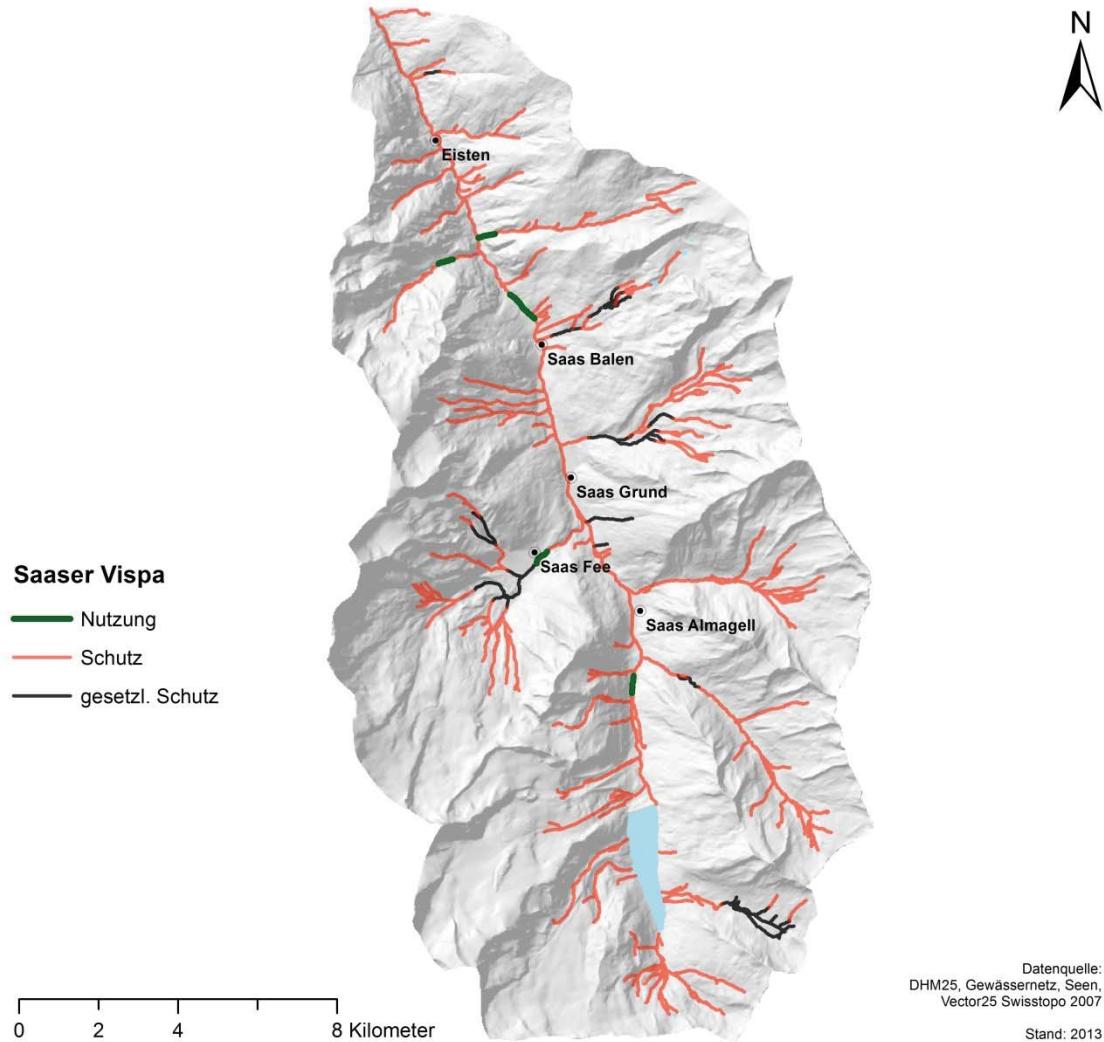
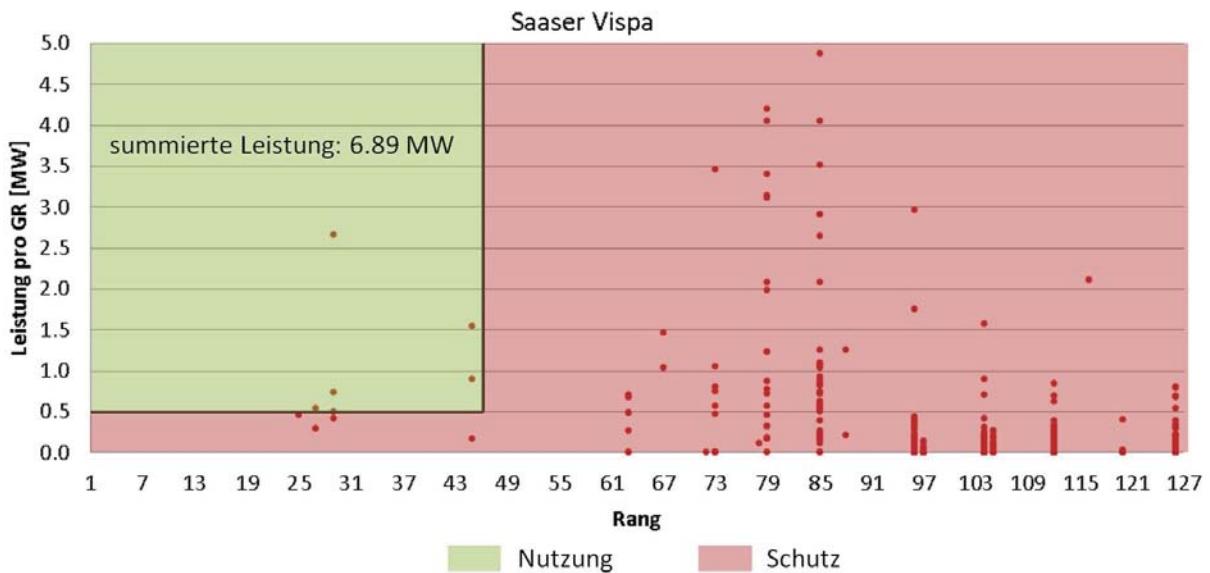


Abbildung 23 Funktionstyp Natur im Einzugsgebiet der Saaser Vispa.



*Abbildung 24 Darstellung der Ergebnisse für die Saaser Vispa bei einem 7 MW-Szenario, d.h., alle grünen Strecken könnten genutzt werden und es ergäbe sich eine Leistung von rund 7 MW. Die Grenze zwischen Schutz und Nutzung wurde bei Rang 45 und einer Leistung von 0,5 MW gesetzt (analog Abbildung 25).*



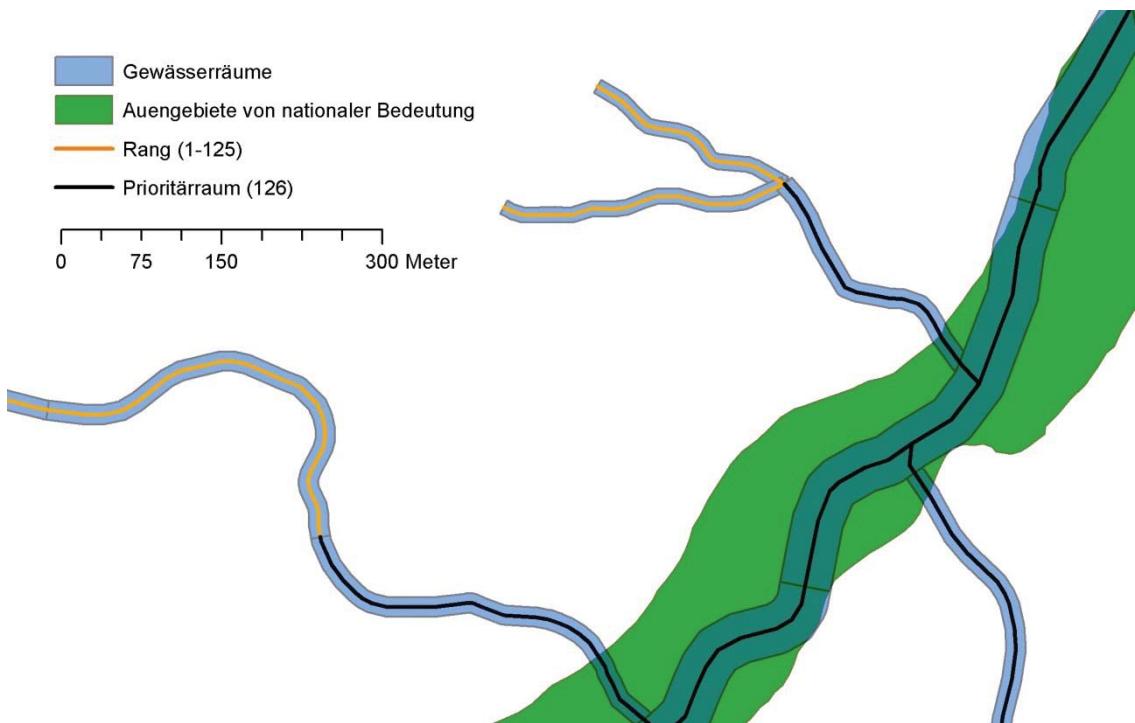
*Abbildung 25 Auswahl an Gewässerräumen mit relativ hoher spezifischer Wasserkraftleistung und kleiner Rangzahl (grüner Bereich) im Einzugsgebiet der Saaser Vispa. Die Grenze wurde bei Rang 45 und einer Leistung von 0,5 MW gesetzt.*

### 2.1.5 Simme/Kander (Kt. BE)

Die Testregion Simme und Kander fällt insbesondere durch die vielen Prioritärräume auf (schwarz markiert in Abbildung 7 und Abbildung 26). Dies sind Gewässerabschnitte, die aufgrund der schweizerischen Gesetzgebung eine Kleinwasserkraftnutzung ausschliessen, nämlich:

- die Auengebiete (Chandergrien, Augand, Heustrich, Engstlige, Engstligenalp, Lochweid, Hornbrügg, Gastereholz, Gastere bei Selden, Kanderfirn, Spittelmatte, Gamchigletscher, Tschingel, Wilerau, Brünnlisau und Augand),
- die Moore und Moorlandschaften auf dem Neuenberg (Sparenmoos), dem Albrist und dem Hasler- und Betelberg,
- die Amphibienlaichgebiete und
- die Gewässerstrecken von nationaler Bedeutung.

Da die Erhebung aufgrund der Gewässerräume erfolgt, kommt es vor, dass Gewässerabschnitte als Prioritärraum ausgeschieden werden, obwohl sie sich nicht zu 100 % ihrer Länge mit dem Inventar überlagern. Betroffen davon sind vor allem die Zuflüsse grösserer Flüsse (siehe fiktives Beispiel in Abbildung 26). Diese Bewertung gibt den zu schützenden Räumen eine Art Pufferung.



*Abbildung 26 Als Prioritärräume werden diejenigen Gewässerräume markiert, die sich ganz oder teilweise mit einem Prioritätskriterium wie bspw. ein Auengebiet von nationaler Bedeutung überlagern.*

Das Einzugsgebiet der Simme und Kander weist einerseits sehr viele Prioritärräume auf, andererseits gibt es aber auch für eine potentielle Kleinwasserkraftnutzung geeignete Gewässerabschnitte. Bei der Gegenüberstellung der Ränge zum Wasserkraftpotential aller Testregionen fällt auf, dass sich mehrere Gewässerabschnitte der Simme und Kander (in violett) mit einem relativ hohen nutzbaren Wasserkraftpotential im linken Bereich befinden (siehe Abbildung 27). Daraus kann geschlossen werden, dass an der Simme und Kander im Vergleich zu den anderen Testregionen noch am meisten potentiell nutzbare Gewässerabschnitte vorhanden sind. Wird die Nutzungsgrenze beispielsweise bei Rang 67 und einer Leistung von mindestens 0,7 MW/GR gelegt, so ergibt sich eine Leistung von rund 12 MW (vgl. Abbildung 28). Um diese Leistung zu erbringen, müssten acht Gewässerräume, die teilweise zusammenhängend sind, genutzt werden (siehe Abbildung 29). Problematisch könnte diese Nutzungsempfehlung jedoch werden, wenn man die grünen Gewässerabschnitte an der Simme kurz vor der Mündung in die Kander betrachtet: Diese liegen genau zwischen den beiden Auengebieten Wilerau und Brünnlisau, welche von nationaler Bedeutung sind. Eine Nutzung würde im Konflikt mit der ungeschmälerten Erhaltung dieser Auengebiete stehen und vermutlich eine Kraftwerksplanung erheblich erschweren. Im vorliegenden Fall wäre also eine Aggregation der Ergebnisse über grössere Gewässerabschnitte sinnvoll. Hinweise dazu finden sich in Hemund (2012: 55ff.).

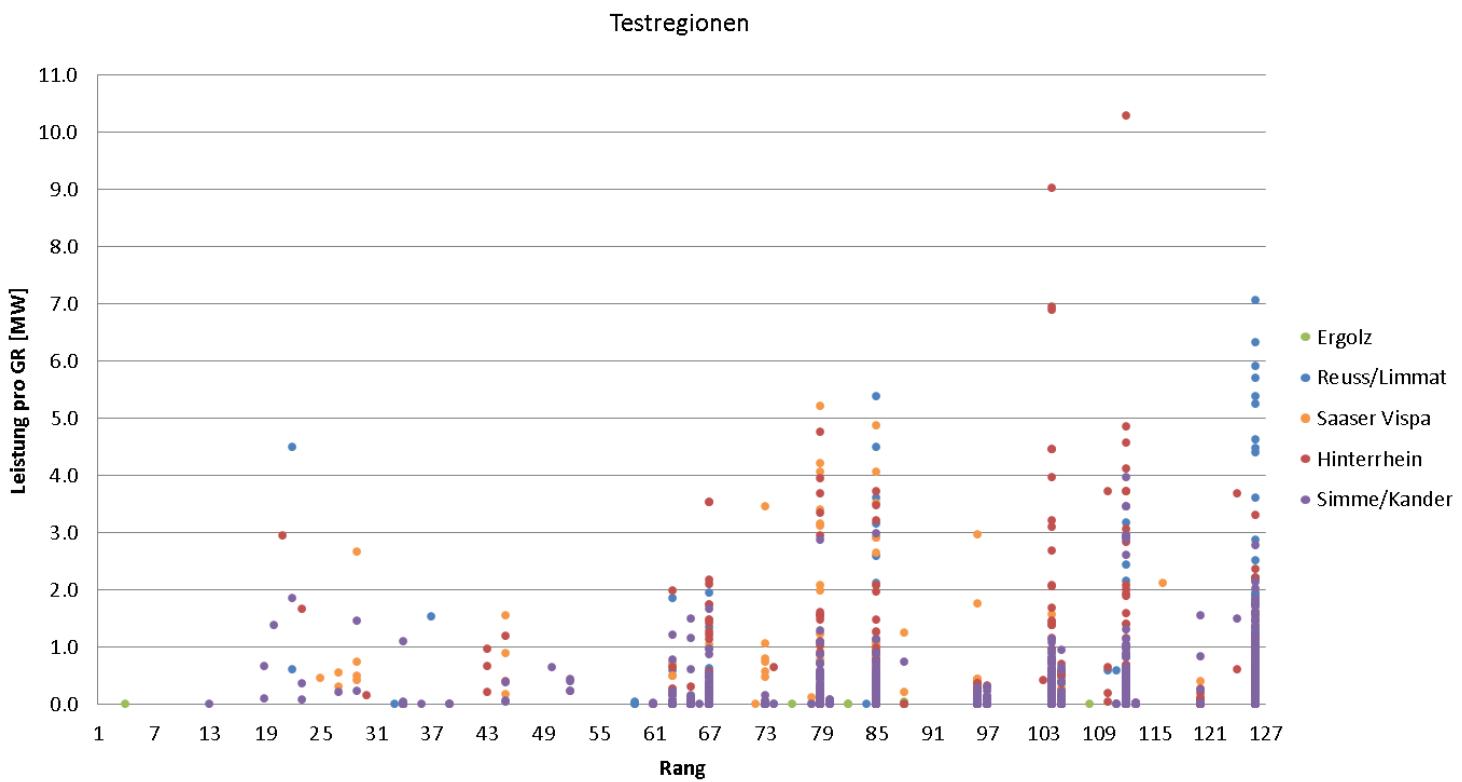


Abbildung 27 Gegenüberstellung der Ränge und der theoretischen Wasserkraftleistung aller Testregionen.

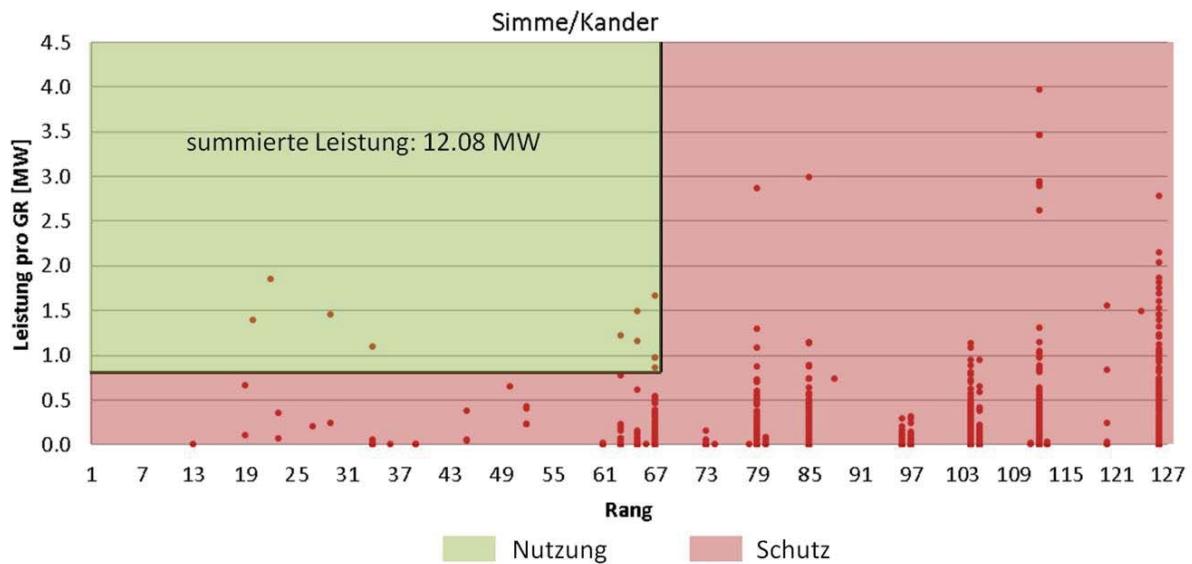


Abbildung 28 Auswahl an Gewässerräumen mit relativ hoher spezifischer Wasserkraftleistung und kleiner Rangzahl (grüner Bereich) im Einzugsgebiet der Simme und Kander. Die Grenze wurde bei Rang 67 und einer Leistung von 0,7 MW gesetzt.

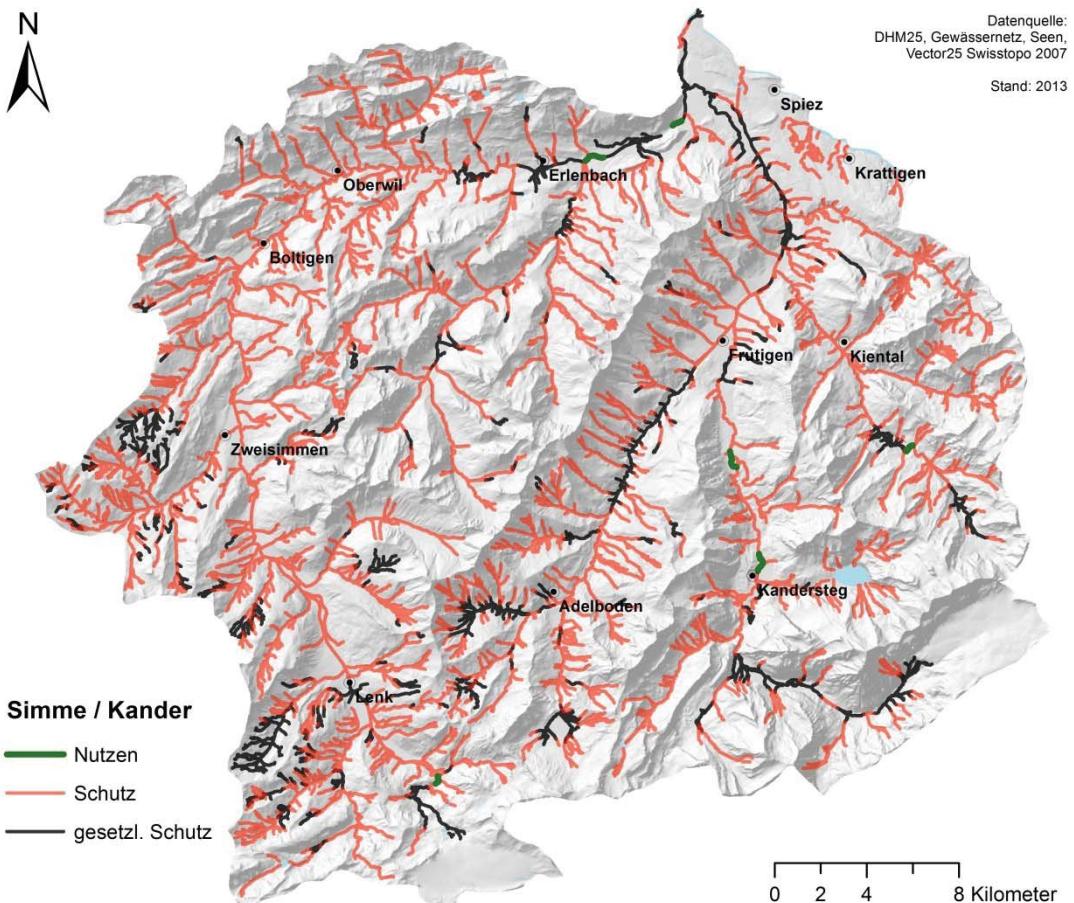


Abbildung 29 Darstellung der Ergebnisse für die Simme und Kander bei einem 12 MW-Szenario, d.h., alle grünen Strecken müssten genutzt werden. Die Grenze zwischen Schutz und Nutzung wurde bei Rang 67 und einer Leistung von 0,7 MW gesetzt.

## 2.2 Anwendbarkeit und Grenzen der Methode

Die Ergebnisse aus den Testregionen zeigen, dass es möglich ist, mit der vorliegenden Methode flächendeckende und aussagekräftige Grundlagen zu schaffen, die den Entscheidungsprozess massgeblich unterstützen. Dabei werden die Ergebnisse umso differenzierter, je vielfältiger die zu beurteilende Gewässerlandschaft ausgestaltet ist. Denn dank der ganzheitlichen Vorgehensweise werden sämtliche Ökosystemfunktionen eines Gewässers erfasst und entsprechend bewertet.

Die Anwendungen in den Testgebieten lassen aber auch Unsicherheiten und Limitierungen erkennen: Beim Vergleich der gewässertypischen Rangverteilungen (Abbildung 16) zeigt es sich, dass letztere sehr ähnlich sind. Dies erstaunt umso mehr, als davon ausgegangen wurde, dass es sich zumindest bei der Ergolz um einen wesentlich anderen Gewässertyp handelt und sich dieser Unterschied direkt in der Rangverteilung zeigen sollte. Die grosse Ähnlichkeit der Rangverteilungen der fünf Untersuchungsgebiete hat verschiedene Ursachen: Es fällt auf, dass bei allen Testgebieten für gleiche Ränge keine Daten vorliegen. Das ist auf Kombinationen ABC zurückzuführen, die in der Realität kaum existieren, so beispielsweise  $ABC = 555$ . Es ist nämlich sehr unwahrscheinlich, dass ein Gewässerabschnitt zugleich bedeutende ökologische, kulturelle und wirtschaftliche Ökosystemleistungen erbringt. Es fällt weiter auf, dass bei allen Testgebieten die hohen Ränge überwiegen. Dies hängt damit zusammen, dass es sich bei Fliessgewässern um Naturelemente handelt und die kulturellen und wirtschaftlichen Funktionen erst im Laufe der Zeit dazugekommen sind. Aus dieser historischen

Perspektive ist es deshalb wenig erstaunlich, dass die ökologischen Funktionen überwiegen, gerade in peripheren Testgebieten wie dem Hinterrhein und der Saaser Vispa. Trotz des Überwiegens der ökologischen Ökosystemleistungen ist die Methodik in ihrer vorliegenden Form anwendbar; denn die flexibel verstellbare Grenze zwischen Nutzung und Schutz vermag die geringen Bewertungen der kulturellen und wirtschaftlichen Ökosystemleistungen zu relativieren und auszugleichen.

In HYDROpot\_integral werden die Gewässer- und Landschaftsräume mittels Indikatoren aus GIS-Datensätzen beurteilt. Je nach Indikator lässt sich dadurch die reale Situation allerdings nur bedingt richtig abbilden. Die Verwendung von bestehenden digitalen Grundlagendaten führt einerseits zur Objektivierung der Bewertungen und zu einer Reduktion des Arbeitsaufwandes. Dies sind zweifellos bemerkenswerte Stärken von HYDROpot\_integral. Andererseits ist die Zahl der verfügbaren Indikatoren beschränkt, was dazu führen könnte, dass spezifische Kennzeichen eines Gewässerraums nicht richtig erkannt werden. Deshalb sollte zur Verifikation der Ergebnisse gezielt eine Feldbegehung durchgeführt werden. Es geht hier nicht darum, alles und jedes zu verifizieren, sondern Gewässerräume zu analysieren, die von der Methode als wichtig erkannt wurden und solche, die im Übergangsbereich zwischen Nutzung und Schutz liegen. Solche Feldbegehungen haben übrigens gezeigt, dass sich insbesondere Gewässerabschnitte, die eingedolt sind, für eine potentielle Kleinwasserkraftnutzung eignen, weil dort keine Restwassermengen gemäss Gewässerschutzgesetz vorgegeben sind. Der gesamte Abfluss könnte also turbiniert werden. Aus diesem Grund könnte es je nach Region sinnvoll sein, auch eingedolte Strecken zu berücksichtigen und in den Ergebnissen darzustellen.

Zur Frage der Unsicherheiten, die sich aus den verwendeten Datengrundlagen ergeben, ist Folgendes anzumerken:

- der Aktualität der verwendeten Daten ist aus leicht verständlichen Gründen eine grosse Aufmerksamkeit zu schenken;
- wie schon beim Testgebiet Reuss/Limmat erwähnt, beeinflusst auch die Auflösung der Daten die Güte der Aussagen.

HYDROpot\_integral erlaubt es, innerhalb nützlicher Frist räumlich hochauflöste und sehr differenzierte Gewässerbeurteilungen zu erarbeiten, und zwar unter Einhaltung aller geltenden und für die Fragestellung relevanten Schutzgebietsregelungen. HYDROpot\_integral leistet einen wichtigen Beitrag zur Versachlichung der Diskussion um den Ausbau der Kleinwasserkraft.

Tabelle 5 Übersicht über die Grenzen und Stärken der Methode.

Stärken	Grenzen
Durch die gleichwertige Berücksichtigung von ökologischen, kulturellen und wirtschaftlichen Aspekten gilt die Methode als ganzheitlich resp. <b>integral</b>	Die Ergebnisse sind nur so gut, wie die <b>räumliche und zeitliche Auflösung</b> der Inputdaten
Ergebnisse sind von der Region unabhängig, d.h., sie sind gesamtschweizerisch <b>vergleichbar</b>	Bedarf an <b>Inputdaten</b> ist gross
Die Methode ist mit einem <b>geringen zeitlichen Aufwand</b> von ca. vier Arbeitstagen pro Kanton anwendbar	Die Anwendung der Methode weist geeignete Gewässerabschnitte aus, d.h., geeignete <b>Standorte</b> müssen nachträglich noch auf ihre finale Eignung geprüft werden
Eine wiederholte Anwendung mit gleichen Input-Parametern liefert dieselben Resultate ( <b>reproduzierbar</b> )	Die Ergebnisse weisen die <b>maximal nutzbare Wasserkraftleistung</b> aus und nicht die realistisch nutzbare Leistung unter Berücksichtigung der Gewässerschutzbestimmungen
Dient als <b>Entscheidungshilfe</b> , ohne Entscheidungen abzunehmen (Grenze zwischen Schutz und Nutzung ist flexibel verstellbar)	
Die Beurteilung kann ebenfalls für <b>andere Zwecke</b> verwendet werden (nicht zwingend für eine Kleinwasserkraftnutzung)	
Die Methode ist <b>transparent</b>	



## **Teil 3: Handbuch zur Anwendung der Methodik HYDROpot\_integral**

---

Teil 3 befasst sich ausschliesslich mit der praktischen Anwendung der Methode. Die einzelnen Schritte müssen der Reihe nach befolgt und umgesetzt werden, damit schliesslich das ganzheitliche Kleinwasserkraftpotential im gewählten Untersuchungsgebiet abgeleitet werden kann. Werden Arbeitsschritte übersprungen oder anders angewendet als beschrieben, so ist nicht garantiert, dass die Ergebnisse dem Muster der vorliegenden Methode entsprechen. Der Anleitung ist eine DVD mit den nötigen Grundlagen, Werkzeugen und Vorlagen beigelegt.

### **3.1 Voraussetzungen**

Um die Methode anzuwenden, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Kombinationen von ArcGIS 10.0 mit Python 2.6 oder ArcGIS 10.1 / 10.2 mit Python 2.7 (andere Kombinationen oder ältere Versionen funktionieren nicht)
- Schneller Rechner – 8 GB RAM
- Kenntnisse im ArcGIS (ArcCatalog, ArcMap) und Excel
- Zugriff auf kantonale Geodaten

Das Handbuch richtet sich an einen GIS-Sachbearbeiter beim Kanton. Die Anleitung ist auf Deutsch, die Werkzeuge in ArcGIS auf Englisch. Für die Anwendung der Methode, die Auswertung der Ergebnisse und deren Darstellung werden ca. 4 Arbeitstage geschätzt. Der Zeitaufwand ist stark von der kantonalen Datenverfügbarkeit abhängig.

### **3.2 Beschreibung der Grundlagen**

Als Grundlage dient das vorliegende Handbuch, das den Anwender Schritt für Schritt durch die Methode und zum gewünschten Ergebnis führt. Dafür wird eine Geodatenbank (File Geodatabase „.gdb“) verwendet, in welcher das Grundgerüst zur Erhebung der einzelnen Kriterien abgespeichert ist. In einem weiteren Ordner, genannt „GISdaten“, müssen die kantonalen Daten nach einem einheitlichen Schema abgespeichert werden. Kantonale Daten werden für diejenigen Kriterien benötigt, für welche es beim Bund keine gesamtschweizerischen Daten gibt resp. uns zum entsprechenden Zeitpunkt (Stand vom Juni 2013) nicht zur Verfügung standen. Jene Kriterien, für welche gesamtschweizerische Daten vorlagen, wurden bereits erhoben und können so in verarbeiteter Form weiterverwendet werden. Originaldaten werden keine weitergegeben. In *Abbildung 30* ist ersichtlich, wie die Datenstruktur aufzubauen ist. In der GISdatenbank soll zusätzlich ein digitales Höhenmodell eingefügt werden.

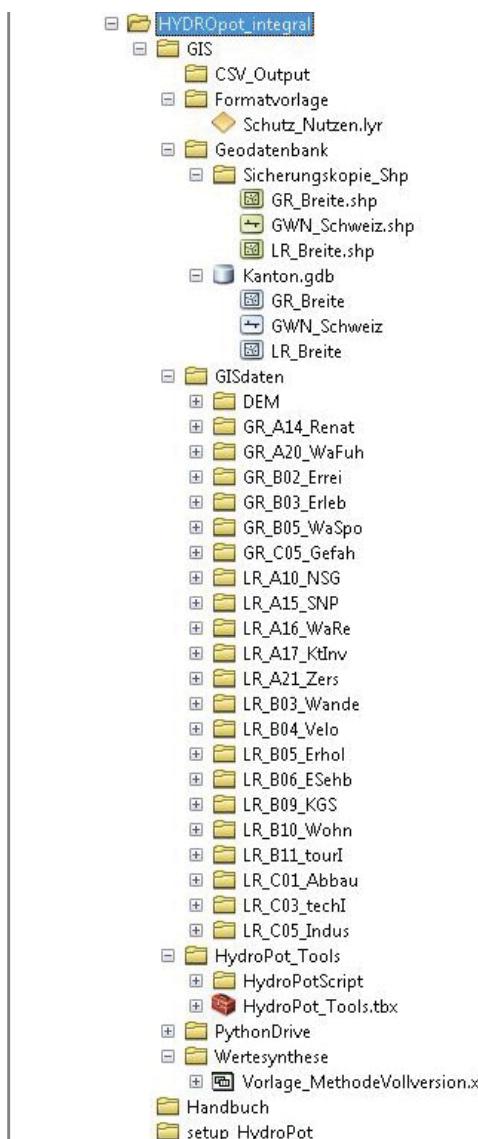


Abbildung 30 Grundlegende Struktur von GISdaten und GISdatenbank.

### 3.3 Vorbereitungen

Damit die Methode anwendbar ist, müssen nachfolgende Vorbereitungen getroffen werden. Bitte folgen Sie den kommenden Schritten der Reihe nach. In kursiver Schrift werden die *auszuführenden Schritte* hervorgehoben, während in normaler Schrift Ergänzungen zum besseren Verständnis aufgeführt werden. Das Vorgehen wird beispielhaft an einem fiktiven Kanton XX (abgekürzt mit Kanton\_XX oder KtXX) erläutert. Der Arbeitsaufwand ist am geringsten, wenn alle Gewässer eines Kantons gleichzeitig erhoben werden.

#### 3.3.1 Installation

Eine Installationsdatei steht im Ordner setup\_HydroPot auf der beiliegenden DVD zur Verfügung. Öffnen Sie die Datei setup\_HydroPot.exe und folgen Sie den unten beschriebenen Punkten (*Abbildung 31 bis Abbildung 39*). Damit wird die gesamte strukturierte Datenbank sowie ArcGIS HydroPot\_Tools auf Ihre Festplatte kopiert.



Abbildung 31 Begrüßungsfenster HYDROpot Installationsprogramm.

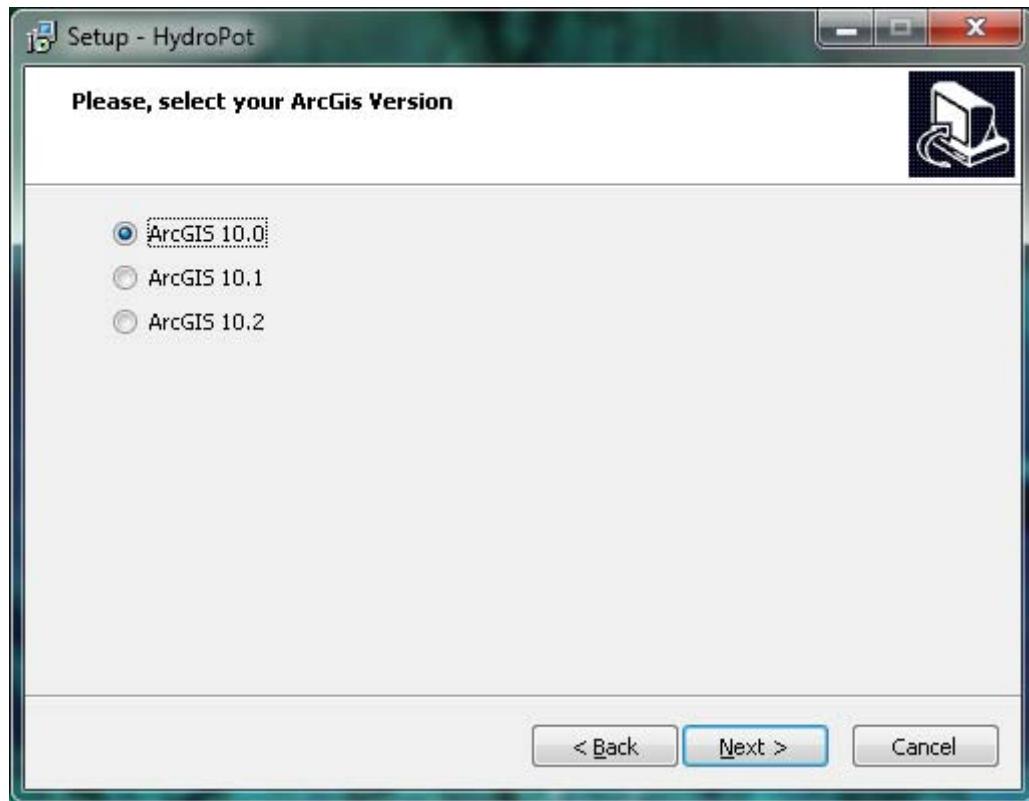


Abbildung 32 Wahl der installierten ArcGIS-Version.

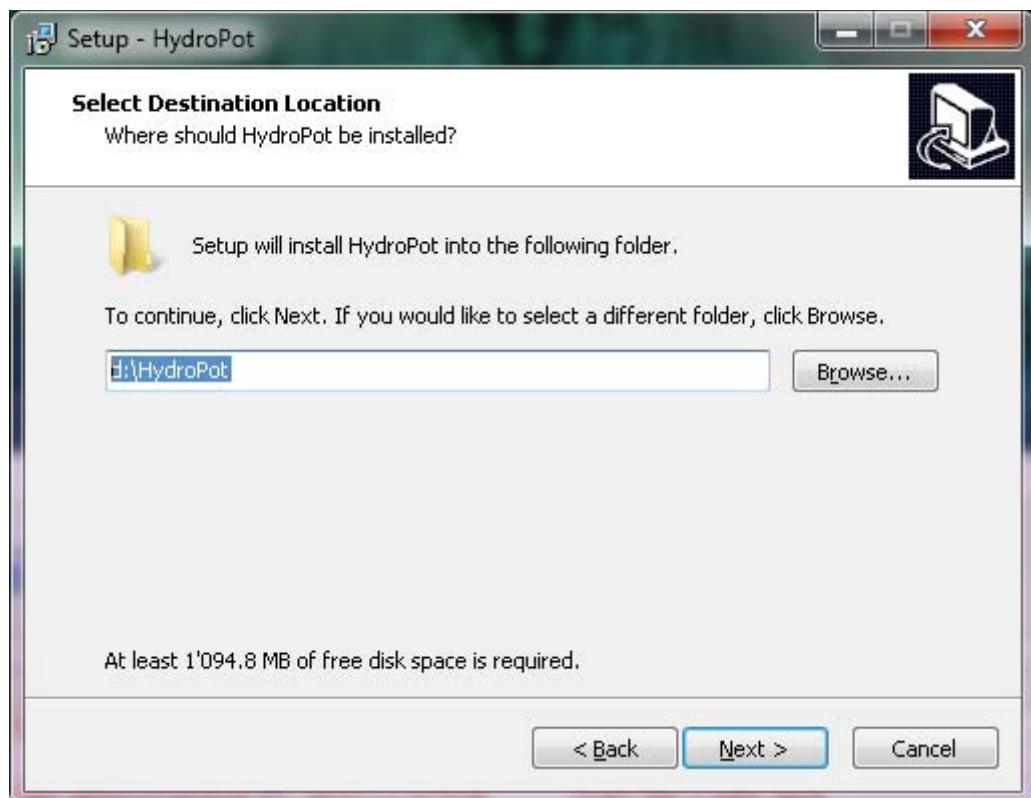


Abbildung 33 Angabe des Speicherortes für die HYDROpot Datenbank.

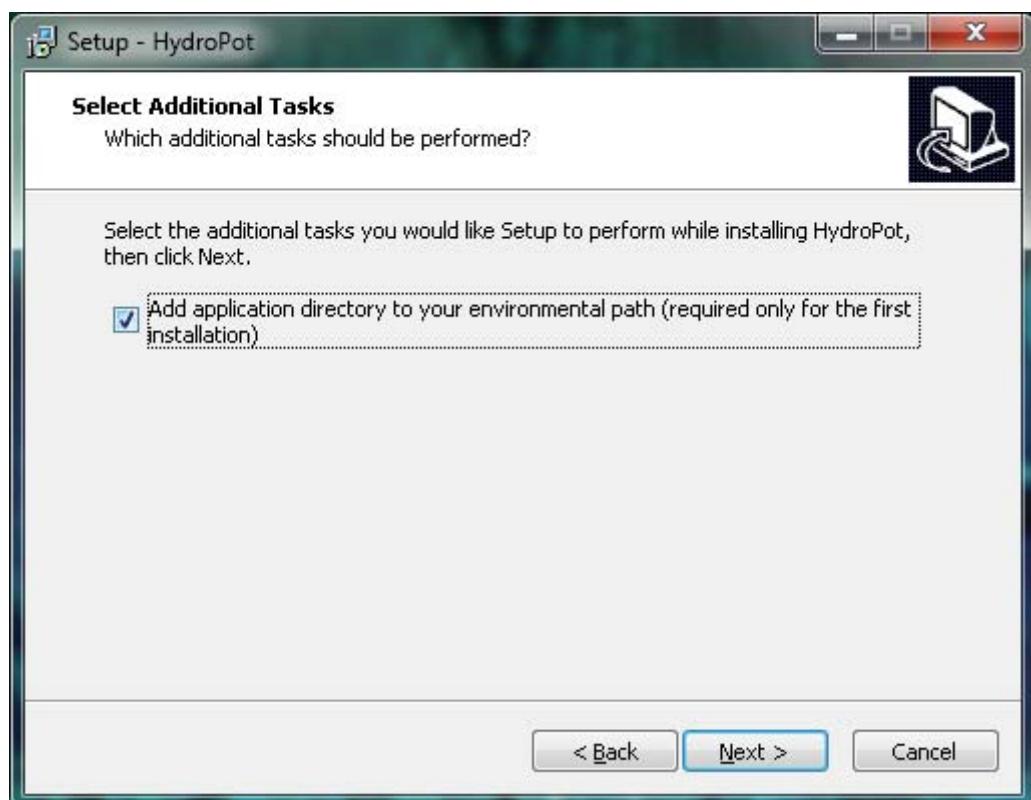


Abbildung 34 Bei der erstmaligen Installation von HYDROpot müssen die Verbindungen zu Python kopiert werden. Bei einer Folgeinstallation erübrigigt sich dies und das Häckchen kann gelöscht werden.

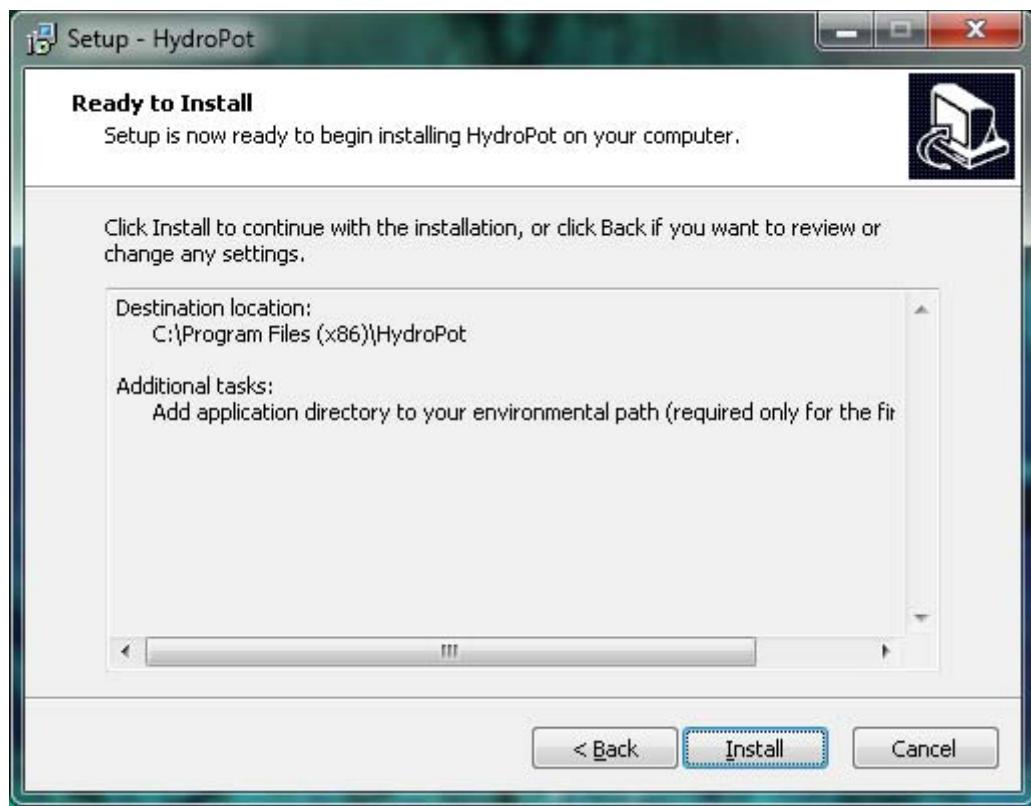


Abbildung 35 Zusammenfassung der Installation.

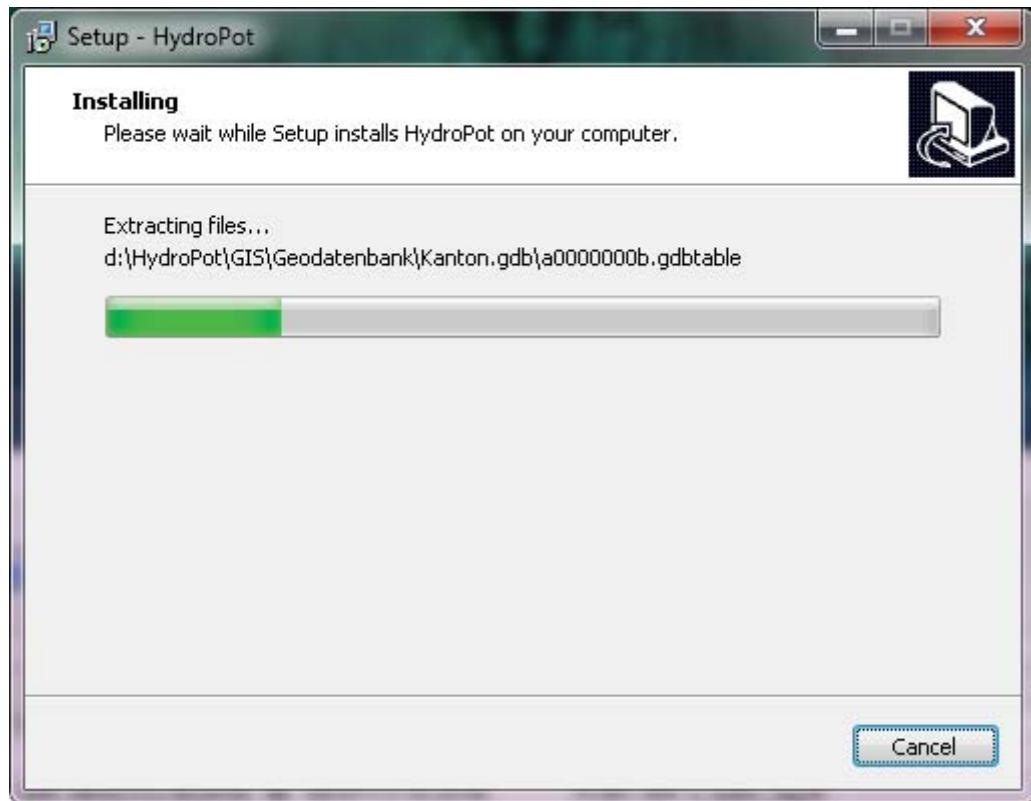


Abbildung 36 Installation der Datenbank.



Abbildung 37 Installation benötigter Python-Module.

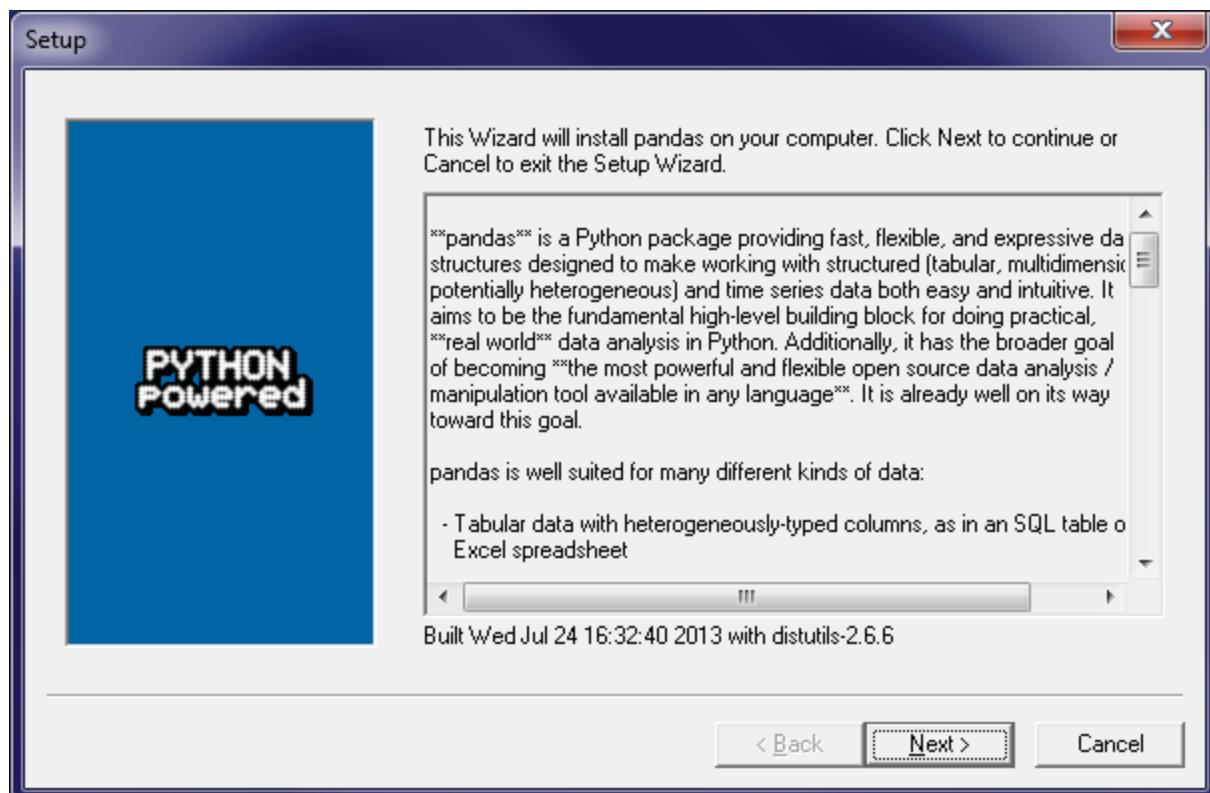


Abbildung 38 Jedes Python-Modul muss einzeln installiert werden. Folgen sie den Anweisungen im Installationsfenster.

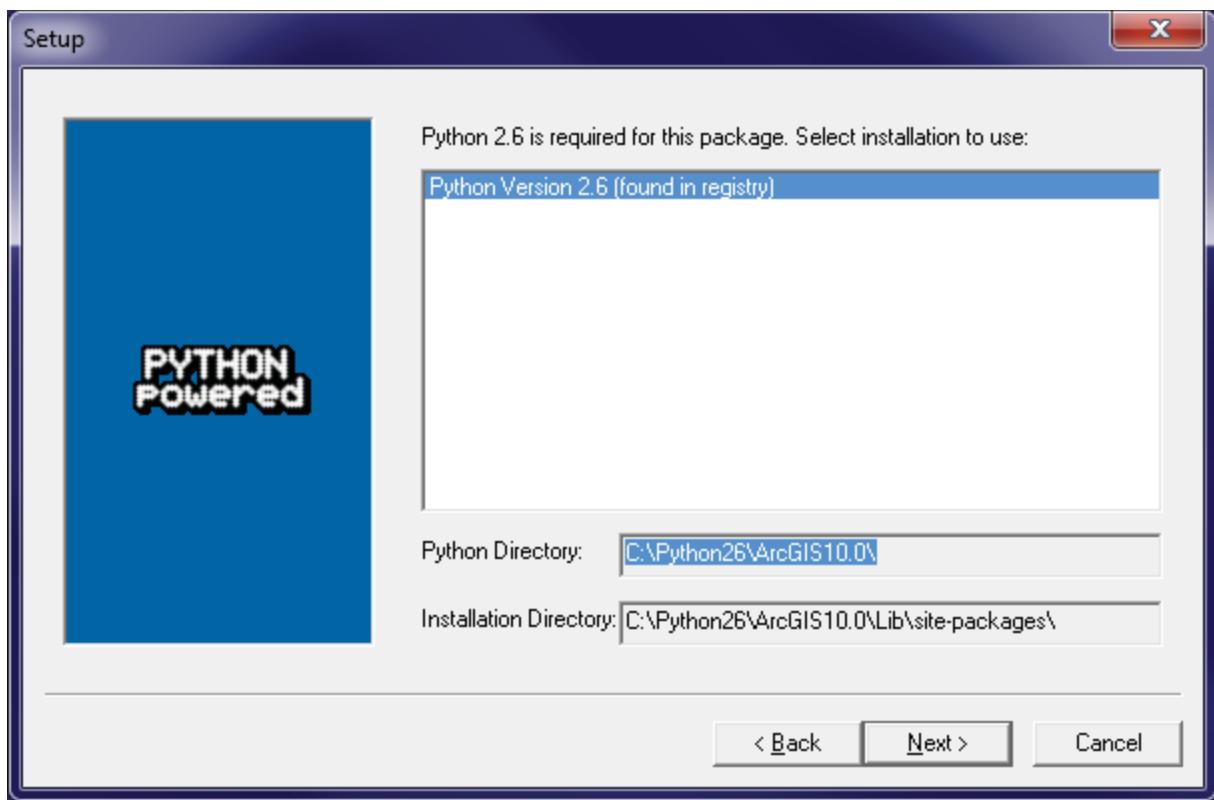


Abbildung 39 Vor jeder Installation von Python-Modulen ist unbedingt das zugeordnete Python-Verzeichnis zu prüfen (C:\Python2X\ArcGIS10.X).

### 3.3.2 Kantonale Daten zusammentragen

Im nächsten Schritt müssen alle notwendigen Geodaten zusammengetragen und nach einem einheitlichen Schema abgespeichert werden, sodass die Erhebung der Kriterien mittels vorbereiteter Tools automatisch ablaufen kann. Die notwenigen Geodaten werden in der Datenbank unter folgendem Pfad abgespeichert:

D:\HYDROpot\_integral\GIS\GISdaten

Da die Ergebnisse nur so aktuell sein können, wie die ihnen zugrundeliegenden Daten es sind, ist es überaus wichtig, jeweils den aktuellsten Datenstand zu verwenden. Ausserdem sollten die Daten eine möglichst hohe räumliche Auflösung (max. 1:25'000) aufweisen, um schliesslich auf Ebene Gewässerabschnitt präzise Aussagen treffen zu können.

Eine Liste aller erforderlichen Datensätze ist in *Tabelle 6* zusammengestellt. Sofern für ein Gebiet einer der geforderten Datensätze nicht vorhanden sein sollte, kann er durch einen ähnlichen ersetzt werden. Allerdings müsste dabei unbedingt darauf geachtet werden, dass er repräsentativ für die zu analysierende Ökosystemfunktion und GIS-kompatibel ist. Die aufgelisteten Datensätze können auch weiter ergänzt werden, je nach gebietsspezifischen Besonderheiten.

*Tabelle 6* Liste der erforderlichen Geodatensätze.

Abkürzung	Kriterium	erforderliche Geodatensätze	Format
GR_A14_Renat	bestehende und geplante Renaturierungen und	➤ Renaturierungen ➤ Revitalisierungen	Punkt, Linie,

	Revitalisierungen		Fläche
GR_A20_WaFuh	Veränderungen der Wasserführung durch Wasserkraftnutzung (Schwall/Sunk)	➤ Wasserkraftwerke: Laufkraft-, Umleit-, Speicher- und Pumpwerke	Punkt
GR_B02_Errei	Erreichbarkeit und Einsehbarkeit: Wegnetzdichte von Wegen, Strassen, Eisenbahnlinien und öffentlichen Verkehrslinien pro Gewässerraum	➤ Wegnetz ➤ Strassennetz ➤ Eisenbahnnetz ➤ Öffentliches Verkehrsnetz	Linie
GR_B03_Erleb	Erlebnischarakter eines Gewässerraums	➤ Wasserfälle ➤ Höhlen ➤ Schluchten ➤ Bademöglichkeiten ➤ Weitere landschaftsästhetische Besonderheiten	Punkt, Linie, Fläche
GR_B05_WaSpo	Wassersportstrecken	➤ River Rafting Strecken ➤ Kanustrecken ➤ Kajakstrecken ➤ Canyoningstrecken	Punkt, Linie
GR_C05_Gefah	Synoptische Gefahrenkarte: Sturz-, Lawinen-, Rutsch-, Wasser- und Einsturzgefahren	➤ Synoptische Gefahrenkarte	Fläche
LR_A10_NSG	Kantonale Naturschutzgebiete	➤ Kantonale Naturschutzgebiete	Fläche
LR_A15_SNP	Rechtskräftige Schutz- und Nutzungsplanungen	➤ Schutz- und Nutzungsplanungen	Linie
LR_A16_WaRe	Waldreservate	➤ Waldreservate	Fläche
LR_A17_KtInv	Kantonale Inventare und Vertragsnaturschutz: seltene Waldgesellschaften, geschützte botanische und geologische Objekte, etc. sowie vertraglich geschützte Trockenstandorte, Feuchtgebiete, etc.	➤ Kantonale Naturschutzinventare ➤ Vertraglich geschützte Gebiete	Punkt, Linie, Fläche
LR_A21_Zers	Zerschneidung der Landschaft	➤ Strassennetz ➤ Eisenbahnnetz ➤ Netz des öffentlichen Verkehrs	Linie
LR_A22_Wald	Waldflächen	➤ Geschlossener Wald der amtlichen Vermessung	Fläche
LR_B03_Wande	Markierte Wanderwege	➤ Wanderwegnetz	Linie
LR_B04_Velo	Markierte Velorouten	➤ Veloroutennetz	Linie
LR_B05_Erhol	Infrastruktur zur	➤ Restaurants, Bars, Cafes, Hotels,	Punkt,

	Erholungsnutzung	Hütten, Camping, Botanische Gärten, Feuerstellen, Spielplätze, Sitzbänke, Zoos, Lehrpfade, Freibäder, etc.	Linie, Fläche
LR_B06_ESehb	Einsehbarkeit eines Landschaftsraums	➤ Aussichtspunkte	Punkt
LR_B09_KGS	Kulturgüter von nationaler Bedeutung	➤ Kulturgüter von nationaler Bedeutung	Punkt
LR_B10_Wohn	Wohn- und Ferienhäuser	➤ Wohn- und Ferienhauszone	Fläche
LR_B11_tourl	Touristische Infrastruktur	➤ Seilbahnen ➤ Gondelbahnen ➤ Skipisten ➤ Loipen ➤ Golfanlagen ➤ Schifflinie ➤ Rodelbahnen ➤ Pferderennbahnen, etc.	Punkt, Linie, Fläche
LR_C01_Abbau	Abbau und Deponie	➤ Abbaustandorte und Deponiestandorte	Punkt, Fläche
LR_C03_techl	Technische Infrastruktur: Anlagen, die auf vorhandene technische Infrastrukturen schliessen lassen	➤ Bauzonen ➤ Bauten/Anlagen ➤ Seilbahnen ➤ Skilifte ➤ Strassennetz ➤ Eisenbahnnetz ➤ Stromleitungen	Punkt, Linie, Fläche
LR_C05_Indus	Industrie und Gewerbe	➤ Mischzonen ➤ Kernzone städtisch ➤ Arbeitszonen ➤ Zonen für öffentliche Nutzungen ➤ Zonen für militärische Nutzungen	Fläche
LR_C06_LW	Landwirtschaftsflächen	➤ Acker, Wiese, Weide der amtlichen Vermessung	Fläche

Tragen Sie die oben aufgeführten Geodaten im Ordner *GISdaten* zusammen und speichern Sie diese nach dem Schema in Abbildung 30 ab (jeweils als Punkt-, Linien- oder Flächen-Shapefile im Ordner „*GISdaten*“). Alle notwenigen Inputdaten müssen nach diesem einheitlichen Schema abgespeichert werden. Die Benennung der Daten können der Spalte „Abkürzung“ der Tabelle 6 entnommen werden. Wie in Abbildung 30 dargestellt, soll das digitale Höhenmodell in der *GISdatenbank* eingefügt werden.

### 3.4 Anwendung der Methode

Die Erfassung und Bewertung der Ökosystemfunktionen – sowohl des Gewässerraums, als auch des Landschaftsraums – erfolgt mithilfe einer speziell entworfenen Datenbank in GIS und den dazugehörigen Werkzeugen (Tools). Damit beträgt der Arbeitsaufwand ca. vier Tage pro Kanton, je nachdem wie gut die kantonalen Daten bereits aufbereitet sind. Obwohl darauf geachtet wurde, dass möglichst viele Indikatoren mittels nationaler Datensätzen bereits erhoben werden konnten, werden von den vier benötigten Arbeitstagen, ungefähr zwei Tage für das Zusammenragen und die Aufbereitung der kantonalen Datensätze benötigt. Dank den Tools und den vorbereiteten Darstellungsmöglichkeiten (.xls und .lyr) konnte die Erhebung massiv beschleunigt werden. Wie die

Indikatoren manuell erhoben werden, kann in der GIS-Anleitung von Hemund (2012: 107ff) detailliert im Anhang (S. 70–123) entnommen werden. Wie bereits erwähnt, wird diese GIS-Anleitung mit dem vorliegenden Handbuch und den dazugehörigen Werkzeugen ersetzt und somit die Anwendung der Methode einfach und praktisch anwendbar gemacht. Im folgenden Kapitel ist aufgeführt, wie die Indikatoren erhoben und ausgewertet, sowie die Ergebnisse dargestellt werden können.

### 3.4.1 Erhebung der Indikatoren

Unter D:\HYDROpot\_integral\GIS\HydroPot\_Tools ist die vorbereitete Toolbox zu finden (HydroPot\_Tools.tbx). Alle notwendigen Tools für die Erhebung der kantonalen Indikatoren sind darin enthalten. Wenn ein Indikator mit Punkt-, Linien- und auch Flächengeometrien erhoben werden kann, gibt es die Möglichkeit, mehrere Source Layers miteinzubeziehen. Verfügt der Kanton über mehrere Datensätze zu einem Indikator und weisen diese den gleichen Geometriertyp auf, so können sie zu einem gemeinsamen Shapefile zusammengefügt werden. In Tabelle 7 ist beschrieben, wie vorgegangen werden muss. Die Tools kreieren jeweils ein Shapefile und eine CSV Datei.

*Tabelle 7 Anleitung zur Anwendung der Tools.*

GR Kriterium	Anleitung
GR_A14_Renat	Tool: GRA14 → Target Layer: GR_Kt → Source Layer: GR_A14_Renat (mehrere Source Layer)
GR_A20_WaFuh	GR_A20_WaFuh muss als einziger Indikator von Hand erhoben werden. Dabei soll die Anleitung auf S. 84 befolgt werden.
GR_B02_Errei	Tool GRB02 → Identity Feature: GR_Kt → Input Feature: GR_B02_Errei
GR_B03_Erleb	Tool GRB03 → Target Layer: GR_Kt → Source Layer: GR_B03_Erleb (mehrere Source Layer)
GR_B05_WaSpo	Tool GRB05 → Target Layer: GR_Kt → Source Layer: GR_B05_WaSpo (mehrere Source Layer)
GR_C05_Gefah	Um das Tool GRC05 zu verwenden muss im Indikator GR_C05_Gefah das Attribut mit den Gefahrenstufen zwischen 1-5 „GST_CODE“ benannt sein. Dies kann folgendermassen gemacht werden: Add field (GST_CODE, short integer) → Field Calculator → GST_CODE = bisheriges Attribut mit den Gefahrenstufen. Tool GRC05 → Identity Feature: GR_Kt → Input Feature: GR_C05_Gefah

LR Kriterium	Anleitung
LR_A10_NSG	Tool LRA10 → Target Layer: LR_Kt → Source Layer: LR_A10_NSG (mehrere Source Layer)
LR_A15_SNP	Bei der Anwendung von Tool LRA15 muss das GWN_Kt verwendet werden. Sollte der Indikator LR_A15_SNP nicht als Liniengeometrie vorliegen, muss die manuelle Anleitung auf S. 103 befolgt werden. Tool LRA15 → Target Layer: GWN_Kt → Source Layer: LR_A15_SNP
LR_A16_WaRe	Tool LRA16 → Target Layer: LR_Kt → Source Layer: LR_A16_WaRe

LR_A17_KtInv	Tool LRA17 → Target Layer: LR_Kt → Source Layer: LR_A17_KtInv (mehrere Source Layer)
LR_A21_Zers	Tool LRA21 → Target Layer: LR_Kt → Source Layer: LR_A21_Zers
LR_A22_Wald	Tool LRA22 → Identity Feature: LR_Kt → Input Feature: LR_A22_Wald
LR_B03_Wande	Tool LRB03 → Target Layer: LR_Kt → Source Layer: LR_B03_Wande
LR_B04_Velo	Tool LRB04 → Target Layer: LR_Kt → Source Layer: LR_B04_Velo
LR_B05_Erhol	Tool LRB05 → Target Layer: LR_Kt → Source Layer: LR_B05_Erhol (mehrere Source Layer)
LR_B06_ESehb	Tool LRB06 → Input Point Layer: LR_B06_ESehb → Input Raster Layer: digitales Höhenmodell → Target Layer: LR_Kt (Das Tool LRB06 benötigt viel Zeit für die Berechnung. Aus diesem Grund wird empfohlen die Berechnung über die Nacht laufen zu lassen)
LR_B09_KGS	Tool LRB09 → Input Point Layer: LR_B09_KGS → Input Raster Layer: digitales Höhenmodell → Target Layer: LR_Kt (Das Tool LRB09 benötigt viel Zeit für die Berechnung. Aus diesem Grund wird empfohlen die Berechnung über die Nacht laufen zu lassen)
LR_B10_Wohn	Tool LRB10 → Identity Feature: LR_Kt → Input Feature: LR_B10_Wohn (mehrere Source Layer)
LR_B11_tourl	Tool LRB11 → Target Layer: LR_Kt → Source Layer: LR_B11_tourl (mehrere Source Layer)
LR_C01_Abbau	Tool LRC01 → Target Layer: LR_Kt → Source Layer: LR_C01_Abbau (mehrere Source Layer)
LR_C03_techl	Tool LRC03 → Target Layer: LR_Kt → Source Layer: LR_C03_techl (mehrere Source Layer)
LR_C05_Indus	Tool LRC05 → Identity Feature: LR_Kt → Input Feature: LR_C05_Indus
LR_C06_LW	Tool LRC06 → Identity Feature: LR_Kt → Input Feature: LR_C06_LW

Anschliessend können alle CSV-Dateien in den Ordner „CSV\_Output“ kopiert werden. Mit dem Tool JoinLRGR können die CSV-Dateien im Ordner „CSV\_Output“ ausgewählt werden. Als Working directory soll D:\HYDROpot\_integral\GIS\CSV gewählt werden. JoinLRGR funktioniert nur, wenn für jeden Indikator ein Input vorhanden ist. Es entstehen die zwei CSV-Dateien „GR\_Join“ und „LR\_Join“, welche die gesamte Erhebung beinhalten und für das weitere Vorgehen notwendig sind.

### 3.4.2 Wertesynthese

„GR\_Join“ und „LR\_Join“ sollen im Excel geöffnet und die Spalten wenn nötig getrennt werden (Daten → Text in Spalten → Getrennt → Komma → fertig stellen). Die Attribute aus GR\_Join sollen nun in die

*Untertabelle „yymmdd\_GR\_xx\_Export“ kopiert werden und die Attribute aus LR\_Join in die „yymmdd\_LR\_xx\_Export“. Es müssen alle GR und LR Kriterien sowie die ObjektID kopiert werden.*

*Nach den Spalten der Kriterien, in den Untertabellen „yymmdd\_GR\_xx\_Export“ und „yymmdd\_LR\_xx\_Export“, gibt es gelbe eingefärbte Spalten. Diese müssen markiert und für die ganze Tabelle aktiv gemacht werden. In Typ\_A, Typ\_B und Typ\_C müssen die verlangten Spalten durch copy/paste eingefügt werden. Ebenfalls in den Untertabellen Nutzungseignung und Szenarien sollen die benötigten Spalten mit den entsprechenden Attributen ausgefüllt werden. Schliesslich sollen in „yymmdd\_Join\_GR\_LR“ alle Attribute, die ObjektID, die Leistung pro GR und die Ränge stehen.*

*Die Tabelle soll als .txt gespeichert werden. Das Textfile „yymmdd\_Join\_GR\_LR.txt“ kann in ArcMap geladen werden und mit der Feature Class GWN\_KtXX über die ObjektID verbunden werden (r.MaTa auf GWN\_KtXX → Joins and Relates → Join → Spalte ObjektID). Danach soll aus den verbundenen Tabellen eine neue Feature Class generiert werden (r.MaTa auf GWN\_KtXX → data → Export Data → Output feature class: D:\HYDROpot\_integral\GIS\Geodatenbank\_KtXX\_LV95\ProduktivGWN\_KtXX\_Import). Aus diesem Arbeitsschritt resultiert eine Linien Feature Class, welche die Grundlage für die Darstellung bildet. Sie enthält die Ränge aller Gewässerabschnitte, die Leistung pro GR und die Kriterien der gesamten Erhebung.*

### 3.4.3 Darstellung der Resultate

In der Wertesynthese befindet sich der Unterordner „Szenarien“. Darin enthalten sind Grafiken zur Rangverteilung und der Gegenüberstellung von Rang und Wasserkraftleistung. Diese eignen sich hervorragend als Basis, um Szenarien und regionale Strategien zu entwickeln (vgl. Abbildung 9).

*Für die Darstellung in ArcMap soll die Feature Class GWN\_KtXX\_Import unter D:\HYDROpot\_integral\GIS\Geodatenbank\_KtXX\_LV95\Produktiv ins ArcMap geladen werden.*

Anhand eines gewählten Szenarios können SQL-Abfragen getätigter werden (Attribute Table → Select by Attribute → Select\* From GWN\_KtXX Where Rang < x And spLei >x) und diejenigen Gewässerabschnitte, die nach dem Szenario für eine Nutzung sprechen, in der Attribute Table mit einer 1 gekennzeichnet werden (1 = Nutzung). Die schützenswerten Gewässerabschnitte erhalten eine 2 (2 = Schutz). Somit können Darstellungen wie beispielsweise in Abbildung 10 generiert werden.

Als weitere Darstellung der Resultate eignet sich insbesondere eine Schutz- und Nutzungsempfehlungskarte (vgl. Abbildung 7). Dabei werden alle 125 möglichen Ränge in Kategorien farblich differenziert dargestellt, wobei tiefe Ränge tendenziell für eine Nutzung sprechen und hohe Ränge eher für einen Schutz. Die Prioritärräume, welche aufgrund der schweizerischen Gesetzgebung eine Kleinwasserkraftnutzung ausschliessen, erhalten von Anfang an Rang 126 und werden speziell gekennzeichnet (z.B. schwarz). Auf eine separate Kennzeichnung der eingedolten Gewässerabschnitte wird in der Vorlage verzichtet, weil sich solche Gebiete trotz kleinem Wasserkraftpotential aufgrund geringer gesetzlicher Auflagen durchaus für eine Nutzung eignen können. Selbstverständlich können sie aber auch speziell hervorgehoben werden – z.B. mit einer fein gestrichelten schwarzen Linie – sofern die Information bzgl. Eindolung vorhanden ist. Im Ordner „Darstellungsvorlage“ befindet sich ein Layer, welcher als Vorlage für eine Schutz- und Nutzungsempfehlung verwendet werden kann (r.MaTa auf GWN\_KtXX → Properties → Symbology → Import → D:\HYDROpot\_integral\GIS\Darstellungsvorlage\SchuNutz.lyr).

## Literatur

**ARE (2011):** Raumkonzept Schweiz. Entwurf für die tripartite Konsultation. Bundesamt für Raumentwicklung ARE; Schweizerische Eidgenossenschaft; Konferenz der Kantonsregierungen; Schweizerische Bau-, Planungs- und Umweltdirektoren-Konferenz; Schweizerischer Städteverband; Schweizerischer Gemeindeverband. (Entwurf). Online verfügbar unter <http://www.are.admin.ch/themen/raumplanung/00228/00274/index.html?lang=de>, zuletzt geprüft am 12.02.2012.

**AUE (2010):** Beurteilung von Projekten für Kleinwasserkraftwerke (< 10 MW) aus Sicht der Nachhaltigen Entwicklung. Instrument zur Nachhaltigkeitsbeurteilung auf der Stufe Vorprojekt. Testversion Januar 2010. Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern BVE; Amt für Umweltkoordination und Energie AUE. Bern. Online verfügbar unter [http://www.bve.be.ch/bve/de/index/direktion/ueber-diedirektion/dossiers/nachhaltige\\_entwicklungne/nachhaltigkeitsbeurteilung.html](http://www.bve.be.ch/bve/de/index/direktion/ueber-diedirektion/dossiers/nachhaltige_entwicklungne/nachhaltigkeitsbeurteilung.html), zuletzt geprüft am 02.09.2011.

**AWA (2010b):** Wassernutzungsstrategie 2010 des Kantons Bern. Amt für Wasser und Abfall AWA. Bern. Online verfügbar unter <http://www.bve.be.ch/bve/de/index/direktion/ueber-die-direktion/dossiers/wasserstrategie.html>, zuletzt geprüft am 02.09.2011.

**AWA/GBL (2011):** OEKOMORF Ökomorphologie der Fliessgewässer Produktebeschreibung Stufe: J:\. AWA/GBL Kanton Bern. Bern.

**BAFU; BFE; ARE (Hg.) (2011):** Empfehlung zur Erarbeitung kantonaler Schutz- und Nutzungsstrategien im Bereich Kleinwasserkraftwerke. Bern. Online verfügbar unter [www.umwelt-schweiz.ch/ud-1037-d](http://www.umwelt-schweiz.ch/ud-1037-d), zuletzt geprüft am 02.09.2011.

**Batrich, Ch; Truffer, B. (2001):** Ökostrom-Zertifizierung. Konzepte, Verfahren, Kriterien. Greenhydro - Umweltgerechte Wasserkraftnutzung nach EAWAG-Verfahren. (Ökostrom Publikation, Band 6). Online verfügbar unter ISBN 3-905484-05-6.

**Bernotat, D.; Jebram, J.; Gruehn, D.; Kaiser, T.; Krönert, R.; Plachter, H. et al. (2003):** Bewertung. Gelbdruck (Entwurf). In: Plachter, H.; Bernotat, D.; Müssner, R.; Riecken, U. (Hg.): Entwicklung und Festlegung von Methodenstandards im Naturschutz. Ergebnisse einer Pilotstudie. 2. Aufl. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz (Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, 70), S. 357–407.

**BFE (2008):** Richtlinie kostendeckende Einspeisevergütung (KEV). Art. 7a EnG. Kleinwasserkraft Anhang 1.1 EnV. Schweizerische Eidgenossenschaft, Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Energie BFE.

**Bolliger, R.; Zysset, A.; Winiker, M. (2009):** Schutz- und Nutzungsplanung nach Gewässerschutzgesetz. Erfahrungen, Beurteilungskriterien und Erfolgsfaktoren. Herausgegeben von Bundesamt für Umwelt. Bern. (Umwelt- Wissen, 0931). Online verfügbar unter [www.umwelt-schweiz.ch/uw-0931-d](http://www.umwelt-schweiz.ch/uw-0931-d).

**BWG (2001):** Hochwasserschutz an Fliessgewässern. Wegleitung des BWG. Unter Mitarbeit von BAFU, ARE und BLW. Bundesamt für Wasser und Geologie BWG. Biel.

**Constanza, R. (2008):** Ecosystem services: Multiple classification systems are needed. In: Biological Conservation, Jg. 141, H. 2, S. 350–352.

**Constanza, R.; d'Age, R.; de Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R.; Paruelo, J.; Raskin, R.; Sutton, P.; van den Belt, M. (1997):** The value of the world's ecosystem services and natural capital. In: Nature, H. 387, S. 253–260.

**de Groot, R.; Wilson, M. A.; Boumas, R. M. J. (2002):** A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. In: Ecological Economics, Jg. 41, H. 3, S. 393–408.

**ESHA (2005):** Umweltverträglichkeit von Kleinwasserkraftwerken. Unter Mitarbeit von Kleinwasserkraft Österreich Studio Frosio. ESHA. Online verfügbar unter [http://www.esha.be/fileadmin/esha\\_files/documents/publications/publications/Brochure\\_DE.pdf](http://www.esha.be/fileadmin/esha_files/documents/publications/publications/Brochure_DE.pdf), zuletzt geprüft am 25.03.2009.

**Hemund, C. (2012):** Methodik zur ganzheitlichen Beurteilung des Kleinwasserkraftpotentials in der Schweiz. Inauguraldissertation, Leiter: Prof. Dr. R. Weingartner. Universität Bern, Geographisches Institut.

**Hirschi, J. (2012):** Ganzheitliche Beurteilung von Gewässer- und Landschaftsräumen. Eine GIS-basierte Methodik zur Identifizierung von Gewässerräumen für eine potentielle Kleinwasserkraftnutzung in der Schweiz. Masterarbeit, Leiter: Prof. Dr. R. Weingartner. Betreut von C. Hemund. Universität Bern, Geographisches Institut.

**Küchler, M.; Ecker, K.; Paccaud, G.; Roulier, Ch; Borgula, A.; Volkart, G. (2011):** Schutzgebiete in der Schweiz. Quantität – Qualität – Überlappungen – Defizite. In: Forum Biodiversität Schweiz (Hg.): Das Schweizer Schutzgebietsnetz.

Biodiversität: Forschung und Praxis im Dialog. Bern (Hotspot, 24), S. 6–16.

**MEA (2005):** Ecosystems and Human Well-being. Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press. Washington DC.

**Pfaundler, M.; Zappa, M. (2006):** Die mittleren Abflüsse über die ganze Schweiz. Ein optimierter Datensatz im 500x500m Raster. Herausgegeben von BAFU und WSL. BAFU; WSL. (Wasser, Energie, Luft, 4), zuletzt geprüft am 12.5.2009.

**Platform Water Management in the Alps (2011):** Common Guidelines for the Use of Small Hydropower in the Alpine Region. Alpine Convention. Innsbruck. Online verfügbar unter [http://www.alpconv.org/documents/Permanent\\_Secretariat/web/library/SHP\\_common\\_guidelines\\_en.pdf](http://www.alpconv.org/documents/Permanent_Secretariat/web/library/SHP_common_guidelines_en.pdf), zuletzt geprüft am 22.06.2011.

**Schweizerischer Bundesrat (2008):** Strategie Nachhaltige Entwicklung: Leitlinien und Aktionsplan 2008–2011. Bericht vom 16. April 2008. Schweizerischer Bundesrat. Bern. Online verfügbar unter <http://www.are.admin.ch/nachhaltigeentwicklung>, zuletzt geprüft am 02.09.2011.

**Staub, C.; Ott, W.; Heusi, F.; Klingler, G.; Jenny, A.; Häckli, M.; Hauser, A. (2011):** Indikatoren für Ökosystemleistungen. Systematik, Methodik und Umsetzungsempfehlungen für eine wohlfahrtsbezogene Umweltberichterstattung. Bundesamt für Umwelt BAFU. Bern. (Umwelt-Wissen, 1102). Online verfügbar unter <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01587/index.html?lang=de>, zuletzt geprüft am 13.04.2011.

**Swissgrid (23.04.2012):** Report KEV Warteliste. Frick. Online verfügbar unter [https://www.guarantee-oforigin.ch/reports/Downloads/statistik\\_DE.pdf](https://www.guarantee-oforigin.ch/reports/Downloads/statistik_DE.pdf), zuletzt geprüft am 23.04.2012.

**United Nations (1987):** 42/187 Report of the World Commission on Environment and Development. United Nations. (General Assembly, A/RES/42/187). Online verfügbar unter <http://www.undocuments.net/a42r187.htm>, zuletzt geprüft am 02.09.2011.

**WaterGISWeb AG (2008):** Erhebung des Kleinwasserkraftpotentials der Schweiz. Ermittlung des hydroelektrischen Potentials für Kleinwasserkraftwerke in der Schweiz. (Jahresbericht).

## Anhang

### Analyseraster

# GEWÄSSERRAUM

## TYP A

### REGULIERENDE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN

Die Indikatoren des Typs A erfassen unterstützende (Nährstoffkreisläufe, Bodenbildung, Primärproduktion, etc) sowie regulierende Ökosystemfunktionen (Klimaregulation, Wasserreinigung, etc).

Komponente	Nr.	Indikator	Messskala	Wert-skala	Datengrundlage
Prioritätsraum	GR_A01	Moore und Moorlandschaften von besonderer Schönheit und nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	9 1	Bundesinventar der Moorlandschaften (BAFU)
	GR_A02	Hochmoore und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	9 1	Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore (BAFU)
	GR_A03	Flachmoore von nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	9 1	Bundesinventar der Flachmoore (BAFU)
	GR_A04	Auengebiete von nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	9 1	Bundesinventar der Auengebiete (BAFU)
	GR_A05	Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	9 1	Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete (BAFU)
	GR_A06	Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	9 1	Wasser- und Zugvogelreservate (BAFU)
	GR_A07	Gewässerstrecken von nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	9 1	Äschen- und Nasenpopulationen (BAFU); Flusskrebspopulationen (CSCF)
	GR_A08	Gewässer mit Vorkommen der vom Aussterben bedrohten Fischarten Roi du Doubs, Sofie, Savetta, Marmorforelle oder Nase	vorhanden nicht vorhanden	9 1	Vorkommen von Roi du Doubs, Sofie, Savetta, Marmorforelle, Nase (CSCF)
	GR_A09	bestehende Nationalparks	vorhanden nicht vorhanden	9 1	Schweizerischer Nationalpark (BAFU)
	GR_A10	Gemäss der Verordnung über die Abgeltung von Einbussen bei der Wasserkraftnutzung geschützte Gebiete (VAEW)	vorhanden nicht vorhanden	9 1	VAEW-Gebiete (BAFU)
Gewässermorphologie und Gewässertyp	GR_A11	Natürlichkeitsgrad der Ökomorphologie	natürlich wenig beeinträchtigt stark beeinträchtigt naturfremd eingedolt	5 4 3 2 1	Abschnittsklassifizierung aus Ökomorphologie Stufe F (BAFU)
	GR_A12	Durchgängigkeit: Künstliche Abstürze	kein Absturz pro 100 m >0 bis ≤1 Abstürze pro 100 m >1 bis ≤2 Abstürze pro 100 m >2 bis ≤3 Abstürze pro 100 m >3 Abstürze pro 100 m	5 4 3 2 1	Abstürze aus Ökomorphologie Stufe F (BAFU)
	GR_A13	Natürlichkeit des Geschiebehaushalts	kein Bauwerk pro 100 m >0 bis ≤1 Bauwerke pro 100 m >1 bis ≤2 Bauwerke pro 100 m >2 bis ≤3 Bauwerke pro 100 m >3 Bauwerke pro 100m	5 4 3 2 1	Bauwerke aus Ökomorphologie Stufe F (BAFU)

		vorhanden	5	Massnahmen zur Verbesserung der Gewässermorphologie, –ökologie und der Vernetzung aus Wasserbauprojekten der kantonalen
GR_A14	bestehende und geplante Renaturierungen und Revitalisierungen		1	Fachstellen für Tiefbau und Fischerei
		nicht vorhanden		
GR_A15	Verdünnungsverhältnisse bei Abwasserreinigungsanlage (ARA)-Einleitungen	<25 % 25 -50 % >50 %	5 3 1	Abwasserreinigungsanlage (BAFU)
GR_A16	Orthophosphat PO <sub>4</sub> -P [mg P/l]	sehr gut: <0.02 gut: 0.02 bis <0.04 mäßig: 0.04 bis <0.06 unbefriedigend: 0.06 bis <0.08 schlecht: ≥0.08	5 4 3 2 1	Qualität der Oberflächengewässer aus der Nationalen Daueruntersuchung der Fliessgewässer (NADUF) des BAFU oder/und Wasserqualitätsmessungen der Kantonalen Abteilung für Wasser
GR_A17	Nitrat NO <sub>3</sub> [mg N/l]	sehr gut: <1.5 gut: 1.5 bis < 5.6 mäßig: 5.6 bis <8.4 unbefriedigend: 8.4 bis <11.2 schlecht: ≥11.2	5 4 3 2 1	Qualität der Oberflächengewässer aus der Nationalen Daueruntersuchung der Fliessgewässer (NADUF) des BAFU oder/und Wasserqualitätsmessungen der Kantonalen Abteilung für Wasser
GR_A18	Ammonium NH <sub>4</sub> [mg N/l]	sehr gut: <0.04 gut: 0.04 bis <0.2 mäßig: 0.2 bis <0.3 unbefriedigend: 0.3 bis <0.4 schlecht: ≥0.4	5 4 3 2 1	Qualität der Oberflächengewässer aus der Nationalen Daueruntersuchung der Fliessgewässer (NADUF) des BAFU oder/und Wasserqualitätsmessungen der Kantonalen Abteilung für Wasser
GR_A19	Gelöster Organischer Kohlenstoff DOC [mg C/l]	sehr gut: <2.0 gut: 2.0 bis < 4.0 mäßig: 4.0 bis <6.0 unbefriedigend: 6.0 bis <8.0 schlecht: ≥8.0	5 4 3 2 1	Qualität der Oberflächengewässer aus der Nationalen Daueruntersuchung der Fliessgewässer (NADUF) des BAFU oder/und Wasserqualitätsmessungen der Kantonalen Abteilung für Wasser
GR_A20	Veränderungen der Wasserführung durch Wasserkraftnutzung (Schwall / Sunk)	Keine Veränderungen durch Wasserkraftnutzung 1 Laufkraft-/Umleitwerk etc. innerhalb 1000m des oberliegenden Gewässers vorhanden ≥2 Laufkraft-/Umleitwerke etc. innerhalb 1'000m des oberliegenden Gewässers vorhanden oder/und ein Speicherkraft-/Pumpwerk innerhalb 20km des oberliegenden Gewässers oder bis zum nächsten See/Ausgleichsbecken vorhanden	5 2 1	Laufkraftwerke, Umwälzwerke, Speicherkraftwerke und Pumpspeicherkraftwerke aus der Statistik der Wasserkraftanlagen (WASTA) des BfE und Wasserkraftanlagen der Kantone
GR_A21	Restwasserstrecken: Anteil Dotierwassermenge an Mindestrestwassermenge [%]	keine Restwasserstrecke Violette Strecke: > 90 % Grüne Strecke: 50 – 90 % Orange Strecke: 10 – 50 % Rote Strecke oder graue Strecke: < 10 % oder Annahme, dass kein Wasser dotiert wird	5 4 3 2 1	Restwasserstrecken von Bernhard Wehrli (EAWAG)

# TYP B

## KULTURELLE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN

Die Indikatoren des Typs B erfassen kulturelle Ökosystemfunktionen (Ästhetik, Erholung, Spiritualität, Pädagogik, etc).

Kompo-nente	Nr.	Indikator	Messskala	Wert-skala	Datengrundlage
Priorität raum	GR_B01	bestehende Naturerlebnispark	vorhanden nicht vorhanden	9 1	Naturerlebnispärke (BAFU)
Erschließen-gung	GR_B02	Erreichbarkeit & Einsehbarkeit: Wegnetzdichte (WnD) von Wegen, Strassen, Eisenbahnlinien und öffentlichen Verkehrslinien pro Gewässerraum [m/m <sup>2</sup> x 100]	sehr gut erreichbar und einsehbar: WnD > 1	5	
			gut erreichbar und einsehbar: WnD ≤ 1 und > 0.75	4	Strassen-, Eisenbahn-, Wanderwegnetz und Netz des öffentlichen Verkehrs aus VEKTOR25 und swissTLM3D der swisstopo oder Verkehrswege der kantonalen Abteilungen für Verkehr
			durchschnittlich gut erreichbar und einsehbar: WnD ≤ 0.75 und > 0.5	3	
			schlecht erreichbar und einsehbar: WnD ≤ 0.5 und > 0.25	2	
			sehr schlecht oder nicht erreichbar und einsehbar: WnD ≤ 0.25	1	
Erlebi-scharakter	GR_B03	Wasserfälle, Höhlen, Schluchten, Bademöglichkeiten und/oder weitere landschaftsästhetische Besonderheiten	vorhanden	5	
			nicht vorhanden	1	Wasserfälle, Höhlen, Schluchten und Schwimmen aus Map+ von TYDAC ( <a href="http://www.mapplus.ch">www.mapplus.ch</a> )
Freizeit und Sport	GR_B04	Angelfischerei (Mittlerer Fang Forellen pro km im Jahr 2005)	>150 Stück	5	
			>100< bis ≤150 Stück	4	
			>50 bis ≤100 Stück	3	Fischfangstatistik Schweiz (BAFU)
			> 0 bis ≤50 Stück	2	
			keine	1	
GR_B05		Wassersport: River Rafting / Kanu / Kajak / Canyoning	vorhanden	5	Kanuland ( <a href="http://map.wanderland.ch">http://map.wanderland.ch</a> ), Paddelstrecken ( <a href="http://www.rivermap.ch">www.rivermap.ch</a> ), Canyoningstrecken ( <a href="http://www.schlucht.ch">www.schlucht.ch</a> , Canyoning-Führer von Brunner & Bétrisey (2001), Baumgartner, Brunner, & Zimmermann (2010), kantonale
			nicht vorhanden	1	

# TYP C

## BEREITSTELLENDE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN

Die Indikatoren des Typs C erfassen bereitstellende Ökosystemfunktionen (Nahrungsmittel, frisches Wasser, Brennstoff, etc).

Komponente	Nr.	Indikator	Messskala	Wert-skala	Datengrundlage		
Prioritärraum	GR_C01	Gewässerschutzzonen S1 & S2	vorhanden nicht vorhanden	9 1	Grundwasserschutzkarte (BAFU)		
	GR_C02	Grundwasserschutzareale	vorhanden nicht vorhanden	9 1			
Rohstoffnutzung	GR_C03	Wasserentnahmen für Wasserkraft oder andere Nutzungen	Entnahmemenge >50 % des Q <sub>347</sub>	5	Restwasserkarte (BAFU)		
			Entnahmemenge <50 % des Q <sub>347</sub> oder unbekannt, aber aus Umweltsicht unbedenklich	4			
Potentielle Wasserkraft			weitere Entnahmen (Entnahmemenge unbekannt)	3			
			keine Wasserentnahmen für Wasserkraft	1			
Risikovorsorge	GR_C04	Spezifische Wasserkraftleistung [kW/m]	sehr hohe Leistung: >3.0 kW/m	5	Spezifische Leistung (WaterGisWeb AG)		
			hohe Leistung: >1.0 bis ≤3.0 kW/m	4			
Risikovorsorge			mittlere Leistung: >0.3 bis ≤1.0 kW/m	3			
			geringe Leistung: >0.1 bis ≤0.3 kW/m	2			
Risikovorsorge			sehr geringe Leistung: 0 bis ≤0.1 kW/m	1			
			keine Gefährdung	5			
Risikovorsorge	GR_C05	Synoptische Gefahrenkarte: Sturz-, Lawinen-, Rutsch-, Wasser- und Einsturzgefahren	Flächenanteil der Restgefährdung überwiegt (gelb schraffierte Zone)	4	Synoptische Gefahrenkarte aus den kantonalen Naturgefahrenkarten oder Gefahrenhinweiskarte		
			Flächenanteil der geringen Gefährdung überwiegt (gelbe Zone)	3			
Risikovorsorge			Flächenanteil der mittleren Gefährdung überwiegt (blaue Zone)	2			
			Flächenanteil der erheblichen Gefährdung überwiegt (rote Zone)	1			

# LANDSCHAFTSRAUM

## TYP A

### REGULIERENDE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN

Die Indikatoren des Typs A erfassen unterstützende (Nährstoffkreisläufe, Bodenbildung, Primärproduktion, etc) sowie regulierende Ökosystemfunktionen (Klimaregulation, Wasserreinigung, etc).

Komponente	Nr.	Indikator	Messskala	Wert-skala	Datengrundlage
geschützte Lebensräume und Objekte	LR_A01	Moore und Moorlandschaften von besonderer Schönheit und nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Bundesinventar der Moorlandschaften (BAFU)
	LR_A02	Hochmoore und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore (BAFU)
	LR_A03	Flachmoore von nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Bundesinventar der Flachmoore (BAFU)
	LR_A04	Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete (BAFU)
	LR_A05	Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Bundesinventar der Trockenwiesen und -weiden (BAFU)
	LR_A06	*Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (BAFU)
	LR_A07	bestehende und geplante Nationalpärke	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Schweizer Nationalpärke (BAFU)
	LR_A08	bestehende und geplante Regionale Naturpärke	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Regionale Naturpärke (BAFU)
	LR_A09	Eidgenössische Jagdbanngebiete	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Eidgenössische Jagdbanngebiete (BAFU)
	LR_A10	*kantonale Naturschutzgebiete	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Kantonale Naturschutzgebiete der kantonalen Abteilungen für Naturschutz
	LR_A11	Ramsar-Gebiete	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Ramsar-Gebiete (BAFU)
	LR_A12	*Smaragd-Gebiete	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Smaragd-Gebiete (BAFU)
	LR_A13	UNESCO Biosphärenreservate	vorhanden nicht vorhanden	1 0	UNESCO Biosphärenreservate (BAFU)
	LR_A14	*UNESCO Weltnaturerbe-Gebiete	vorhanden nicht vorhanden	1 0	UNESCO Weltnaturerbe-Gebiete (UNESCO)
	LR_A15	*Rechtskräftige Schutz- und Nutzungsplanung	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Schutz- und Nutzungsplanung nach Gewässerschutzgesetz (BAFU 2009)
	LR_A16	Waldreservate	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Waldreservate der kantonalen Abteilungen für Wald
	LR_A17	Kantonale Inventare und Vertragsnaturschutz: seltene Waldgesellschaften, geschützte botanische und geologische Objekte, etc. sowie vertraglich geschützte Trockenstandorte,	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Kantonale Inventare und vertraglich geschützte Flächen der kantonalen Abteilungen für Naturschutz

Biodiversität	LR_A18	BDM; modellierter Artenreichtum: vaskuläre Pflanzen [Arten / km <sup>2</sup> ] (modellierte Vorhersage; Gefäßpflanzen)	grosse Anzahl: ≥243 bis ≤365	1	Biodiversitätsmonitoring vaskulärer Pflanzen (WSL)
			geringe-mittlere Anzahl an Arten: ≤242	0	
Vernetzung	LR_A19	Rote Liste Arten, prioritäre Arten oder Arten mit APN-Schutzstatus (Fauna): Säugetiere, Fische, Krebstiere, Rundmäuler, Amphibien, Reptilien, Weichtiere, Insekten und Brutvögel.	eine Art der Kategorie Critically Endangered (CR), Endangered (EN), Vulnerable (VU) oder eine prioritäre Art der Klasse 1, 2, 3 oder eidgenössisch geschützte Art (APN) der Klasse 2, 2a, 3 vorhanden	1	Rote Liste Arten, prioritäre Arten, APN Arten (CSCF und Schweizerische Volgewarte Sempach)
			keine Rote Liste, prioritäre oder nach APN geschützte Arten vorhanden	0	
Bodenbedeckung	LR_A20	Fliessgewässer/Seen oder Feuchtgebiete gemäss REN	Kerngebiet, Ausbreitungsgebiet, Kontinuum oder ökologischer Korridor vorhanden	1	Nationales ökologisches Netzwerk (BAFU)
			kein Vernetzungselement vorhanden (Insel)	0	
	LR_A21	Zerschneidung der Landschaft	keine Zerschneidung des Landschaftsraums durch Strassen und Schienen	1	Strassen-, Eisenbahnenetz und Netz des öffentlichen Verkehrs aus VEKTOR25 und swissTLM3D der swisstopo oder Verkehrswege der kantonalen Abteilungen für Verkehr
			Strassen und Schienen zerschneiden den Landschaftsraum	0	
	LR_A22	Waldflächen	Wald macht mehr als 30 % des Landschaftsraums aus	1	
			Wald macht weniger als 30 % des Landschaftsraums aus	0	Wald aus VECTOR25 der swisstopo

\*Kriterium kann zum Ausschluss führen, d.h. weitere Abklärungen sind nötig (z.B. Einbezug des Schutzbeschlusses)

# TYP B

## KULTURELLE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN

Die Indikatoren des Typs B erfassen kulturelle Ökosystemfunktionen (Ästhetik, Erholung, Spiritualität, Pädagogik, etc).

Kompo-nente	Nr.	Indikator	Messskala	Wert-skala	Datengrundlage
Landschaft	LR_B01	bestehende und geplante Naturerlebnispärke	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Naturerlebnispärke (BAFU)
	LR_B02	*UNESCO Weltkulturerbe-Gebiete	vorhanden nicht vorhanden	1 0	Weltkulturerbe-Gebiete (UNESCO)
Freizeit und Sport	LR_B03	markierte Wanderwege	Wanderwege vorhanden keine Wanderwege vorhanden	1 0	Kantonales Wander routennetz oder Wanderwege von swissTLM3D der swisstopo
	LR_B04	markierte Velorouten	Veloweg vorhanden keine Veloweg vorhanden	1 0	Kantonales Veloroutennetz oder Veloland, Mountainbikeland und Skatingland der Stiftung Schweiz Mobil
Erlebnis- charakter	LR_B05	Infrastruktur zur Erholungsnutzung: Restaurants, Bars, Cafés, Hotels, Hütten, Camping, Botanische Gärten, Feuerstellen, Spielplätze, Sitzbänke, Zoos, Lehrpfade, Freibäder, Badelandschaften, Seil-Pärke, Vita-Parcours, Reitstrecken, etc.	Infrastruktur zur Erholungsnutzung vorhanden keine Infrastruktur zur Erholungsnutzung vorhanden	1 0	Bars, Cafés, Hotels, Restaurants, Feuerstellen und Spielplätze aus search.ch ( <a href="http://map.search.ch">http://map.search.ch</a> ) und Points of Interest aus Map+ ( <a href="http://www.mapplus.ch">www.mapplus.ch</a> ) sowie Daten aus kantonalen Richtplänen
	LR_B06	Einsehbarkeit	Landschaftsraum ist von Aussichtspunkten einsehbar Landschaftsraum ist von Aussichtspunkten nicht einsehbar	1 0	Aussichtslagen kantonaler Richtpläne, Aussichtspunkte aus Map+ ( <a href="http://www.mapplus.ch">www.mapplus.ch</a> ), Aussichtstürme aus Vektor25 der swisstopo
kulturhistorische Landschafts-inventare	LR_B07	Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS)	ein historischer Verkehrslauf oder mindestens ein wegbegleitendes Element vorhanden keine historische Verkehrsverläufe oder wegbegleitende Elemente vorhanden	1 0	Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (Astra)
	LR_B08	Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (ISOS)	ein schützenswertes Ortsbild vom Landschaftsraum aus sichtbar keine schützenswerten Ortsbilder vom Landschaftsraum aus sichtbar	1 0	Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (BAFU)
Boden-nutzung	LR_B09	Schweizerisches Inventar der Kulturgüter von nationaler Bedeutung (KGS)	ein Kulturgut vom Landschaftsraum aus sichtbar keine Kulturgüter vom Landschaftsraum aus sichtbar	1 0	Schweizerisches Inventar der Kulturgüter von nationaler Bedeutung (BABS)
	LR_B10	Wohn- und Ferienhäuser	Wohn- und Ferienhauszonen machen mehr als 10 % des Landschaftsraums aus Wohn- und Ferienhauszonen machen weniger als 10 % des Landschaftsraums aus	1 0	Wohn- und Ferienhauszonen aus kantonalen Zonenplänen oder Wohnzonen aus Bauzonen Schweiz (ARE)
Tourismus	LR_B11	touristische Infrastruktur: Seil- und Gondelbahnen, Skipisten, Loipen, Golfanlagen, Schiffslinien, Rodelbahnen, Pferderennbahnen, etc.	Infrastrukturen für den Tourismus vorhanden keine Infrastrukturen für den Tourismus vorhanden	1 0	Skipisten, Loipen aus den kantonalen Zonen- und Richtplänen; Schiffslinien der kantonalen Abteilung für öffentlichen Verkehr; Seilbahnen und Skilifte aus Vektor25 der swisstopo

**Lärmschutz**

LR_B12	Eisenbahnlärm am Tag	mehr als 50 % des Landschaftsraums weist eine Lärmbelastung von ≤55 dB auf	1	SonBase - die GIS-Lärmdatenbank der Schweiz (BAFU)
		mehr als 50 % des Landschaftsraums weist eine Lärmbelastung von >55 dB auf	0	
LR_B13	Strassenlärm am Tag	mehr als 50 % des Landschaftsraums weist eine Lärmelastung von ≤55 dB auf	1	SonBase - die GIS-Lärmdatenbank der Schweiz (BAFU)
		mehr als 50 % des Landschaftsraums weist eine Lärmelastung von >55 dB auf	0	
LR_B14	Fluglärm am Tag	mehr als 50 % des Landschaftsraums weist eine Lärmelastung von ≤55 dB auf	1	SonBase - die GIS-Lärmdatenbank der Schweiz (BAFU)
		mehr als 50 % des Landschaftsraums weist eine Lärmelastung von >55 dB auf	0	

\*Kriterium kann zum Ausschluss führen, d.h. weitere Abklärungen sind nötig (z.B. Einbezug des Schutzbeschlusses)

# TYP C

## BEREITSTELLENDE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN

Die Indikatoren des Typs C erfassen bereitstellende Ökosystemfunktionen (Nahrungsmittel, frisches Wasser, Brennstoff, etc).

Komponente	Nr.	Indikator	Messskala	Wert-skala	Datengrundlage
Rohstoffnutzung	LR_C01	Abbau und Deponie	Abbau- und Deponiestandorte sind vorhanden Keine Abbau- und Deponiestandorte vorhanden	1 0	Abbau- und/oder Ablagerungszonen aus den kantonalen Zonenplänen
	LR_C02	Abwasserreinigungsanlage (ARA)	vorhanden nicht vorhanden	1 0	
Bodeneignung	LR_C03	technische Infrastruktur: Bauzonen oder sonstige (touristische) Bauten/Anlagen, die auf vorhandene technische Infrastruktur schliessen lassen (z.B. Seilbahn, Skilift, Strassen, Bahn, Stromleitungen)	technische Infrastrukturen vorhanden keine technischen Infrastrukturen vorhanden	1 0	Bauzonen der kantonalen Zonenpläne oder Bauzonen des ARE; Seilbahnen, Skilifte, Strassen-, Eisenbahnnetz und Netz des öffentlichen Verkehrs aus Vektor25 und swisstopo oder Verkehrswege der kantonalen Abteilungen für Verkehr
	LR_C04	Wasserkraftgemeinde (Steuereinnahmen aus Wasserkraft)	Landschaftsraum liegt innerhalb einer Wasserkraftgemeinde Landschaftsraum liegt ausserhalb Wasserkraftgemeinde	1 0	
Bodenutzung	LR_C05	Industrie und Gewerbe: Mischzonen, Kernzone städtisch, Arbeitszone, Zone für öffentliche Nutzung und Zone für militärische Nutzung	Industrie und Gewerbe machen mehr als 10 % des Landschaftsraums aus Industrie und Gewerbe machen weniger als 10 % des Landschaftsraums aus	1 0	Mischzonen, Kernzone städtisch, Arbeitszone, Zone für öffentliche Nutzung, Zone für militärische Nutzung, etc. aus kantonalen Zonenplänen oder Arbeitszone, Mischzone, Zonen für öffentliche Nutzungen, Verkehrszenen und weitere Bauzonen aus Bauzonen Schichten des ARE
	LR_C06	Landwirtschaftsflächen	Landwirtschaftsflächen machen mehr als 30 % des Landschaftsraums aus Landwirtschaftsflächen machen weniger als 30 % des Landschaftsraums aus	1 0	

## Datenerhebung im GIS

# GEWÄSSERRAUM

## TYP A

### REGULIERENDE ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN

Abk.	Indikator	Komponente
GR_A01_Moore	Moore und Moorlandschaften von besonderer Schönheit und nationaler Bedeutung	Prioritätsraum

#### Beschreibung

Moore sind nasse Lebensräume mit erschwertem Wasserabfluss. Sie sind luft- und sauerstoffarm, wodurch Pflanzenreste nicht vollständig abgebaut werden können. Mit den Jahren bildet sich Torf, aus welchem die Moorböden bestehen. Darauf kommen nur äusserst spezialisierte und charakteristische Pflanzenarten vor wie beispielsweise das Torfmoos. Mehrere Moore, die zusammen eine Landschaft prägen, bezeichnet man als eine Moorlandschaft (WSL 2005).

Moore und Moorlandschaften von besonderer Schönheit und gesamtschweizerischer Bedeutung sind seit der Volksabstimmung zur Annahme des „Rothenthurm-Artikels“ von 1987 in der Bundesverfassung Art. 78 zum Natur- und Heimatschutz Abs. 5 geschützt. Es dürfen darin weder Anlagen gebaut noch Bodenveränderungen vorgenommen werden. Ausgenommen sind Einrichtungen, die dem Schutz oder der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung der Moore und Moorlandschaften dienen (NHG, 1966).

Messskala	Werteskala
vorhanden	9
nicht vorhanden	1

#### Daten

Datengrundlage: Bundesinventar der Moorlandschaften (BAFU)

Datensatz: GR\_A01\_Moore\_BAFU07.shp

Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer  
GR\_A01\_Moore\_BAFU07.shp → OK.
2. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A01\_Moore → Field Calculator → GR\_A01\_Moore\_BAFU07.shp = 9 → OK. Alle GR, die in einem Moor oder Moorlandschaft vorkommen, erhalten den Wert 9. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR\_A01\_Moore = 1 → OK. Alle GR, die außerhalb eines Moors oder Moorlandschaft liegen, erhalten den Wert 1.

Abk.	Indikator	Komponente
GR_A02_HM	Hochmoore und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung	Prioritätsraum

#### Beschreibung

Die Bildung eines Hochmoores ist ein sehr langsamer Prozess, der über Jahrhunderte bis Jahrtausende dauert. Durch die Bildung von Torfmoosen und durch die Torfbildung hebt sich die Oberfläche eines Hochmoors über den Grundwasserspiegel (WSL 2005). „Die lebende Vegetationsschicht wird immer weiter in die Höhe geschoben, bis die Pflanzen den Kontakt mit dem Grundwasser verlieren. Weil die Zufuhr von Nährstoffen in intakten Hochmooren nur noch über das Regenwasser und über die Luft erfolgt, gehört dieser Moortyp zu den nährstoffärmsten Lebensräumen Mitteleuropas (Klaus 2007: 17).“

Gemäss Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG, 1966) Artikel 18a Absätze 1 und 3 sind Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung geschützt. In der Hochmoorverordnung (1991), Artikel 4 steht, dass die Objekte ungeschmälert erhalten werden müssen.

Messskala	Wertskala
vorhanden	9
nicht vorhanden	1
<b>Daten</b>	
Datengrundlage: Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore (BAFU)	
Datensatz:	GR_A02_HM_BAFU08.shp
Attribut:	-
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>	
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.	
<b>Erhebung im GIS</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from GR_XX that intersect the features in this layer GR_A02_HM_BAFU08.shp → OK.</li> <li>2. Attribute Table von GR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR_A02_HM → Field Calculator → GR_A02_HM = 9 → OK. Alle GR, die in einem Hoch- oder Übergangsmoor vorkommen, erhalten den Wert 9. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR_A02_HM = 1 → OK. Alle GR, die ausserhalb eines Hoch- und Übergangsmoores sind, erhalten den Wert 1.</li> </ol>	

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_A03_FM</b>	<b>Flachmoore von nationaler Bedeutung</b>	<b>Prioritätsraum</b>
<b>Beschreibung</b>		
„Im Gegensatz zu den Hochmooren werden Flachmoore nicht nur durch das Regenwasser nass gehalten, sondern auch durch Grundwasser, Hangwasser oder temporäre Überflutungen. Mit dem mineralhaltigen Wasser gelangen Nährstoffe in das Ökosystem. Dadurch sind Flachmoore etwas nährstoffreicher als die Hochmoore (Klaus 2007).“		
Gemäss Natur- und Heimatschutzgesetz (1996) Artikel 18a Absätze 1 und 3 sind Flachmoore von nationaler Bedeutung geschützt. In der Flachmoorverordnung (1994) Artikel 4 steht, dass die Objekte ungeschmälert erhalten werden müssen.		
Messskala	Wertskala	
vorhanden	9	
nicht vorhanden	1	
<b>Daten</b>		
Datengrundlage: Bundesinventar der Flachmoore (BAFU)		
Datensatz:	GR_A03_FM_BAFU07.shp	
Attribut:	-	
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from GR_XX that intersect the features in this layer GR_A03_FM_BAFU07.shp → OK.</li> <li>2. Attribute Table von GR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR_A03_FM → Field Calculator → GR_A03_FM = 9 → OK. Alle GR, die in einem Flachmoor vorkommen, erhalten den Wert 9. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR_A03_FM = 1 → OK. Alle GR, die ausserhalb eines Flachmoors sind, erhalten den Wert 1.</li> </ol>		

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_A04_Auen</b>	<b>Auengebiete von nationaler Bedeutung</b>	<b>Prioritätsraum</b>
<b>Beschreibung</b>		
Auen sind jene Bereiche von Flüssen und Seen, die periodisch oder episodisch von Wasser überflutet werden. Sie weisen eine grosse Dynamik auf, welche durch Überschwemmungen, Kiesumlagerungen und –ablagerungen sowie Erosionsprozesse gekennzeichnet sind und bilden einen wichtigen Lebensraum für Flora und Fauna.		
Gemäss Natur- und Heimatschutzgesetz (1966) Artikel 18a Absätze 1 und 3 sind Auengebiete von nationaler Bedeutung geschützt. Laut Artikel 4 Absatz 2 über den Schutz der Auengebiete von nationaler Bedeutung (1966) ist ein Abweichen vom Schutzziel nur zulässig für unmittelbar standortgebundene Vorhaben, die einem		

überwiegenden öffentlichen Interesse von ebenfalls nationaler Bedeutung dienen.

Messskala	Wertskala
vorhanden	9
nicht vorhanden	1

#### Daten

Datengrundlage: Bundesinventar der Auengebiete (BAFU)

Datensatz: GR\_A04\_Auen\_BAFU07.shp

Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer  
GR\_A04\_Auen\_BAFU07.shp → OK.
2. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A04\_Auen → Field Calculator → GR\_A04\_Auen = 9 → OK. Alle GR, die in einem Auengebiet vorkommen, erhalten den Wert 9. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR\_A04\_Auen = 1 → OK. Alle GR, die ausserhalb eines Auengebiets sind, erhalten den Wert 1.

Abk.	Indikator	Komponente
GR_A05_ALG	Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung	Prioritätsraum

#### Beschreibung

„Die Amphibien sind die am stärksten gefährdete Tiergruppe der Schweiz: Insgesamt 70 % der einheimischen Arten stehen auf der Roten Liste. Alle in der Schweiz vorkommenden Arten sind mit Ausnahme des Alpensalamanders für ihre Fortpflanzung auf Gewässer angewiesen.“ Das Inventar der Amphibienlaichgebiete umfasst verschiedene Gewässer- und Feuchtgebietstypen wie Tümpel, Weiher, Teiche, Feuchtwiesen, grössere Feuchtgebietskoplexe in Flachmooren, Auen und Grubenbiotope (BAFU 08.01.2010c).

Gemäss Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG, 1966) Artikel 18a Absätze 1 und 3 sind Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung geschützt. Laut Artikel 7 Absatz 1 der Verordnung über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (AlgV, 2001) ist ein Abweichen vom Schutzziel ortsfester Objekte nur zulässig für standortgebundene Vorhaben, die einem überwiegend öffentlichen Interesse von ebenfalls nationaler Bedeutung dienen.

Messskala	Wertskala
vorhanden	9
nicht vorhanden	1

#### Daten

Datengrundlage: Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete (BAFU)

Datensatz: GR\_A05\_ALG\_BAFU07.shp

Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer  
GR\_A05\_ALG\_BAFU07.shp → OK.
2. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A05\_ALG → Field Calculator → GR\_A05\_ALG = 9 → OK. Alle GR, die in einem Amphibienlaichgebiet vorkommen, erhalten den Wert 9. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR\_A05\_ALG = 1 → OK. Alle GR, die ausserhalb eines Amphibienlaichgebiets sind, erhalten den Wert 1.

Abk.	Indikator	Komponente
GR_A06_WZV	Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung	Prioritätsraum

#### Beschreibung

Jedes Jahr überwintern hunderttausende von Wasser- und Zugvögel in Schweizer Gewässern. Viele dieser Vögel ziehen im Oktober aus den Brutgebieten im Norden und Osteuropas in die Schweiz und verlassen diese im Frühling wieder. In Erkenntnis dieser internationalen Bedeutung hat der Bundesrat 1974 die Ramsarkonvention (Übereinkommen über Gewässer und Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung) unterzeichnet. Damit hat sich die Schweiz verpflichtet entsprechende Schutzmassnahmen zu treffen. 1991 entstand die Wasser- und Zugvogelreservatsverordnung (WZW, 1991), mit welcher Gebiete mit hohen Dichten und grosser Artenvielfalt vor verschiedenen Störungen geschützt werden können (BAFU 08.01.2010b).

Laut Artikel 6 Absatz 1 der Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung (WZW, 1991) erfordern andere Interessen als die Schutzziele eine Interessensabwägung. Dies kommt laut der *Empfehlung zur Erarbeitung kantonaler Schutz- und Nutzungsstrategien im Bereich Kleinwasserkraftwerke* des Bundes (BAFU et al. 2011) einem Ausschluss für Kleinwasserkraftwerke gleich.

Messskala	Wertskala
vorhanden	9
nicht vorhanden	1

#### Daten

Datengrundlage: Wasser- und Zugvogelreservate (BAFU)

Datensatz: GR\_A06\_WZV\_BAFU09.shp

Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer  
GR\_A06\_WZV\_BAFU09.shp → OK.
2. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A06\_WZV → Field Calculator → GR\_A06\_WZV = 9 → OK. Alle GR, die in einem Wasser- und Zugvogelreservat vorkommen, erhalten den Wert 9. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR\_A06\_WZV = 1 → OK. Alle GR, die außerhalb eines Wasser- und Zugvogelreservats sind, erhalten den Wert 1.

Abk.	Indikator	Komponente
GR_A07_Gewas	Gewässerstrecken von nationaler Bedeutung	Prioritätsraum

#### Beschreibung

Für den fischereilichen Artenschutz werden Gewässerstrecken von nationaler Bedeutung ausgeschieden. Diese zeigen auf, wo besondere Anstrengungen für die Lebensraumerhaltung notwendig sind. Folgende Populationen werden dabei berücksichtigt (BAFU 08.01.2010a):

- Äschenpopulationen von nationaler Bedeutung
- Nasenpopulationen von nationaler Bedeutung
- Krebspopulationen von nationaler Bedeutung

Messskala	Wertskala
vorhanden	9
nicht vorhanden	1

#### Daten

Datengrundlage: Äschen- und Nasenpopulationen (BAFU); Flusskrebspopulationen (CSCF)  
GR\_A07\_RoteListeFlusskrebse\_CSCF11.shp, Nasenlaichplaetze\_BAFU02.shp,

Datensatz: Aeschen\_kernzone\_BAFU02.shp, Aeschen\_laichplatz\_BAFU02.shp,  
Aeschen\_larven\_BAFU02.shp, Aeschen\_verbreitung\_BAFU02.shp

Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer  
GR\_A07\_RoteListeFlusskrebse\_CSCF11.shp → OK. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A07\_Gewas → Field Calculator → GR\_A07\_Gewas = 9 → OK. Alle GR, die eine Flusskrebse enthalten, erhalten den Wert 9.
2. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer ,

- Nasenlaichplaetze\_BAFU02.shp → OK. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A07\_Gewas → Field Calculator → GR\_A07\_Gewas = 9 → OK. Alle GR, die Nasenlaiplätze enthalten, erhalten den Wert 9.
3. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer Aeschen\_kernzone\_BAFU02.shp → OK. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A07\_Gewas → Field Calculator → GR\_A07\_Gewas = 9 → OK. Alle GR, die eine Kernzone der Äschen sind, erhalten den Wert 9.
  4. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer Aeschen\_laichplatz\_BAFU02.shp → OK. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A07\_Gewas → Field Calculator → GR\_A07\_Gewas = 9 → OK. Alle GR, die einen Laichplatz für Äschen sind, erhalten den Wert 9.
  5. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer, Aeschen\_larven\_BAFU02.shp → OK. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A07\_Gewas → Field Calculator → GR\_A07\_Gewas = 9 → OK. Alle GR, die Äschen Larven enthalten, erhalten den Wert 9.
  6. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer Aeschen\_verbreitung\_BAFU02.shp → OK. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A07\_Gewas → Field Calculator → GR\_A07\_Gewas = 9 → OK. Alle GR, die eine Äschenverbreitungsstrecke sind, erhalten den Wert 9.
  7. Select by Attributes → Select from GR\_A07\_Gewas where: GR\_A07\_Gewas = 9. Im Attribute Table → Options → Switch Selection → Field Calculator → GR\_A07\_Gewas = 1 → OK. Alle GR, die keine Gewässerstrecke von nationaler Bedeutung sind, erhalten den Wert 1.
- 

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_A08_Fisch</b>	<b>Gewässer mit Vorkommen der vom Aussterben bedrohten Fischarten</b>	<b>Prioritätsraum</b>

#### Beschreibung

In der Komponente *vom Aussterben bedrohte (CR)* Fischarten finden sich Arten, die entweder

- einen sehr starken Rückgang der Bestandessgrößen (>80 %) innerhalb der letzten 10 Jahre oder von drei Generationen zeigen
- oder Arten mit geringerem Rückgang, der jedoch kombiniert ist mit einem fragmentierten Areal und einem kleinen Verbreitungsgebiet oder einem sehr kleinen effektiv besiedelten Gebiet.

Insgesamt mussten 6 Arten der einheimischen Fische als vom Aussterben bedroht eingestuft werden. Dies sind die Moorgrundel, Roi du Doubs, Sofie, Savetta, Marmorforelle und Nase (Kirchhofer et al. 2007: 21).

Laut der *Empfehlung zur Erarbeitung kantonaler Schutz- und Nutzungsstrategien im Bereich Kleinwasserkraftwerke* des Bundes (BAFU et al. 2011) erlaubt die Situation der Rote Liste Arten mit dem Status *vom Aussterben bedroht* keine zusätzliche Beeinträchtigung.

Messskala	Werteskala
vorhanden	9
nicht vorhanden	1

#### Daten

Datengrundlage: Vorkommen von Marmorforelle, Roi du Doubs, Sofie, Savetta, Moorgrundel, Nase (CSCF)

Datensatz: GR\_A08\_Fisch\_CSCF11.shp

Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer GR\_A08\_Fisch\_CSCF11.shp → OK.
2. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A08\_Fisch → Field Calculator → GR\_A08\_Fisch = 9 → OK. Alle GR, die sich mit dem Vorkommen einer Fischart schneiden, erhalten den Wert 9. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR\_A08\_Fisch = 1 → OK. Alle GR, die keine Fischarten enthalten, erhalten den Wert 1.

Abk.	Indikator	Komponente						
<b>GR_A09_NP</b>	<b>bestehende Nationalpärke</b>	<b>Prioritätsraum</b>						
<b>Beschreibung</b>								
Ein Nationalpark ist ein grösseres Gebiet, das der einheimischen Tier- und Pflanzenwelt unberührte Lebensräume bietet und eine freie Entwicklung von Natur und Landschaft ermöglicht. Er dient auch Erholungssuchenden, der Umweltbildung sowie der wissenschaftlichen Forschung. Es wird zwischen der Kern- und der Umgebungszone unterschieden (BAFU 2010i).								
Ziele für die Kernzone sind:								
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ der Schutz der natürlichen Prozesse und Verhinderung von Eingriffen, welche diese Prozesse beeinträchtigen sowie</li> <li>▪ die Koordination und Überwachung der menschlichen Tätigkeiten, die in der Kernzone vorgesehen sind.</li> </ul>								
Ziele für die Umgebungszone sind:								
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Erhaltung der Natur- und Landschaftswerte und die Verbesserung der Pufferwirkung der Umgebungszone sowie</li> <li>▪ die Förderung der nachhaltigen Nutzung von natürlichen Ressourcen (nachhaltiger Tourismus, erneuerbare Energien, nachhaltige Mobilität, regionale Produkte)</li> </ul>								
Der einzige in der Schweiz bestehende Nationalpark ist kein typischer Vertreter seiner Art. Er ist ein striktes Naturreservat und basiert nicht auf dem Natur- und Heimatschutzgesetz, sondern ist in einem eigenen Gesetz geregelt – dem Nationalparkgesetz (Toscan 2011: 9).								
Gemäss Nationalparkgesetz Artikel 1 (Nationalparkgesetz, 1980) ist der Schweizerische Nationalpark im Engadin und Münstertal im Kanton Graubünden ein Reservat, in dem die Natur vor allen menschlichen Eingriffen geschützt und namentlich die gesamte Tier- und Pflanzenwelt ihrer natürlichen Entwicklung überlassen wird. Es sind nur Eingriffe gestattet, die unmittelbar der Erhaltung des Parks dienen. Gemäss Artikel 17 Abs. 1 Bst. d der Pärkeverordnung (PÄV, 2007) ist das Erstellen von Bauten und Anlagen sowie die Vornahme von Bodenveränderungen in der Kernzone ausgeschlossen.								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Messskala</th> <th>Wertskala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>vorhanden</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>nicht vorhanden</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Messskala	Wertskala	vorhanden	9	nicht vorhanden	1
Messskala	Wertskala							
vorhanden	9							
nicht vorhanden	1							
<b>Datengrundlage</b>								
Datengrundlage: Schweizerischer Nationalpark (BAFU)								
Datensatz: GR_A09_Nationalpark_BAFU01.shp								
Attribut: -								
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>								
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.								
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>								
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from GR_XX that intersect the features in this layer GR_A09_Nationalpark_BAFU01.shp → OK.</li> <li>2. Attribute Table von GR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR_A09_NP → Field Calculator → GR_A09_NP = 9 → OK. Alle GR, die im Schweizer Nationalpark vorkommen, erhalten den Wert 9. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR_A09_NP = 1 → OK. Alle GR, die nicht im Schweizer Nationalpark vorkommen, erhalten den Wert 1.</li> </ol>								

Abk.	Indikator	Komponente						
<b>GR_A10_VAEW</b>	<b>Gemäss der Verordnung über die Abgeltung von Einbussen bei der Wasserkraftnutzung geschützte Gebiete</b>	<b>Prioritätsraum</b>						
<b>Beschreibung</b>								
Die Verordnung regelt die Ausrichtung von Ausgleichsbeiträgen zur Abgeltung erheblicher Einbussen der Wasserkraftnutzung, die ein Gemeinwesen infolge Erhaltung und Unterschutzstellung einer schützenswerten Landschaft von nationaler Bedeutung erleidet. Als schützenswert gilt dabei eine Landschaft, der nationale Bedeutung im Sinne des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz zukommt (VAEW, 1995: Art. 1&3). Eine Wasserkraftnutzung ist in diesen Gebieten gemäss Gesetz ausgeschlossen (BAFU et al. 2011: 14).								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Messskala</th> <th>Wertskala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>vorhanden</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>nicht vorhanden</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Messskala	Wertskala	vorhanden	9	nicht vorhanden	1
Messskala	Wertskala							
vorhanden	9							
nicht vorhanden	1							

### Datengrundlage

Datengrundlage: VAEW-Gebiete (BAFU)  
Datensatz: GR\_A10\_VAEW\_BAFU07.shp  
Attribut: -

### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer GR\_A10\_VAEW\_BAFU07.shp → OK.
2. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A10\_VAEW → Field Calculator → GR\_A10\_VAEW = 9 → OK. Alle GR, die in einem VAEW-Gebiet vorkommen, erhalten den Wert 9. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR\_A10\_VAEW = 1 → OK. Alle GR, die nicht in einem VAEW-Gebiet vorkommen, erhalten den Wert 1.

Abk.	Indikator	Komponente
GR_A11_OEM	Natürlichkeitsgrad der Ökomorphologie	Gewässermorphologie und Gewässertyp

### Beschreibung

Wie natürlich ein Gewässer ist, kann mit der ökomorphologischen Kartierung Stufe F (flächendeckend) des Modul-Stufen-Konzepts des Bundes aufgezeigt werden (Hütte und Niederhauser 1998). Dabei wird die Gesamtheit der strukturellen Gegebenheiten im und am Gewässer erfasst. Die Kartierung beinhaltet folgende Parameter:

- die Sohlenbreite
- Variabilität der Wasserspiegelbreite
- die Verbauung der Sohle
- die Verbauung des Böschungsfusses
- die Breite und Beschaffenheit des Uferbereichs

Die Merkmale werden klassifiziert und führen zu folgenden fünf Ökomorphologie-Wertskalen:

- Klasse 1: natürlich/ naturnah
- Klasse 2: wenig beeinträchtigt
- Klasse 3: stark beeinträchtigt
- Klasse 4: naturfremd / künstlich
- Klasse 5: eingedolt

### Messskala

### Wertskala

Die Ökomorphologie-Klassen können in umgekehrter Weise direkt übernommen werden. Ein natürlicher Abschnitt erhält den Wert 5, während eingedolte Gewässerabschnitte die kleinste Bewertung erhalten (Wert 1).

natürlich	5
wenig beeinträchtigt	4
stark beeinträchtigt	3
naturfremd	2
Eingedolt	1

### Daten

Datengrundlage: Abschnittsklassifizierung aus Ökomorphologie Stufe F (BAFU)  
Datensatz: GR\_A11\_OEM\_BAFU08.shp  
Attribut: OEKOMKLASS

### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

### Manuelle Erhebung im GIS

1. Identity (Analysis Tool) öffnen und folgendermassen ausfüllen
  - Input Features: GR\_XX
  - Identity Features: GR\_A11\_OEM\_BAFU08.shp

- Output Feature Class: XX.gdb\Zwischenergebnisse\GR\_A11\_Identity
  - JoinAttributes: ALL
2. r.MaTa auf GR\_A11\_Identity → Open Attribute Table → Options → Export → GR\_A11\_Identity.txt → OK.
  3. GR\_A11\_Identity.txt mit Tabstop und Semikolon getrennt in ein Excel importieren, alle Spalten löschen ausser ObjektID und Shape\_Length und als GR\_A11\_Identity.xls abspeichern.
  4. Im Excel diese Zeilen löschen, die keine ObjektID haben oder eine ObjektID von -1 aufweisen. Mittels Pivot Tabelle alle Shape\_Length summieren, die die gleiche ObjektID haben und dieselbe OEKOMKLASS aufweisen. Je ObjektID diese OEKOMKLASS herausfiltern, die pro GR überwiegt. Berechnung so vorbereiten, dass sie ins GIS importiert werden können. ACHTUNG: Keine Lücken im Header der Spalten!
  5. Excel Tabelle ins Arc Map laden. r.MaTa auf GR\_XX → Joins and Relates → Join → über die Spalte ObjektID folgendermassen verbinden:
    - What do you want to join to this layer? Join attributes from a table
    - Choose the field in this layer that the join will be based on: ObjektID
    - Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: GR\_A11\_Identity
    - Choose the field in the table to base the join on: ObjektID
  6. r.MaTa auf GR\_XX → Properties → Definition Query → Query Builder → 'GR\_A11\_Identity = 1 eingeben → r.MaTa auf Spalte GR\_A11\_OEM → Field Calculator → GR\_A11\_OEM = 5 eingeben. Schritt 6 für alle Werte mit folgenden Formeln wiederholen:
    - "OEKOMKLASS" = 1 → Wert 5
    - "OEKOMKLASS" = 2 → Wert 4
    - "OEKOMKLASS" = 3 → Wert 3
    - "OEKOMKLASS" = 4 → Wert 2
    - „OEKOMKLASS“ = 5 → Wert 1
- 

Abk.	Indikator	Komponente
GR_A12_Abstu	Durchgängigkeit: künstliche Abstürze	Gewässermorphologie und Gewässertyp

#### Beschreibung

In der Ökomorphologie Stufe F des Bundes ist ein künstlicher Absturz definiert als ein Absturz, bei welchem das Wasser zumindest teilweise senkrecht nach unten stürzt und aus Holz, Beton (Mauerwerk) oder aus Steinblöcken besteht, welche künstlich eingebracht wurden (Hütte & Niederhauser, 1998, S. 24). Dabei werden zur Erhebung der Durchgängigkeitsstörungen alle Abstürze mit einer Höhe von über 20cm aufgenommen. „Durchgängigkeitsstörungen haben einen grossen Einfluss auf die Ausbreitung von Wassertieren im Fließgewässerlängsverlauf. Viele Fischarten suchen zum Laichen, Überwintern oder zur Nahrungsaufnahme jeweils verschiedene Orte in einem Gewässersystem auf. [...] Hindernisse für aufwärtsgerichtete Bewegungen sind z.B. hohe, senkrechte Abstürze [...].“

Laut *Kriterienkatalog für ökologische Wasserkraftwerke* (WWF Schweiz et al. 2008: 28) bilden bereits Absturzhöhen von 10-20 cm ein unüberwindbares Hindernis für gewisse Fischarten. Aus diesem Grund werden für diese Arbeit alle Abstürze unabhängig ihrer Höhe beurteilt.

Messskala	Werteskala
Unabhängig der Absturzhöhe werden die Anzahl Abstürze pro 100 m Gewässerlänge gezählt. Je mehr Abstürze pro 100 m vorkommen, desto schlechter resultiert die Bewertung.	

kein Absturz pro 100 m	5
>0 bis ≤1 Abstürze pro 100 m	4
>1 bis ≤2 Abstürze pro 100 m	3
>2 bis ≤3 Abstürze pro 100 m	2
>3 Abstürze pro 100 m	1

Daten
Datengrundlage: Abstürze aus der Datenbank Ökomorphologie Stufe F des BAU
Datensatz: GR_A12_Abstu_BAFU08.shp
Attribut: Absturztyp: künstlich

Notwendige Arbeitsschritte
----------------------------

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

### Manuelle Erhebung im GIS

Das Analysis Tool -> Overlay -> Spatial Join gibt die Anzahl Punkte resp. künstliche Abstürze pro Gewässerraum an.

1. Das Tool Spatial Join öffnen und folgendermassen ausfüllen:
  - Target Features: GR\_XX
  - Join Features: GR\_A12\_Abstu\_BAFU08.shp
  - Output Feature Class: XX.gdb\Zwischenergebnisse\GR\_A12\_SpatialJoin
  - Join Operation: JOIN\_ONE\_TO\_ONE
  - Match Options: CONTAINS
2. r.MaTa auf GR\_A12\_SpatialJoin → Open Attribute Table → Options → Export → GR\_A12\_SpatialJoin.txt → OK.
3. GR\_A12\_SpatialJoin.txt in ein Excel importieren mit Tabstopp und Semikolon getrennt und GR\_A12\_SpatialJoin\_XX.xls nennen. Alle Spalten löschen ausser ObjektID und Join\_Count.
4. GR\_A12\_SpatialJoin\_XX.xls ins ArcMap laden → r.MaTa auf GR\_XX → Joins and Relates → Join:
  - What do you want to join to this layer? Join attributes from a table
  - Choose the field in this layer that the join will be based on: ObjektID
  - Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: GR\_A12\_SpatialJoin\_XX.xls
  - Choose the field in the table to base the join on: ObjektID
5. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Options → Add Field → GR\_A12\_Berechnung\_XX nennen und float wählen. (ev. Arc Catalog schliessen)
6. r.MaTa auf Spalte GR\_A12\_Berechnung → Field Calculator → GR\_A12\_Berechnung =  $100/[GR\_Shape\_length] * \text{Join\_Count}$  eingeben. Pro 100 m Gewässerlänge resultiert die Anzahl künstliche Abstürze. Remove Join.
7. Definition Query von GR\_XX → Query Builder → GR\_A12\_Berechnung\_XX = 0 eingeben
8. r.MaTa auf Spalte GR\_A12\_Abstü → Field Calculator → GR\_A12\_Abstü = 5 eingeben. Nun sind diese Abschnitte berechnet, die pro 100 m keinen künstlichen Absturz haben. Dasselbe soll mit folgenden Formeln für die Schritte 7 und 8 wiederholt werden:
  - GR\_A12\_Berechnung\_XX = 0 → Wert 5
  - GR\_A12\_Berechnung\_XX > 0 AND GR\_A12\_Berechnung\_XX <= 1 → Wert 4
  - GR\_A12\_Berechnung\_XX > 1 AND GR\_A12\_Berechnung\_XX <= 2 → Wert 3
  - GR\_A12\_Berechnung\_XX > 2 AND GR\_A12\_Berechnung\_XX <= 3 → Wert 2
  - GR\_A12\_Berechnung\_XX > 3 → Wert 1
9. Sobald alles berechnet ist, kann die Spalte GR\_A12\_Berechnung\_XX aus dem Attribute Table gelöscht werden.

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_A13_Gesch</b>	<b>Natürlichkeit des Geschiebehaushalts</b>	<b>Gewässermorphologie und Gewässertyp</b>

#### Beschreibung

Der Geschiebehaushalt beeinflusst die Morphologie und Dynamik eines Gewässers und hat einen grossen Einfluss auf die Gewässerökologie. Bei reduzierter Geschiebeführung können sich Flüsse eintiefen, was technische Bauten gefährdet sowie den Grundwasserspiegel absenkt. Ausserdem kann die Gewässersohle mit Feinmaterial abgedeckt werden (Kolmatierung), wodurch die Laichmöglichkeiten für Fische eingeschränkt werden. Der Geschiebehaushalt wird durch Flussverbauungen, Geschiebesammler und Wasserkraftwerke verändert (BAFU 2007). Ein Bestandteil der ökomorphologischen Kartierung des Bundes ist die Erhebung der Bauwerke in Fliessgewässern (Hütte und Niederhauser 1998: 28ff.). Dabei wurden folgende Bauwerktypen aufgenommen:

Flussverbauungen	Geschiebesammler	Wasserkraftwerke
<b>Talsperren</b>	Geschiebesperren	Stauwehre
<b>Sohlrampen</b>	Seitenentnahmen	Streichwehre
<b>Schleusen</b>		Triollerwehre
<b>Furte</b>		
<b>Brücken</b>		
<b>Durchlässe</b>		

## Fischpässe

Messskala	Wertskala
Unabhängig der Bauwerksart werden die Anzahl Bauwerke pro 100 m Gewässerlänge gezählt. Umso mehr Bauwerke pro 100 m vorkommen, umso schlechter resultiert die Bewertung.	
kein Bauwerk pro 100 m	5
>0 bis ≤1 Bauwerk pro 100 m	4
>1 bis ≤2 Bauwerke pro 100 m	3
>2 bis ≤3 Bauwerke pro 100 m	2
>3 Bauwerke pro 100 m	1

## Daten

Datengrundlage: Bauwerke aus der Datenbank Ökomorphologie Stufe F des BAFU  
 Datensatz: GR\_A13\_Gesch\_BAFU08.shp  
 Attribut: -

## Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

## Manuelle Erhebung im GIS

Das Analysis Tool Spatial Join gibt die Anzahl Punkte resp. Bauwerke pro Gewässerraum an.

1. Das Tool Spatial Join öffnen und folgendermassen ausfüllen:
  - Target Features: GR\_XX
  - Join Features: GR\_A13\_Gesch\_BAFU08.shp
  - Output Feature Class: XX.gdb\Zwischenergebnisse\GR\_A13\_SpatialJoin\_XX
  - Join Operation: JOIN\_ONE\_TO\_ONE
  - Match Options: CONTAINS
2. r.MaTa auf GR\_A13\_SpatialJoin\_XX → Open Attribute Table → Table Operations → Export → GR\_A13\_SpatialJoin.txt → OK.
3. GR\_A13\_SpatialJoin\_XX.txt in ein Excel importieren mit Tabstopp und Semikolon getrennt und GR\_A13\_SpatialJoin\_XX.xls nennen. Alle Spalten löschen ausser ObjektID und Join\_Count.
4. GR\_A13\_SpatialJoin\_XX.xls ins ArcMap laden → r.MaTa auf GR\_XX → Joins and Relates → Join:
  - What do you want to join to this layer? Join attributes from a table
  - Choose the field in this layer that the join will be based on: ObjektID
  - Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: GR\_A13\_SpatialJoin\_XX.xls
  - Choose the field in the table to base the join on: ObjektID
5. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Options → Add Field → GR\_A13\_Berechnung\_XX nennen und float wählen.
6. r.MaTa auf Spalte GR\_A13\_Berechnung\_XX → Field Calculator → GR\_A13\_Berechnung =  $100/[GR_{XX}.Shape\_Length] * \text{Join\_Count}$  eingeben. Pro 100 m Gewässerlänge resultiert die Anzahl Bauwerke.
7. Definition Query von GR\_XX → Query Builder → GR\_A13\_Berechnung\_XX = 0 eingeben
8. r.MaTa auf Spalte GR\_A13\_Gesch → Field Calculator → GR\_A13\_Gesch = 5 eingeben. Nun sind diese Abschnitte berechnet, die pro 100 m kein Bauwerk haben. Dasselbe soll mit folgenden Formeln für die Schritte 7 und 8 wiederholt werden:
  - GR\_A13\_Berechnung\_XX = 0 → Wert 5
  - GR\_A13\_Berechnung\_XX > 0 AND GR\_A12\_Berechnung\_XX <= 1 → Wert 4
  - GR\_A13\_Berechnung\_XX > 1 AND GR\_A12\_Berechnung\_XX <= 2 → Wert 3
  - GR\_N13\_Berechnung\_XX > 2 AND GR\_N12\_Berechnung\_XX <= 3 → Wert 2
  - GR\_N13\_Berechnung\_XX > 3 → Wert 1
9. Sobald alles berechnet ist, kann die Spalte GR\_A13\_Berechnung\_XX aus dem Attribute Table gelöscht werden.

Abk.	Indikator	Komponente
GR_A14_Renat	bestehende und geplante Renaturierungen und Revitalisierungen	Gewässermorphologie und Gewässertyp

## Beschreibung

Das angepasste Gewässerschutzgesetz, das per 1. Januar 2011 in Kraft gesetzt wurde, verpflichtet die Kantone zur strategischen Planung und zur Umsetzung von Revitalisierungen. Dadurch sollen naturnahe Fliessgewässer und Seeufer langfristig erhalten und wiederhergestellt werden (BAFU 24.06.2010).

Im Kanton Bern werden Renaturierungen und Revitalisierungen von Gewässern mit dem Renaturierungsfonds (RenF) des Fischereiinspektorats finanziell unterstützt. Laut Artikel 36a des Wassernutzungsgesetztes (WNG, 1997) und Artikel 1, Absatz 2 des Renaturierungsdekrets (RenD, 1999) können folgende Vorhaben, die für diese Arbeit von Interesse sind, unterstützt werden:

- naturnahe bauliche und gestalterische Massnahmen in und an Gewässern (Flusslauf, Sohle, Ufer, Strömungsvielfalt, Geschiebedynamik, Beseitigung von Hartverbau, Aufweitungen usw.);
- vorzeitige Sanierungen;
- Auenrevitalisierung;
- Ausdolungen im Sinne einer vorzeitigen Sanierung;
- Massnahmen zur Wiederherstellung der Fischwanderung, zur Schaffung von Laichplätzen sowie von Refugien (z.B. durch Blockrampen, Fischpässe, Umgehungsgerinne, Kiesschüttungen, Gewässeraufwertungen, Tümpel und Weiher);
- der Schutz, die Erhaltung und Aufwertung von Landschaften, die von der Wasserkraftnutzung beeinträchtigt sind;
- Wiederherstellungsmassnahmen an renaturierten Objekten (z.B. nach Elementarschäden);
- der Erwerb von dinglichen Rechten (Grundeigentum, Fischereirechte, Dienstbarkeiten u.a.) im Zusammenhang mit Renaturierungen (für Neuanlagen, Ausweitungen, Realersatz usw.);
- zusätzliche ökologische Aufwertungen im Rahmen von Hochwasserschutzprojekten und Bodenverbesserungen.

Das Fischereiinspektorat des Kantons Bern stellt Daten, zu den im Rahmen des RenF unterstützten Projekte, für diese Arbeit zur Verfügung.

## Messskala

## Werteskala

Gewässerstrecken, die renaturiert oder revitalisiert wurden, haben einen hohen ökologischen Wert. Sind Renaturierungen und Revitalisierungen vorhanden, so erhält dieser Gewässerabschnitt den Wert 5.

vorhanden	5
nicht vorhanden	1

## Daten

Datengrundlage: Fischaufstieg, Gerinnerevitalisierung, Ausdolung, Uferstrukturierung, Geschiebehaushalt, neue Gewässer, Rückbau von Ufermauern, Auenrevitalisierung, aufgelöste Blockrampe, Gerinneaufweitung (kantonale Fachstellen für Tiefbau und Fischerei)

Datensatz: GR\_A14\_Renat

Attribut:

## Notwendige Arbeitsschritte

Für diesen Indikator kann das Tool GRA14 angewendet werden.

## Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer  
GR\_A14\_Renat.shp → OK.
2. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_A14\_Renat → Field Calculator → GR\_A14\_Renat = 5 → OK. Alle GR, die von einem Renaturierungsprojekt betroffen sind, erhalten den Wert 5. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR\_A14\_Renat = 1 → OK. Alle GR, die kein Renaturierungsprojekt enthalten, erhalten den Wert 1.

Abk.	Indikator	Komponente
GR_A15_Verdü	Verdünnungsverhältnisse bei Abwasserreinigungsanlage (ARA)-Einleitungen	Wasserqualität

## Beschreibung

Der chemische Gewässerzustand ist für die in den Gewässern vorkommenden Arten bestimmend. Für den Zustand der Fliessgewässer spielt die Belastung durch Abwasser eine wichtige Rolle (Liechti 2010: 7).

Das Verdünnungsverhältnis bei der Einleitung von Abwasserreinigungsanlagen ist der prozentuale Anteil des gereinigten Wassers an der Gesamtabflussmenge (=  $Q_{347}$  plus gereinigtes ARA-Wasser), d.h. je kleiner das Verhältnis ist, desto schlechter ist die Wasserqualität (Keusen 15.09.2009).

Die Erfassung der Wasserqualität kann stark limitiert werden durch die geringe räumliche und zeitliche Auflösung der zur Verfügung stehenden Datengrundlagen. Aus diesem Grund wird für diesen Indikator die Annahme getroffen, dass die Wasserqualität des letzten Messpunktes für alle obliegenden Gewässer gültig ist. Es werden die aktuellsten zur Verfügung stehenden Messwerte verwendet.

#### **Messskala Wertskala**

Die Komponenten der Verdünnungsverhältnisse (<25 %, 25-50 %, >50 %) wurden vom Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute von (Keusen 15.09.2009) vom BAFU übernommen und können für diese Arbeit verwendet werden.

<25 %	5
25-50 %	3
>50 %	1

#### **Daten**

Datengrundlage: Abwasserreinigungsanlage (BAFU)

Datensatz: GR\_A15\_ARA\_BAFU09.shp

Attribut: ProzAbwass

#### **Notwendige Arbeitsschritte**

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### **Manuelle Erhebung im GIS**

Die Verdünnungsverhältnisse an einem Messpunkt gelten für alle flussabwärts liegenden Gewässerabschnitte bis zur nächsten Messung. Gewässerabschnitte oberhalb der letzten Messung erhalten den Wert 5. Von Hand alle selektieren und mit dem Identify button die Werte aus dem Identify Table der Punktmessungen in GR\_A15\_ARA\_BAFU09 ablesen. Mittels Calculate Field den entsprechenden Wert eingeben. Am besten beginnt man mit den obersten Messungen und arbeitet flussabwärts (Beschreibung?).

Abk.	Indikator	Komponente
GR_A16_PO4	Orthophosphat PO <sub>4</sub> -P	Wasserqualität

#### **Beschreibung**

Phosphor ist ein wichtiger Nährstoff für Wasserorganismen. Weil er natürlicherweise nur in sehr geringen Mengen vorkommt, bildet er den limitierenden Faktor beim Pflanzenwachstum. Durch den Eintrag aus anthropogenen Quellen kann es zu Algenblüten und damit verbundenen Sauerstoffzehrungen im Wasser kommen. Das Orthophosphat ist die für die Pflanzen physiologisch direkt wirksame Phosphorkomponente und ein guter Indikator für die anthropogene Belastung eines Gewässers (Liechti 2010: 20f.).

#### **Messskala Wertskala**

Im Modul-Stufen-Konzept wird eine Einteilung in fünf Zustandsklassen in Anlehnung an die EU-Wasser-Rahmenrichtlinie (2000/60/EG) vom 23. Oktober 2000 vorgenommen. Diese kann für diese Arbeit direkt übernommen werden (Liechti 2010: 17f.). Angaben in mg P/l:

sehr gut: <0.02	5
gut: 0.02 bis <0.04	4
mäßig: 0.04 bis <0.06	3
unbefriedigend: 0.06 bis <0.08	2
schlecht: ≥0.08	1

#### **Daten**

Datengrundlage: Nationale Daueruntersuchung der Fließgewässer NADUF (BAFU 2008)

Datensatz: GR\_A16\_PO4\_BAFU08.shp

Attribut: MW\_PO4

#### **Notwendige Arbeitsschritte**

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### **Manuelle Erhebung im GIS**

Messwerte an einem Messpunkt gelten für alle obliegenden Gewässerabschnitte bis zur nächsten Messung. Von

Hand alle selektieren und mit dem Identify button die Werte aus dem Identify Table der Punktdaten in MW\_PO4 ablesen. Mittels Calculate Field den entsprechenden Wert eingeben. Am besten beginnt man mit den obersten Messungen und arbeitet flussabwärts.

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_A17_NO3</b>	<b>Nitrat NO<sub>3</sub></b>	<b>Wasserqualität</b>

#### Beschreibung

Auch Stickstoff ist ein wichtiger Nährstoff für Wasserorganismen und wird von den Pflanzen, insbesondere über Nitrat, aufgenommen. Erhöhte Nitratgehalte lassen auf Auswaschungen von landwirtschaftlich genutzten Flächen und auf die Einleitung von Abwässern schliessen (Liechti 2010 #593): 21).

Messskala	Werteskala
-----------	------------

Im Modul-Stufen-Konzept wird eine Einteilung in fünf Zustandsklassen in Anlehnung an die EU-Wasser-Rahmenrichtlinie (2000/60/EG) vom 23. Oktober 2000 vorgenommen. Diese kann für diese Arbeit direkt übernommen werden (Liechti 2010: 18). Angaben in mg N/l:

sehr gut: <1.5	5
gut: 1.5 bis <5.6	4
mässig: 5.6 bis <8.4	3
unbefriedigend: 8.4 bis <11.2	2
schlecht: ≥11.2	1

#### Daten

Datengrundlage: Nationale Daueruntersuchung der Fliessgewässer NADUF (BAFU 2008)

Datensatz: GR\_A17\_NO3\_BAFU08.shp

Attribut: MW\_NO3

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

Messwerte an einem Messpunkt gelten für alle obliegenden Gewässerabschnitte bis zur nächsten Messung. Von Hand alle selektieren und mit dem Identify button die Werte aus dem Identify Table der Punktdaten in MW\_NO3 ablesen. Mittels Calculate Field den entsprechenden Wert eingeben. Am besten beginnt man mit den obersten Messungen und arbeitet flussabwärts.

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_A18_NH4</b>	<b>Ammonium NH<sub>4</sub></b>	<b>Wasserqualität</b>

#### Beschreibung

Ammoniumkonzentrationen geben Aufschluss über die Belastung eines Gewässers durch kommunale Abwässer und Einträge aus der Landwirtschaft ((Liechti 2010: 22)).

Messskala	Werteskala
-----------	------------

Im Modul-Stufen-Konzept wird eine Einteilung in fünf Zustandsklassen in Anlehnung an die EU-Wasser-Rahmenrichtlinie (2000/60/EG) vom 23. Oktober 2000 vorgenommen. Diese kann für diese Arbeit direkt übernommen werden (Liechti 2010: 19). Angaben in mg N/l bei über 10°C (Achtung! Andere Klassierung bei <10°C):

sehr gut: <0.04	5
gut: 0.04 bis <0.2	4
mässig: 0.2 bis <0.3	3
unbefriedigend: 0.3 bis <0.4	2
schlecht: ≥0.4	1

#### Daten

Datengrundlage: Nationale Daueruntersuchung der Fliessgewässer NADUF (BAFU 2008)

Datensatz: GR\_A18\_NH4\_BAFU08.shp

Attribut: MW\_NH4

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### **Manuelle Erhebung im GIS**

Messwerte an einem Messpunkt gelten für alle obliegenden Gewässerabschnitte bis zur nächsten Messung. Von Hand alle selektieren und mit dem Identify button die Werte aus dem Identify Table der Punktdaten in MW\_NH4 ablesen. Mittels Calculate Field den entsprechenden Wert eingeben. Am besten beginnt man mit den obersten Messungen und arbeitet flussabwärts.

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_A19_DOC</b>	<b>Gelöster Organischer Kohlenstoff DOC</b>	<b>Wasserqualität</b>

#### **Beschreibung**

Der gelöste organische Kohlenstoff (DOC = dissolved organic carbon) kann ein Indikator für die zivilisatorische Belastung eines Gewässers sein. Der DOC setzt sich aus einem natürlichen Vorkommen durch den Abbau von organischem Material und der Auswaschung aus Böden und einem Anteil aus anthropogenen Quellen zusammen. Geringe Anteile der kleineren anthropogenen Fraktion reichen aus für einen zunehmenden Bewuchs mit einem Abwasserpilz (*Sphaerotilus*) (Liechti 2010: 24).

#### **Messskala**

#### **Wertskala**

Im Modul-Stufen-Konzept wird eine Einteilung in fünf Zustandsklassen in Anlehnung an die EU-Wasser-Rahmenrichtlinie (2000/60/EG) vom 23. Oktober 2000 vorgenommen. Diese kann für diese Arbeit direkt übernommen werden (Liechti 2010: 19). Angaben in mg C/l:

sehr gut: <2.0	5
gut: 2.0 bis <4.0	4
mäßig: 4.0 bis <6.0	3
unbefriedigend: 6.0 bis <8.0	2
schlecht: ≥8.0	1

#### **Daten**

Datengrundlage: Nationale Daueruntersuchung der Fliessgewässer NADUF (BAFU 2008)

Datensatz: GR\_A19\_DOC\_BAFU08.shp

Attribut: MW\_DOC

#### **Notwendige Arbeitsschritte**

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### **Manuelle Erhebung im GIS**

Messwerte an einem Messpunkt gelten für alle obliegenden Gewässerabschnitte bis zur nächsten Messung. Von Hand alle selektieren und mit dem Identify button die Werte aus dem Identify Table der Punktdaten in MW\_DOC ablesen. Mittels Calculate Field den entsprechenden Wert eingeben. Am besten beginnt man mit den obersten Messungen und arbeitet flussabwärts.

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_A20_WaFuh</b>	<b>Veränderungen der Wasserführung durch Wasserkraftnutzung</b>	<b>Wasserführung</b>

#### **Beschreibung**

Unter Schwall versteht man den künstlich erhöhten Abfluss in einem Fliessgewässer während des Turbinierbetriebs eines obliegenden Wasserkraftwerks. Zu Zeiten geringen Strombedarfs, wird weniger Wasser abgelassen. Es kommt zu einer Niedrigwasserphase, auch Sunk genannt (Baumann und Klaus 2003: 21).

Tägliche Schwall-Sunk-Betriebe kommen natürlicherweise nicht vor. Aus diesem Grund gibt es auch keine Lebewesen, die an diese hydrologischen Verhältnisse angepasst sind (WWF Schweiz et al. 2008: 42).

Laut der Schweizerischen Fischereiberatungsstelle (Haertel-Borer 2005: 4ff.) sind Schwall-Wirkungen bis über 20km nachgewiesen, wobei in der Schweiz erst die Seen die zufließenden Schwälle ausgleichen können. „Häufig beobachtete Auswirkungen, die störend auf die aquatische Pflanzen- und Tierwelt wirken, sind: Plötzliche Veränderung von Abflussmenge, Wassertemperatur, benetzter Gewässerbreite, Wassertiefe und Fliessgeschwindigkeit; dadurch bedingt plötzliche Veränderung des Lebensraumangebots u.a. für Fische und wirbellose Bodentiere [...]; Abdriften von Tieren und Pflanzen bei Abflussanstieg und Stranden bei Abflussrückgang. Bei den Fischen sind vor allem Fischbrut und Jungfische betroffen [...]; Häufig Verminderung

von Individuendichte und Biomasse sowie Veränderung der Artenzusammensetzung des Bodentier- und Fischbestandes; häufig Abnahme der Artenvielfalt. [...] Entstehung von verödeten «Wasserwechselzonen» [...]; Aufwirbelung von Feinsedimenten durch Schwälle und Ablagerung in Sunkzeiten. [...] Beeinträchtigung der natürlichen Fortpflanzung bei Fischen. [...]

Der WWF Schweiz (WWF Schweiz 2010: 6ff.) geht davon aus, dass ein Kleinwasserkraftwerk, das weniger als 1000m von einem Schutzgebiet entfernt ist, ökologisch ungeeignet ist. Folglich kann ein Kleinwasserkraftwerk mindestens 1000 m flussauf- und -abwärts einen negativen Einfluss auf die Gewässerökologie haben.

### Messskala

### Wertskala

Die Angaben zu den Einflussbereichen von Speicher- und Flusskraftwerken von ((Haertel-Borer 2005), vom (WWF Schweiz 2010) sowie von (Casanova 21.02.2012) werden in dieser Arbeit folgendermassen bewertet:

Keine Veränderungen durch Wasserkraftnutzung	5
1 Flusskraft-/Umlitwerk etc. innerhalb 1000 m des oberliegenden Gewässers vorhanden	2
≥ 1 Flusskraft/Umlitwerke etc. innerhalb 1'000 m des oberliegenden Gewässers vorhanden oder/und ein Speicherkraft-/Pumpwerk innerhalb 20km des oberliegenden Gewässers oder bis zum nächsten See vorhanden	1

### Daten

Datengrundlage: Speicherkraftwerke, Flusskraftwerke (AWA, Kanton Bern)

Datensatz: GR\_A20\_WaFuh.shp

Attribut: GR\_A20\_Art

### Notwendige Arbeitsschritte

Als einzigen Indikator für welchen kein Tool entwickelt werden konnte, muss dieser gemäss der manuellen Anleitung im GIS erhoben werden.

### Manuelle Erhebung im GIS

1. GR\_A20\_WaFuh.shp → Definition Query → GR\_A20\_Art = 2 (2 steht für Flusskraftwerke) eingeben. Es werden nur noch diese Punkte dargestellt, die für ein Flusskraftwerk stehen.
2. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the feature in the layer GR\_A20\_WaFuh.shp. Nun sind diese GR markiert, die Flusskraftwerke enthalten.  
ACHTUNG: Unbedingt überprüfen, ob Auswahl alle Kraftwerke enthält! Möglicherweise liegt der Punkt eines KW nur knapp neben dem GR; diese KW müssten allerdings ebenfalls erfasst werden → von Hand auswählen!
3. Die Distanzen der Flusskraftwerke von 1'000 m flussabwärts werden von Hand mit dem Tool measure abgemessen. Alle GR die innerhalb der Distanz liegen, erhalten die Wertskala entsprechend der Wertskalaneinteilung.
4. GR\_A20\_WaFuh.shp → Definition Query → GR\_A20\_Art = 1 (1 steht für Speicherkraftwerke) eingeben. Es werden nur noch diese Punkte dargestellt, die für ein Speicherkraftwerk stehen.
5. Schritt 2 für Speicherkraftwerke (GR\_A20\_Art = 1) wiederholen.
6. Die Distanzen der Speicherkraftwerke von 20 km flussabwärts werden von Hand mit dem Tool measure abgemessen. Alle GR die innerhalb der Distanz liegen, erhalten die Wertskala entsprechend der Wertskalaneinteilung.
7. Query Builder löschen. Select by Attributes → Layer GR\_XX, SELECT FROM GR\_XX WHERE: GR\_A20\_Art = 2 OR GR\_A20\_Art = 1. Alle GR, die durch Wasserkraft beeinflusst werden sind ausgewählt. Open Attribute table von GR\_XX → Option → Switch Selection. Spalte GR\_A20\_SwaSu → r.MaTa → Field Calculator: GR\_A20\_Art = 5. Alle GR ohne Nutzungseinfluss erhalten den Wert 5.

Abk.	Indikator	Komponente
GR_A21_Restw	Restwasserstrecken	Wasserführung

### Beschreibung

Unter einer Restwassermenge wird nach Gewässerschutzgesetz Art. 4 Bst. k (GsSchG, 1991) die Abflussmenge eines Fließgewässers, die nach einer oder mehreren Entnahmen von Wasser verbleibt, verstanden. Mindestrestwassermengen sind in Art. 31 Abs. 1 und 2 geregelt. Sie sind notwendig, um die vielfältigen Funktionen der Gewässer zu erhalten, wie beispielsweise Lebensraum für Tiere und Pflanzen, Landschaftselement, Speisung von Grundwasser oder Abbau von Schadstoffen. „Die Restwasservorschriften bilden einen Kompromiss zwischen Wassernutzern und Gewässerschützern (BAFU 2009a).“

### Messskala

### Wertskala

## Anteil Dotierwassermenge an Mindestrestwassermenge [%]

keine Restwasserstrecke	5
Violette Strecke: > 90 %	4
Grüne Strecke: 50 – 90 %	3
Orange Strecke: 10 – 50 %	2
Rote Strecke oder graue Strecke: < 10 % oder Annahme, dass kein Wasser dotiert wird	1

### Daten

Datengrundlage: Restwasserstrecken (Bernhard Wehrli, EAWAG 2011)

Datensatz: GR\_A21\_Restwasserstrecken\_EAWAG2011.shp

Attribut: -

### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

### Manuelle Erhebung im GIS

7. Identity (Analysis Tool) öffnen und folgendermassen ausfüllen
  - Input Features: GR\_XX
  - Identity Features: GR\_A21\_Restw\_KtXX.shp
  - Output Feature Class: XX.gdb\Zwischenergebnisse\GR\_A21\_Identity
  - JoinAttributes: ALL
8. r.MaTa auf GR\_A21\_Identity\_XX → Open Attribute Table → Options → Export → GR\_A21\_Identity\_XX.txt → OK.
9. GR\_A21\_Identity\_XX.txt mit Tabstopp und Semikolon getrennt in ein Excel importieren, alle Spalten löschen ausser ObjektID und Shape\_Length und als GR\_A21\_Identity\_XX.xls abspeichern.
10. Im Excel diese Zeilen löschen, die keine ObjektID haben oder eine ObjektID von -1 aufweisen. Mittels Pivot Tabelle alle Shape\_Length summieren, die die gleiche ObjektID haben und derselbe Anteil Wasser dotiert wird. Je ObjektID diese Restwassermenge herausfiltern, die pro GR am überwiegt. Berechnung so vorbereiten, dass sie ins GIS importiert werden können. ACHTUNG: Keine Lücken im Header der Spalten!
11. Excel Tabelle ins Arc Map laden. r.MaTa auf GR\_XX → Joins and Relates → Join → über die Spalte ObjektID folgendermassen verbinden:
  - What do you want to join to this layer? Join attributes from a table
  - Choose the field in this layer that the join will be based on: ObjektID
  - Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: GR\_A21\_Identity\_XX
  - Choose the field in the table to base the join on: ObjektID
12. r.MaTa auf GR\_XX → Properties → Definition Query → Query Builder → 'GR\_A21\_Identity = Dotiermenge: < 10 % der Mindestrestwassermenge gem. Art. 31 Abs. 1 GSchG OR GR\_A21\_Identity = temporäres Gewässer OR GR\_A21\_Identity = unvollständiger Datensatz' eingeben → r.MaTa auf Spalte GR\_A21\_Restw → Field Calculator → GR\_A21\_Restw = 1 eingeben. Schritt 6 für alle Werte mit folgenden Formeln wiederholen:
  - GR\_A21\_Identity = Dotiermenge: > 90 % der Mindestrestwassermenge gem. Art. 31 Abs. 1 GSchG → Wert 4
  - GR\_A21\_Identity = Dotiermenge: 50 - 90 % der Mindestrestwassermenge gem. Art. 31 Abs. 1 GSchG → Wert 3
  - GR\_A21\_Identity = Dotiermenge: 10 - 50 % der Mindestrestwassermenge gem. Art. 31 Abs. 1 GSchG → Wert 2
  - GR\_A21\_Identity = Dotiermenge: < 10 % der Mindestrestwassermenge gem. Art. 31 Abs. 1 GSchG OR GR\_A21\_Identity = temporäres Gewässer OR GR\_A21\_Identity = unvollständiger Datensatz → Wert 1
  - GR\_A21\_Restw IS NULL → Wert 5
13. Spalte GR\_B02\_Berechnung löschen.

## TYP B

## KULTURELLE ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN

Abk.	Indikator	Komponente
------	-----------	------------

GR_B01_NaEPa	Naturerlebnispark	Prioritätsraum
<b>Beschreibung</b>		
Ein Naturerlebnispark ist ein Gebiet, das in einer dicht besiedelten Region liegt mit dem Ziel die Bevölkerung für ökologische Besonderheiten des Parks zu sensibilisieren und praxisbezogene Umweltbildung zu ermöglichen. Er besteht aus zwei Zonen: der Kernzone und der Umgebungszone. In der Kernzone hat der Schutz natürlicher Prozesse Vorrang und schädliche Eingriffe durch den Menschen werden verhindert. Die Erholungsnutzung wird koordiniert und überwacht. In der Umgebungszone werden Naturerlebnisse für die Bevölkerung ermöglicht. Außerdem dient sie als Puffer zum Schutz der Kernzone vor intensiv genutzten Gebieten ausserhalb des Parks (BAFU 2010d).		
Gemäss der <i>Empfehlung zur Erarbeitung kantonaler Schutz- und Nutzungsstrategien im Bereich Kleinwasserkraftwerke</i> des Bundes (BAFU et al. 2011: 14) ist laut Art. 23 Abs. 1 Bst. c der Verordnung über die Pärke von nationaler Bedeutung (PäV, 2007) ist eine Wasserkraftnutzung in einem Naturerlebnispark ausgeschlossen.		
<b>Messskala</b>		
vorhanden		Wertskala 9
nicht vorhanden		1
<b>Daten</b>		
Datengrundlage:	Naturerlebnispärke (BAFU)	
Datensatz:	GR_B01_Naturerlebnispark_BAFU11.shp	
Attribut:	-	
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from GR_XX that intersect the features in this layer GR_B01_NaEPa → OK.</li> <li>2. Attribute Table von GR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR_B01_NaEPa → Field Calculator → GR_B01_NaEPa = 9 → OK. Alle GR, die im Naturerlebnispark vorkommen, erhalten den Wert 9.</li> <li>3. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR_B01_NaEPa = 1 → OK. Alle GR, die ausserhalb des Naturerlebnisparks sind, erhalten den Wert 1.</li> </ol>		

Abk.	Indikator	Komponente
GR_B02_Errei	<b>Erreichbarkeit &amp; Einsehbarkeit: Wegnetzdichte (WnD) von Wegen, Strassen und öffentlichen Verkehrslinien pro Gewässerraum [m/m<sup>2</sup> * 100]</b>	Erschliessung

**Beschreibung**  
Bei den Indikatoren des Funktionstyps B ist es zentral, ob ein Gewässerraum von der erholungssuchenden Bevölkerung erlebt werden kann oder nicht. Ist ein Gewässerraum erschlossen, so ist er mit Wander- oder Velowegen, Strassen oder öffentlichen Verkehrslinien erreichbar. In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass erreichbare Gewässerräume auch einsehbar sind und somit erlebt werden können, egal ob der Gewässerraum zu einem Aufenthalt einladend wirkt oder nicht.

Messskala	Wertskala
Die Qualität der Erreichbarkeit und Einsehbarkeit wird über die Wegnetzdichte pro Gewässerraum erhoben. Je mehr Wege, Strassen und öffentliche Verkehrslinien im Gewässerraum vorkommen, desto grösser ist die Wegnetzdichte und ein umso grösserer kultureller Wert (Wert 5) weist der Gewässerraum auf. Angaben in Wnd = m/m <sup>2</sup> * 100:	
sehr gut erreichbar und einsehbar: WnD >1	5
gut erreichbar und einsehbar: WnD ≤1 und > 0.75	4
durchschnittlich gut erreichbar und einsehbar: WnD ≤0.75 und >0.5	3
schlecht erreichbar und einsehbar: WnD ≤0.5 und >0.25	2
sehr schlecht oder nicht erreichbar und einsehbar: WnD ≤0.25	1
<b>Daten</b>	
Datengrundlage:	Strassennetz, Wander routennetz, Routennetz Velowandern (kantonale Tiefbauämter);

Tramlinien, Ortverkehrslinien, Buslinien, Haltestellen und Einzugsgebiete des öffentlichen Verkehrs (kantonales Amt für öffentlichen Verkehr)

Datensatz: GR\_B02\_Errei.shp

Attribut: -

### Notwendige Arbeitsschritte

Für diesen Indikator kann das Tool GRB02 angewendet werden.

### Manuelle Erhebung im GIS

14. Identity (Analysis Tool) öffnen und folgendermassen ausfüllen
  - Input Features: GR\_XX
  - Identity Features: GR\_B02\_Errei.shp
  - Output Feature Class: XX.gdb\Zwischenergebnisse\GR\_B02\_Identity
  - JoinAttributes: ALL
15. r.MaTa auf GR\_B02\_Identity\_XX → Open Attribute Table → Options → Export → GR\_B02\_Identity\_XX.txt → OK.
16. GR\_B02\_Identity\_XX.txt mit Tabstopp und Semikolon getrennt in ein Excel importieren, alle Spalten löschen ausser ObjektID und Shape\_Length und als GR\_B02\_Identity\_XX.xls abspeichern.
17. Im Excel diese Zeilen löschen, die keine ObjektID haben oder eine ObjektID von -1 aufweisen. Mittels Pivot Tabelle alle Shape\_Length summieren, die die gleiche ObjektID haben. Berechnung so vorbereiten, dass sie ins GIS importiert werden können. ACHTUNG: Keine Lücken im Header der Spalten!
18. Excel Tabelle ins Arc Map laden. r.MaTa auf GR\_XX → Joins and Relates → Join → über die Spalte ObjektID folgendermassen verbinden:
  - What do you want to join to this layer? Join attributes from a table
  - Choose the field in this layer that the join will be based on: ObjektID
  - Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: GR\_B02\_Identity\_XX
  - Choose the field in the table to base the join on: ObjektID
19. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Options → Add Field → Name GR\_B02\_Berechnung und Float wählen → OK. r.MaTa auf die Spalte GR\_B02\_Berechnung → Field Calculator → GR\_B02\_Berechnung = GR\_B02\_Identity\_XX\_Sum\$/Summe\_Shape\_Length/Shape\_Area\*100 eingeben.
20. r.MaTa auf GR\_XX → Properties → Definition Query → Query Builder → GR\_B02\_Berechnung >2 eingeben → r.MaTa auf Spalte GR\_B02\_Errei → Field Calculator → GR\_B02\_Errei = 5 eingeben. Schritt 7 für alle Werte mit folgenden Formeln wiederholen:
  - GR\_B02\_Berechnung > 1 → Wert 5
  - GR\_B02\_Berechnung <= 1 AND GR\_B02\_Berechnung > 0.75 → Wert 4
  - GR\_B02\_Berechnung <= 0.75 AND GR\_B02\_Berechnung > 0.5 → Wert 3
  - GR\_B02\_Berechnung <= 0.5 AND GR\_B02\_Berechnung > 0.25 → Wert 2
  - GR\_B02\_Berechnung <= 0.25 → Wert 1
  - GR\_B02\_Berechnung IS NULL → Wert 1
21. Spalte GR\_B02\_Berechnung löschen.

Abk.	Indikator	Komponente
GR_B03_Erleb	<b>Wasserfälle, Bademöglichkeiten und/oder weitere landschaftsästhetische Besonderheiten</b>	<b>Erlebnischarakter</b>

### Beschreibung

Der Erlebnischarakter eines Gewässerraums kann, wie dies Baumgartner (Baumgartner 2010: 21) formuliert hat, mit der vermittelten Stimmung der Landschaft, der Vielfalt oder Einheit der prägenden Elemente und Strukturen, Geräusch- und Klangkulisse, die die Landschaft bietet und mit typischen Gerüchen, erfasst werden. Da es noch keine Geodaten gibt, die diese Eindrücke umfassen, reduziert sich die Erhebung auf den Geodatensatz der Wasserfälle. Bademöglichkeiten werden aus dem GoogleEarth oder von Orthobildern abgeleitet. Ist eine Kiesbank gut ersichtlich, so wird davon ausgegangen, dass man dort eine gute Möglichkeit zum Baden hat. Die Komponente kann mit weiteren landschaftsästhetischen Besonderheiten ergänzt werden, wie beispielsweise Schluchten, verwilderte Flussabschnitte, einzigartige Felsformationen, naturhistorische Relikte (bspw. Gletschermühlen/-töpfe, Versteinerungen,...), geologische Formationen (bspw. Kalkausfällungen, Tuffvorkommen, Tropfsteinhöhlen, ...), spirituelle Örtlichkeiten, etc.

Messskala	Wertskala
vorhanden	5
nicht vorhanden	1
<b>Daten</b>	
Datengrundlage:	Wasserfälle , Höhlen, Schluchten, Schwimmen (Map+ von TYDAC)
Datensatz:	GR_B03_Erleb.shp
Attribut:	-
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>	
Für diesen Indikator kann das Tool GRB03 angewendet werden.	
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from GR_XX that intersect the features in this layer GR_B03_Erleb.shp → OK. ACHTUNG: Ev. liegt der Punkt nicht direkt im GR → kontrollieren und Ungenauigkeiten von Hand korrigieren.</li> <li>2. Attribute Table von GR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR_B03_Erleb → Field Calculator → GR_B03_Erleb = 5 → OK. Diese GR, in denen ein Erlebnispunkt vorkommt, erhält den Wert 5. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR_B03_Erleb = 1 → OK. Alle GR, in denen keine Erlebnispunkte sind, erhalten den Wert 1.</li> </ol>	

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_B04_Angel</b>	<b>Angelfischerei</b>	<b>Freizeit und Sport</b>
<b>Beschreibung</b>		
Angeln ist für rund 100'000 Fischer und Fischerinnen in der Schweiz eine Freizeitbeschäftigung. Die häufigste Beute in Fliessgewässern ist laut der Fischereistatistik des Bundes (BAFU 2010g) die Bachforelle. Die Fänge beim Forellenfang sind jedoch in den letzten Jahren rückläufig. Damit beliebte Gewässerstrecken für die Angelfischerei von weniger beliebten Standorten unterschieden werden können, wird die Fischfangstatistik der Schweiz verwendet. Diese beschreibt die Anzahl gefangener Bachforellen pro Kilometer Fließgewässer. In dieser Arbeit werden zur Bewertung der kulturellen Ökosystemfunktionen Strecken mit grossen Fängen besser bewertet als Strecken mit geringen Fängen.		
<b>Messskala</b>		
Angaben in mittlerer Fang pro km im Jahr 2005:		
>150 Stück		5
>100< bis ≤150 Stück		4
>50 bis ≤100 Stück		3
> 0 bis ≤50 Stück		2
keine		1
<b>Daten</b>		

Datengrundlage: Fischfangstatistik Schweiz (BAFU)  
 Datensatz: GR\_B04\_FISTAT2004\_KM\_BAFU05.shp  
 Attribut: MFANG\_KM

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Properties von GR\_B04\_FISTAT0102\_KM\_BAFU05 öffnen → Definition Query → Query Builder → MFANG\_KM <=50 eingeben.
2. Select by location → select features from GR\_XX that intersect GR\_B04\_FISTAT0102\_KM\_BAFU05
3. Von Hand diese Zuflüsse abwählen (unselect), die sich schneiden aber keine Angelstrecken sind.
4. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Rechtsklick auf GR\_B04\_Angel → Field Calculator → GR\_B04\_Angel = 1 eingeben → ok.
5. Schritte 1-4 für alle Werte wiederholen mit folgenden Formeln im Query Builder (Schritt 1):
  - MFANG\_KM >150 → Wert 5
  - MFANG\_KM >100 AND MFANG\_KM <=150 → Wert 4

- MFANG\_KM >50 AND MFANG\_KM <=100 → Wert 3
  - MFANG\_KM >0 AND MFANG\_KM <=50 → Wert 2
  - MFANG\_KM = 0 → Wert 1
6. Select by Attributes → Select from GR\_XX where GR\_B04\_Angel = 1 OR GR\_B04\_Angel = 2 OR GR\_B04\_Angel = 3 OR GR\_B04\_Angel = 4 OR GR\_B04\_Angel = 5 → Apply → Show Selected Records → Options im Attribute Table von GR\_XX → Switch Selection → auf Field Calculator von GR\_B04\_Angel → GR\_B04\_Angel = 1 eingeben. Alle GR, die keine Angelstrecken sind, erhalten den Wert 1.
- 

Abk.	Indikator	Komponente		
<b>GR_B05_WaSpo</b>	<b>Wassersport: River Rafting / Kanu / Kajak / Canyoning</b>	<b>Freizeit und Sport</b>		
<b>Beschreibung</b>				
Canyoning ist eine Kombination aus Wasser- und Bergsport. Der Weg führt durch Schluchten und Grotten, wobei man schwimmt, rutscht, springt, geht, klettert und taucht. Die Abenteuerlust kommt nicht zu kurz, jedoch ist dabei eine Menge Mut notwendig. Bei dieser Sportart erlebt man die Natur aus einer Sicht, wie sie auf normalen Wegen nicht zugänglich ist. Glasklare Wasser, Wasserfälle oder tiefe Schluchten zu durchqueren ist ein einmaliges Erlebnis (Funclicks 2008).				
Mit Kanus, Kajaks, Kanadier, etc. kann man sich auf dem Fluss oder See zum Spass fortbewegen oder man kann Kanufahren als eine Wettkampfdisziplin betreiben. Beim Kanuwandern geht es vor allem darum die Natur zu geniessen, abzuschalten und vorwärts zu kommen. Meist wird auf dem Fluss die Natur beobachtet und das Kanufahren zum Abschalten des Alltags genutzt (Kanuwelt Buochs GmbH 2011).				
Wasserkraftwerke, insbesondere Speicherkraftwerke mit Schwall-Senk-Betrieb, stellen für Wassersportler eine Gefahr und teilweise unüberwindbare Hindernisse dar.				
<b>Messskala</b>				
vorhanden		5		
Nicht vorhanden		1		
<b>Daten</b>				
Datengrundlage:	Wassersportstrecken (Angaben der Kantone), Paddelstrecken ( <a href="http://www.rivermap.ch">www.rivermap.ch</a> ), Canyoningstrecken ( <a href="http://www.schlucht.ch">www.schlucht.ch</a> , Canyoning-Führer von Brunner & Bétrisey (2001), Baumgartner, Brunner, & Zimmermann (2010)			
Datensatz:	GR_B05_WaSpo.shp			
Attribut:	-			
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>				
Für diesen Indikator kann das Tool GRB05 angewendet werden.				
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>				
1.	Select by Location → select features from GR_XX that intersect the features in this layer GR_B05_WaSpo.shp → OK. ACHTUNG: Ev. liegt der Punkt nicht direkt im GR → kontrollieren und Ungenauigkeiten von Hand korrigieren.			
2.	Die Canyoning-Strecken liegen noch nicht als Geodaten vor und werden deshalb aus einem Canyoning-Führer übernommen. Dabei werden jene GR, die zwischen Ein- und Ausstieg liegen, direkt im Shapefile GR_XX markiert und den Wert 5 eingegeben.			
3.	Attribute Table von GR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR_B03_Erleb → Field Calculator → GR_B03_Erleb = 5 → OK. Diese GR, in denen ein Erlebnispunkt vorkommt, erhält den Wert 5. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR_B03_Erleb = 1 → OK. Alle GR, in denen keine Erlebnispunkte sind, erhalten den Wert 1.			

# TYP C

## BEREITSTELLENDE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_C01_S1S2</b>	<b>Gewässerschutzzonen S1 &amp; S2</b>	<b>Prioritätsraum</b>
<b>Beschreibung</b>		
In der Schweiz wird der Trink- und Brauwasserbedarf zu mehr als 80 % aus Grundwasservorkommen gedeckt. Um diese Vorkommen zu sichern bezieht das Gewässerschutzgesetz den Schutz des Grundwassers vor nachteiligen Einwirkungen sowie dessen nachhaltige Nutzung. Nachteilige Einwirkungen können durch menschliche Aktivitäten, wie die Auswaschung von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln aus landwirtschaftlich genutzten Flächen oder durch Bauwerke unterhalb des Grundwasserspiegels und durch intensive Überbauungen entstehen. Zum Schutz der Trinkwasserfassungen dienen die Grundwasserschutzzonen. Diese sind in Teilzonen S1-S3 aufgeteilt, welche die Fassung umgeben und zur Fassung hin immer strengere Schutzbestimmungen geltend machen (Spreafico und Weingartner 2005: 95).		
Laut der Gewässerschutzverordnung Ziffer 223 (GschV, 1998) sind im Fassungsbereich S1 nur bauliche Eingriffe und andere Tätigkeiten zulässig, welche der Trinkwasserversorgung dienen. In der Engeren Schutzzone S2 ist das Erstellen von Anlagen stark eingeschränkt oder nicht zulässig (GschV, 1998, Zif. 222 Abs. 1).		
<b>Messskala</b>		
vorhanden		9
nicht vorhanden		1
<b>Daten</b>		
Datengrundlage:	Grundwasserschutzkarte (BAFU)	
Datensatz:	GR_C01_Gewässerschutzzonen_BAFU.shp	
Attribut:	-	
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from GR_XX that intersect the features in this layer GR_C01_Gewässerschutzzonen_BAFU.shp → OK.</li> <li>2. Attribute Table von GR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR_C01_S1S2 → Field Calculator → GR_C01_S1S2 = 9 → OK. Alle GR, die in einer Gewässerschutzzone vorkommen, erhalten den Wert 9. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR_C01_S1S2 = 1 → OK. Alle GR, die nicht in einer Gewässerschutzzone vorkommen, erhalten den Wert 1.</li> </ol>		

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_C02_GW</b>	<b>Grundwasserschutzareale</b>	<b>Prioritätsraum</b>
<b>Beschreibung</b>		
Grundwasserschutzareale unterliegen gemäss Ziffer 23 Absatz 1 der Gewässerschutzverordnung (GschV, 1998) demselben Schutz wie die Engere Schutzzone S2. Sie sichern dort den Schutz, wo eine zukünftige Grundwassernutzung vorgesehen ist (Spreafico und Weingartner 2005: 95).		
<b>Messskala</b>		
vorhanden		9
nicht vorhanden		1
<b>Daten</b>		
Datengrundlage:	Grundwasserschutzareale (BAFU)	
Datensatz:	GR_C02_Grundwasserschutzareale_BAFU.shp	
Attribut:	-	
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		

1. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer Grundwasserschutzareale (BAFU) → OK.
  2. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_C02\_GW → Field Calculator → GR\_C02\_GW = 9 → OK. Alle GR, die in einem Gewässerschutzreal vorkommen, erhalten den Wert 9. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → GR\_C02\_GW = 1 → OK. Alle GR, die nicht in einem Gewässerschutzreal vorkommen, erhalten den Wert 1.
- 

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_C03_WaEnt</b>	<b>Wasserentnahmen für Wasserkraft und andere Nutzungen</b>	<b>Rohstoffnutzung</b>

#### Beschreibung

Zur Energieerzeugung wird Wasser aus dem Gewässer abgeleitet und durch Turbinen geführt. Später wird das Wasser dem Gewässer wieder zugeführt. Solche Entnahmen gibt es bei Pump-, Speicher- und Umleitungswerken während bei Flusskraftwerken kein Wasser entnommen wird.

Als Grundlage für die Beurteilung von Wasserentnahmemengen aus Fließgewässern dient die Abflussmenge  $Q_{347}$ . Im Gewässerschutzgesetz Art. 4 Bst. h (GschG, 1991) ist das  $Q_{347}$  definiert als „Abflussmenge, die, gemittelt über 10 Jahre, durchschnittlich während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird und die durch Stauung, Entnahme oder Zuleitung von Wasser nicht wesentlich beeinflusst ist“. Dabei wird gemäss Restwasserkarte der Schweiz (Kummer et al. 2007: 11) unterschieden in Entnahmen für Wasserkraftnutzung, ...:

- ... die mehr als 50 % der Abflussmenge  $Q_{347}$  beanspruchen.
- ... die weniger als 50 %  $Q_{347}$  entnehmen oder die aus folgenden Gründen aus Umweltsicht mutmasslich nicht relevant sind, wie Entnahmen, die nur wenige Tage pro Jahr in Betrieb sind (z. B. für Museumskraftwerke/-Wasserräder), Entnahmen für den Sommerbetrieb kleinerer Alpkraftwerke, Entnahmen, bei welchen die Restwasserstrecke eingedolt ist.
- ... bei welchen die Daten für eine eindeutige Zuordnung zu einem Typen unbekannt sind.

Unter Wasserentnahmen für andere Nutzungen werden beispielsweise Entnahmen zur landwirtschaftlichen Bewässerung oder zur Kühlung von Industrieanlagen verstanden. In der Restwasserkarte der Schweiz (Kummer et al. 2007: 11) werden folgende Entnahmen für andere Nutzungen unterschieden:

Entnahmen für andere Nutzungen, ...

- ... welche zwischen 20 % und 50 % des  $Q_{347}$  oder mehr als 1 m<sup>3</sup>/s entnehmen.
- ... welche aus folgenden Gründen aus Umweltsicht mutmasslich nicht relevant sind: Entnahmen, die nur wenige Tage oder Wochen pro Jahr in Betrieb sind (z. B. Füllung von Weihern, Brauchwasser für Camping, SAC-Hütten usw.), Entnahmen, bei welchen die Restwasserstrecke eingedolt ist.
- ... bei welchen die Daten für eine eindeutige Zuordnung zu einem Typ unbekannt sind.

Messskala	Werteskala
-----------	------------

Die Skalierung wird gemäss Restwasserkarte der Schweiz (Kummer et al. 2007: 11) übernommen.

Entnahmemenge >50 % des $Q_{347}$	5
Entnahmemenge <50 % des $Q_{347}$ oder unbekannt, aber aus Umweltsicht unbedenklich	4
weitere Entnahmen (Entnahmemenge unbekannt)	3
keine Wasserentnahmen	1

#### Daten

- Datengrundlage: Restwasserkarte (BAFU)  
 Datensatz: GR\_C03\_WasEnt\_WKgroe50\_BAFU11.shp,  
 GR\_C03\_WasEnt\_WKklei50\_odUnbekUnbed\_BAFU11.shp,  
 GR\_C03\_WasEnt\_WKunbek\_BAFU11.shp  
 GR\_C04\_WasEnt\_ANgroe50\_BAFU11.shp,  
 GR\_C04\_WasEnt\_ANklei50\_odUnbekUnbed\_BAFU11.shp,  
 GR\_C04\_WasEnt\_ANunbek\_BAFU11.shp

- Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer GR\_C03\_WasEnt\_WKgroe50\_BAFU11.shp → OK.
2. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_C03\_EntWK → Field Calculator → GR\_C03\_EntWK = 5 → OK. Alle GR, von denen mehr als 50 % des Q<sub>347</sub> entnommen wird, erhalten den Wert 5. Unselect.
3. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer GR\_C03\_WasEnt\_WKklei50\_odUnbekUnbed\_BAFU11.shp → OK.
4. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_C03\_EntWK → Field Calculator → GR\_C03\_EntWK = 4 → OK. Alle GR, von denen die Entnahmemenge kleiner als 50 % des Q<sub>347</sub> oder unbekannt, aber aus Umweltsicht unbedenklich, ist, erhalten den Wert 4. Unselect.
5. Select by Location → select features from GR\_XX that intersect the features in this layer GR\_C03\_WasEnt\_WKunbek\_BAFU11.shp → OK.
6. Attribute Table von GR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_C03\_EntWK → Field Calculator → GR\_C03\_EntWK = 3 → OK. Alle GR, von denen die Entnahmemenge unbekannt ist, erhalten den Wert 3. Unselect.
7. Select by Attributes → Select from GR\_XX where: GR\_C03\_EntWK >= 3. Im Attribute Table → Show Selected Records → Options → Switch Selection → Field Calculator → GR\_C03\_EntWK = 1 → OK. Alle GR von denen kein Wasser entnommen wird erhalten den Wert 1.
8. Es sollte bei den Schritten 1-6 immer überprüft werden, ob alle Wasserentnahmen auch erfasst wurden beim Verschnitt mittels Intersect. Die Bereite der GR kann etwas zu knapp sein, um alle Wasserentnahmestellen zu erfassen, deshalb müssen diese noch von Hand markiert werden. Dabei kann das Gewässernetz als Hilfe zusätzlich ins ArcMap geladen werden, damit gut ersichtlich wird, aus welchem Gewässerabschnitt die Wasserentnahme erfolgt (GR\_C03\_Hilfsmittel\_Gewässernetz\_gn5\_AGI10 → shape → GN5\_GN5ROUTE).

Abk.	Indikator	Komponente
GR_C04_spLei	Spezifische Wasserkraftleistung	Potentielle Wasserkraft

#### Beschreibung

Die Watergisweb AG (Watergisweb AG 2008: 12, 15) hat für jeden Gewässerabschnitt der Schweiz die theoretische elektrische Leistung bzw. das theoretische hydroelektrische Potenzial mittels Multiplikation des mittleren Jahres-Abfluss mit dem Höhenunterschied berechnet. Die verwendete Formel ist:

$$P = Q * \Delta h * g * w$$

P elektrische Leistung in kW

Q Abflussmenge in l/s

Δh Höhenunterschied

G Erdbeschleunigung 9.81 m/s<sup>2</sup>

w Koeffizient für den Wirkungsgrad, Annahme w = 1.0

Danach wurde das Potenzial P durch die Länge des Gewässerabschnitts dividiert. Das Ergebnis ist die theoretische spezifische Wasserkraftleistung in kW/m.

#### Messskala

#### Wertskala

Die Skala konnte von der WaterGisWeb AG (Watergisweb AG 2008) übernommen werden.

sehr hohe Leistung: >3 kW/km	5
hohe Leistung: >1 bis ≤3 kW/m	4
mittlere Leistung: >0.3 bis ≤1 kW/m	3
geringe Leistung: >0.1 bis ≤0.3 kW/m	2
sehr geringe Leistung: 0 bis ≤0.1 kW/m	1

#### Daten

Datengrundlage: Spezifische Leistung (WaterGISWeb AG)

Datensatz: GR\_C04\_spLei\_WaterGISWebAG10.shp  
Attribut: Leistung\_M

### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

### Manuelle Erhebung im GIS

1. Properties von GR\_C04\_spLei\_WaterGISWebAG10.shp öffnen → Query Builder → Definition Query → Leistung\_M >3 eingeben → ok.
2. Select by Location → select features from GR\_XX that contain the features in the layer GR\_C05\_spLei\_kWproM\_WaterGISWebAG10\_verän\_BE.shp.  
ACHTNUNG: Prüfen, ob alle GR, die eine Linie von GR\_C04\_spLei\_WaterGISWebAG10.shp enthalten, auch wirklich ausgewählt sind. Ansonsten von Hand nachkorrigieren. Ebenfalls prüfen, ob ausgewählte GR bereits klassiert wurden; wenn ja, dann prüfen weshalb! Und allenfalls korrigieren.
3. Im Attribute Table von GR\_XX → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR\_C05\_spLei → Field Calculator → GR\_C05\_spLei = 5 → ok.
4. Schritte 2-4 für alle Werte mit folgenden Formeln im Query Builder wiederholen:
  - Leistung\_M >3.00 → Wert 5
  - Leistung\_M >1.00 AND Leistung\_M <=3.00 → Wert 4
  - Leistung\_M >0.300 AND Leistung\_M <=1.00 → Wert 3
  - Leistung\_M >0.100 AND Leistung\_M <=0.300 → Wert 2
  - Leistung\_M <=0.100 → Wert 1

Abk.	Indikator	Komponente
<b>GR_C05_Gefah</b>	<b>Sturz-, Lawinen-, Rutsch-, Wasser- und Einsturzgefahren</b>	<b>Risikovorsorge</b>

### Beschreibung

Gefahrenkarten zeigen auf, welche Siedlungsräume durch Hochwasser, Lawinen, Rutschungen oder Felsstürze bedroht sind. Aus ihnen kann entnommen werden, welche Flächen beim nächsten Unwetter überschwemmt werden könnten, wo Lawinen herunterkommen oder welcher Hang ins Rutschen geraten könnte. Die Gefahrenkarte gibt eine Übersicht über die Gefährdungssituation in den fünf Gefahrenstufen rot, blau, gelb, gelb-weiss gestreift, weiss (BAFU 2009e):

- rot: erhebliche Gefährdung; keine Ausscheidung neuer Bauzonen; keine Errichtung oder Erweiterung von Bauten und Anlagen
- blau: mittlere Gefährdung; Ausscheidung neuer Bauzonen nur nach Vornahme einer Interessenabwägung; Baubewilligungen nur mit Auflagen
- gelb: geringe Gefährdung; Hinweis auf die Gefahrensituation; Empfehlungen für bestehende Bauten und Erwägung von Auflagen für Neubauten
- gelb-weiss schraffiert: Restgefährdung; Hinweis auf die Gefahrensituation; Auflagen bei sensiblen Nutzungen und grossem Schadenpotenzial
- weiss, keine oder vernachlässigbare Gefährdung

### Messskala

### Werteskala

Überwiegt die rote Gefahrenzone in einem Gewässerraum so ist es sehr wahrscheinlich, dass ein Neubau nicht möglich ist. Stark gefährdete Gebiete werden aus wirtschaftlicher Sicht schlechter bewertet (Wert 1) als nicht gefährdete Gebiete (Wert 5).

keine Gefährdung (GST0)	5
Flächenanteil der Restgefährdung (gelb schraffierte Zone) überwiegt (GST1)	4
Flächenanteil der geringen Gefährdung (gelbe Zone) überwiegt (GST 2)	3
Flächenanteil der mittleren Gefährdung (blaue Zone) überwiegt (GST 3)	2
Flächenanteil der erheblichen Gefährdung (rote Zone) überwiegt (GST 4)	1

### Daten

Datengrundlage: Synoptische Gefahrenkarte (aus der kantonalen Naturgefahrenkarte oder Gefahrenhinweiskarte)

Datensatz: GR\_C06\_Gefah.shp

Attribut: GST\_CODE

### Notwendige Arbeitsschritte

Für diesen Indikator kann das Tool GRC05 angewendet werden.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Identity (Analysis Tool → Overlay) öffnen und folgendermassen ausfüllen:
  - Input Feature: GR\_XX
  - Identity Feature: GR\_C06\_Gefah.shp
  - Output Feature: XX.gdb\Zwischenergebnisse\GR\_C06\_Identity\_XX
2. r.MaTa auf GR\_PC06\_Identity\_XX → Open Attribute Table → Table Operations → Exports → GR\_C06\_Identity\_XX.txt → OK.
3. GR\_C06\_Identity\_XX.txt in ein Excel importieren mit Komma getrennt und GR\_C06\_Berechnung\_XX.xls nennen. Alle Spalten löschen ausser GST\_Code, ObjektID und Shape\_Area. Im Excel alle Zeilen mit einem ObjektID = 0 löschen. Mittels Pivot Tabelle die flächenmässig überwiegende Gefahrenstufe pro GR berechnen und ins ArcMap importieren (s. Tabelle XX).
4. GR\_C06\_Identity\_XX.xls ins ArcMap laden → Rechtsklick auf GR\_XX → Joins and Relates → Join:
  - What do you want to join to this layer? Join attributes from a table
  - Choose the field in this layer that the join will be based on: GR\_Nr
  - Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: GR\_C06\_Identity\_XX.xls
  - Choose the field in the table to base the join on: FID\_GR\_XX
5. Attribute table von GR\_XX öffnen → Options → Select by Attributes → Select from GR\_XX\_Tabelle...\$ where: "Tabelle...\$Gefahrenstufe" = 1 → Apply → Show Selected Records
6. r.MaTa auf die Spalte GR\_C06\_Gefah → Field Calculator → GR\_C06\_Gefah = 4 eingeben → OK.  
Dasselbe für folgende Werte wiederholen:
  - dominierende Gefahrenstufe = 1 → Wert 4
  - dominierende Gefahrenstufe = 2 → Wert 3
  - dominierende Gefahrenstufe = 3 → Wert 2
  - dominierende Gefahrenstufe = 4 → Wert 1
7. Select by Attributes öffnen und als Layer GR\_XX wählen, Formel GR\_P6\_Gefah >= 1 eingeben. Im Attribute Table → Show Selected Records → Options → Switch Selection → r.MaTa auf die Spalte GR\_C06\_Gefah → Field Calculator → GR\_C06\_Gefah = 5 eingeben → OK. Alle GR, die keine Gefährdung aufweisen, erhalten den Wert 5.

# LANDSCHAFTSRAUM

## TYP A

### REGULIERENDE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN

Abk.	Indikator	Komponente						
LR_A01_Moore	Moore und Moorlandschaften von besonderer Schönheit und nationaler Bedeutung	geschützte Lebensräume und Objekte						
<b>Beschreibung</b>								
Siehe Indikator GR_A01_Moore								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Messskala</th> <th>Wertskala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>vorhanden</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>nicht vorhanden</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			Messskala	Wertskala	vorhanden	1	nicht vorhanden	0
Messskala	Wertskala							
vorhanden	1							
nicht vorhanden	0							
<b>Daten</b>								
Datengrundlage: Bundesinventar der Moorlandschaften (BAFU)								
Datensatz: LR_A01_Moore_BAFU07.shp								
Attribut: -								
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>								
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.								
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>								
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_A01_Moore_BAFU07.shp → OK.</li> <li>2. Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR_A01_Moore → Field Calculator → LR_A01_Moore = 1 → OK. Alle LR, die in einem Moor oder Moorlandschaft vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → LR_A01_Moore = 0 → OK. Alle LR, die ausserhalb eines Moors oder Moorlandschaft liegen, erhalten den Wert 0.</li> </ol>								

Abk.	Indikator	Komponente						
LR_A02_HM	Hochmoore und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung	geschützte Lebensräume und Objekte						
<b>Beschreibung</b>								
Siehe Indikator GR_A02_HM								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Messskala</th> <th>Wertskala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>vorhanden</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>nicht vorhanden</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			Messskala	Wertskala	vorhanden	1	nicht vorhanden	0
Messskala	Wertskala							
vorhanden	1							
nicht vorhanden	0							
<b>Daten</b>								
Datengrundlage: Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore (BAFU)								
Datensatz: LR_A02_HM_BAFU08.shp								
Attribut: -								
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>								
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.								
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>								
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_A02_HM_BAFU08.shp → OK.</li> <li>2. Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR_A02_HM → Field Calculator → LR_A02_HM = 1 → OK. Alle LR, die in einem Hochmoor vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → LR_A02_HM = 0 → OK. Alle LR, die ausserhalb eines Hochmoors liegen, erhalten den Wert 0.</li> </ol>								

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A03_FM	<b>Flachmoore von nationaler Bedeutung</b>	<b>geschützte Lebensräume und Objekte</b>
<b>Beschreibung</b>		
Siehe Indikator GR_A03_FM		
<b>Messskala</b>		
vorhanden		Wertskala 1
nicht vorhanden		0
<b>Daten</b>		
Datengrundlage:	Bundesinventar der Flachmoore (BAFU)	
Datensatz:	LR_A03_FM_BAFU07.shp	
Attribut:	-	
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_A03_FM_BAFU07.shp → OK.</li> <li>Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR_A03_FM → Field Calculator → LR_A03_FM = 1 → OK. Alle LR, die in einem Flachmoor vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → LR_A03_FM = 0 → OK. Alle LR, die ausserhalb eines Flachmoors liegen, erhalten den Wert 0.</li> </ol>		

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A04_ALG	<b>Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung</b>	<b>geschützte Lebensräume und Objekte</b>
<b>Beschreibung</b>		
Siehe Indikator GR_A04_ALG		
<b>Messskala</b>		
vorhanden		Wertskala 1
nicht vorhanden		0
<b>Daten</b>		
Datengrundlage:	Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete (BAFU)	
Datensatz:	LR_A04_ALG_BAFU07.shp	
Attribut:		
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_A04_ALG_BAFU07.shp → OK.</li> <li>Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR_A04_ALG → Field Calculator → LR_A04_ALG = 1 → OK. Alle LR, die in einem Amphibienlaichgebiet vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu LR_A04_ALG → Field Calculator → LR_A04_ALG = 0 → OK. Alle LR, die ausserhalb eines Amphibienlaichgebiets liegen, erhalten den Wert 0.</li> </ol>		

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A05_TWW	<b>Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung</b>	<b>geschützte Lebensräume und Objekte</b>
<b>Beschreibung</b>		
Wiesen und Weiden werden durch den Menschen seit Jahrtausenden landwirtschaftlich genutzt. Dabei hat er eine enorme Vielfalt hervorgebracht. Die trockenen Wiesen und Weiden sind magere Standorte. Da sie nur eine		

extensive Bewirtschaftung erlauben, sind die Erträge vergleichsweise gering. Da sich heute die traditionelle Bewirtschaftung von Trockenwiesen und -weiden nicht mehr überall lohnt, geht ihr Bestand in der Schweiz drastisch zurück: Seit den 1950er Jahren sind rund 90 % der Trockenwiesen und -weiden in der Schweiz verschwunden (BAFU 2010c).

Messskala	Wertskala
vorhanden	1
nicht vorhanden	0
<b>Daten</b>	
Datengrundlage:	Bundesinventar der Trockenwiesen und -weiden (BAFU)
Datensatz:	LR_A05_TWW_BAFU10.shp
Attribut:	-
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>	
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.	
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_A05_TWW_BAFU10.shp → OK.</li> <li>2. Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR_A05_TWW → Field Calculator → LR_A05_TWW = 1 → OK. Alle LR, die in Trockenwiesen oder -weiden vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR_A05_TWW → Field Calculator → LR_A05_TWW = 0 → OK. Alle LR, die ausserhalb von Trockenwiesen und -weiden liegen, erhalten den Wert 0.</li> </ol>	

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A06_BLN	Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung	geschützte Lebensräume und Objekte

#### Beschreibung

Der Druck auf die noch unversehrten Landschaften hat in den letzten 60 Jahren stark zugenommen, u.a. durch Baugebietserweiterungen, neue Verkehrsachsen und durch touristische Erschliessungen. Um dieser Entwicklung entgegen zu steuern und die letzten noch unversehrten Gebiete zu erhalten, wurde das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) erstellt. Inzwischen wurden 162 Objekte im Inventar aufgenommen. Das Inventar beinhaltet also die besonders wertvollen Landschaften und Naturdenkmäler der Schweiz. Das Inventar hat zum Ziel die Vielfalt und Eigenart der einzelnen Objekte zu bewahren und gleichzeitig zur Erhaltung der landschaftlichen Schönheit, der natürlichen Ressourcen und der Biodiversität der Schweiz beizutragen (BAFU 2009d).

Das BLN führt gemäss *Empfehlung zur Erarbeitung kantonaler Schutz- und Nutzungsstrategien im Bereich Kleinwasserkraftwerke* des Bundes (BAFU et al. 2011: 14) bei einer schwerwiegenden Beeinträchtigung des Schutzzieles zum Ausschluss eines Kleinwasserkraftwerks, weil das Nutzungsinteresse das Erhaltungsinteresse nach NHG Artikel 6 nicht zu überwiegen vermag. Bei keiner oder einer geringfügigen Beeinträchtigung kann es jedoch zu einer Interessensabwägung gemäss NHG Artikel 6 kommen. Aus diesen verschiedenen Verfahrensmöglichkeiten ist eine detailliertere Untersuchung der Schutzziele der betroffenen BLN-Objekte nötig. Indikatoren, die zum Ausschluss führen können, sind mit einem „\*“ gekennzeichnet.

Messskala	Wertskala
vorhanden	1
nicht vorhanden	0
<b>Daten</b>	
Datengrundlage:	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (BAFU)
Datensatz:	LR_A06_BLN_BAFU01.shp
Attribut:	-
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>	
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.	
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_A06_BLN_BAFU01.shp → OK.</li> </ol>	

2. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR\_A06\_BLN → Field Calculator → LR\_A06\_BLN = 1 → OK. Alle LR, die in einer Landschaft oder einem Naturdenkmal von nationaler Bedeutung vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR\_A06\_BLN → Field Calculator → LR\_A06\_BLN = 0 → OK. Alle LR, die ausserhalb der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung liegen, erhalten den Wert 0.

Abk.	Indikator	Komponente						
LR_A07_NP	<b>bestehende und geplante Nationalpärke</b>	<b>geschützte Lebensräume und Objekte</b>						
<b>Beschreibung</b>								
Geplante Kandidaten für einen Nationalpark sind der Parc Adula, welcher bereits das Label „Nationalpark-Kandidat“ trägt sowie der Parco Nazionale del Locarnese. Bei letzterem wird der Bund noch bekannt geben, ob er ebenfalls das Label tragen darf (Toscan 2011: 6ff.). Ein detaillierterer Beschrieb des Indikators kann unter GR_A09_NP nachgelesen werden.								
<b>Messskala</b> <table> <tr> <td>vorhanden</td> <td>Wertskala</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>nicht vorhanden</td> <td></td> <td>0</td> </tr> </table> <b>Daten</b> <p>Datengrundlage: Schweizer Nationalpärke (BAFU)        Datensatz: LR_A07_Nationalpark_BAFU01.shp        Attribut: -</p>			vorhanden	Wertskala	1	nicht vorhanden		0
vorhanden	Wertskala	1						
nicht vorhanden		0						
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>								
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.								
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>								
<ol style="list-style-type: none"> <li>Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_A07_Nationalpark_BAFU01.shp → OK.</li> <li>Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR_A07_NP → Field Calculator → LR_A07_NP = 1 → OK. Alle LR, die in einem Nationalpark vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR_A07_NP → Field Calculator → LR_A07_NP = 1 → OK. Alle LR, die nicht in einem Nationalpark vorkommen, erhalten den Wert 0.</li> </ol>								

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A08_RegNa	<b>bestehende und geplante Regionale Naturpärke</b>	<b>geschützte Lebensräume und Objekte</b>
<b>Beschreibung</b>		
Da bei regionalen Naturpärken keine Kernzone wie bei den Nationalpärken ausgeschieden werden müssen, schiessen sie „wie Pilze aus dem Boden“. Sie bestehen also lediglich aus einer Umgebungszone (Toscan 2011: 9). Damit eine ganzheitliche nachhaltige Entwicklung sichergestellt werden kann, werden ganze Gemeindeflächen in den Perimeter aufgenommen und die sozio-ökonomischen Aktivitäten der Bevölkerung werden integriert. Dabei stützt sich das Parkkonzept auf thematische Schwerpunkte, welche durch bestehende Besonderheiten der Region wie beispielsweise deren Natur- und Kulturwerte, touristische Aktivitäten, Kunsthandwerk, etc. geprägt sind (BAFU 2010i).		
Gemäss der BAFU Homepage (BAFU 2012b) gibt es momentan 10 anerkannte Pärke und vier Parkkandidaten:		
Anerkannte Pärke:		
1. UNESCO Biosphäre Entlebuch	6. Biosfera Val Müstair	
2. Naturpark Thal	7. Regionaler Naturpark Gantrisch	
3. Binntal	8. Parc Ela	
4. Parc régional Chasseral	9. Parc naturel régional Gruyère Pays-d'Enhaut	
5. Regionaler Naturpark Diemtigtal	10. Regionaler Naturpark Jurapark Aargau (AG/SO)	
Parkkandidaten:		
1. Naturpark Beverin	8. Parc naturel régional Jura vaudois	

2. Parc naturel régional du Doubs	9. Regionaler Naturpark Pfyn-Finges
<b>Messskala</b>	<b>Wertskala</b>
vorhanden	1
nicht vorhanden	0
<b>Daten</b>	
Datengrundlage:	Regionale Naturpärke (BAFU)
Datensatz:	LR_A08_RegNa_BAFU11.shp
Attribut:	-
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>	
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.	
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>	
1.	Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_A08_RegNa_BAFU11.shp → OK.
2.	Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR_A08_RegNa → Field Calculator → LR_A08_RegNa = 1 → OK. Alle LR, die in einem regionalen Naturpark vorkommen, erhalten der Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR_A08_RegNa → Field Calculator → LR_A08_RegNa = 1 → OK. Alle LR, die nicht in einem regionalen Naturpark vorkommen, erhalten den Wert 0.

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A09_Jagdb	Eidgenössische Jagdbanngebiete	geschützte Lebensräume und Objekte

#### Beschreibung

Jagdbanngebiete dienen gemäss Art. 1 der Verordnung über die eidgenössischen Jagdbanngebiete (VEJ, 1991) sowohl dem Schutz und der Erhaltung von seltenen und bedrohten wildlebenden Säugetieren und Vögeln und ihrer Lebensräume sowie der Erhaltung von gesunden Beständen jagdbarer Arten. Der Schutz der Artenvielfalt und der Lebensräume ist gemäss Art. 5 und 6 durch das Jagdverbot (unter Vorbehalt der Art. 2 und 9), die Regelung zur Minimierung der Störungen und die Lebensraumschutzbestimmungen gegeben. Dank der Ausscheidung von eidgenössischen Jagdbanngebieten konnten sich Ende 19. Jahrhundert unter Druck geratene Wildtierbestände wieder erholen (BAFU 2010e).

<b>Messskala</b>	<b>Wertskala</b>
vorhanden	1
nicht vorhanden	0

#### Daten

Datengrundlage: Eidgenössische Jagdbanngebiete (BAFU)  
Datensatz: LR\_A09\_Jagdb\_BAFU10.shp  
Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from LR\_XX that intersect the features in this layer  
LR\_A09\_Jagdb\_BAFU10.shp → OK.
2. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR\_A09\_Jagdb → Field Calculator → LR\_A09\_Jagdb = 1 → OK. Alle LR, die in einem Jagdbanngebiet vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR\_A09\_Jagdb → Field Calculator → LR\_A09\_Jagdb = 1 → OK. Alle LR, die nicht in einem Jagdbanngebiet vorkommen, erhalten den Wert 0.

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A10_NSG	kantonale Naturschutzgebiete	geschützte Lebensräume und Objekte

#### Beschreibung

Gemäss kantonalem Naturschutzgesetz (1992) Art. 6 Abs. 2 werden die durch die Gesetzgebung oder durch Beschluss unter Schutz gestellten Gebiete als Naturschutzgebiete bezeichnet. Es geht dabei gemäss Art. 1 Abs. a und b darum die natürlichen und naturnahen Lebensräume der wildlebenden einheimischen Tiere und Pflanzen je für sich und als Lebensraumverbund zu schützen, wo nötig wiederherzustellen oder zu schaffen und die einheimische Tier- und Pflanzenwelt zu erhalten und zu fördern. Kantonale Naturschutzgebiete sind naturnahe und vielfältige Lebensräume, die nur extensiv genutzt werden. Durch Naturschutzgebiete werden die Lebensräume bedrohter Arten geschützt (LANAT 2012).

Messskala		Wertskala		
vorhanden		1		
nicht vorhanden		0		
Daten				
Datengrundlage:	Kantonale Naturschutzgebiete (kantonale Abteilung für Naturschutz)			
Datensatz:	LR_A10_NSG.shp			
Attribut:	-			
Notwendige Arbeitsschritte				
Für diesen Indikator kann das Tool LRA10 angewendet werden.				
Manuelle Erhebung im GIS				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_A10_NSG.shp → OK.</li> <li>2. Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR_A10_NSG → Field Calculator → LR_A10_NSG = 1 → OK. Alle LR, die in einem Naturschutzgebiet vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR_A10_NSG → Field Calculator → LR_A10_NSG = 1 → OK. Alle LR, die nicht in einem Naturschutzgebiet vorkommen, erhalten den Wert 0.</li> </ol>				

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A11_Ramsa	Ramsar-Gebiete	geschützte Lebensräume und Objekte

#### Beschreibung

Gemäss Art. 1 des Übereinkommens über Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung (1975) sind Ramsar-Gebiete Feuchtgebiete wie Feuchtwiesen, Moor- und Sumpfgebiete oder Gewässer, die natürlich oder künstlich, dauernd oder zeitweilig, stehend oder fliessend, Süß-, Brack- oder Salzwasser, einschliesslich solcher Meerengebiete, die eine Tiefe von sechs Metern bei Niedrigwasser nicht übersteigen. Laut Art. 2 sind Wat- und Wasservögel von Feuchtgebieten ökologisch abhängig. In Art. 4 Abs. 1 steht, dass jede Vertragspartei die Erhaltung von Feuchtgebieten sowie von Wat- und Wasservögeln dadurch fördert, dass Feuchtgebiete zu Schutzgebieten erklärt werden und in angemessenem Umfang für ihre Aufsicht gesorgt wird.

Weitere Informationen zu Ramsar-Gebieten können unter dem Indikator GR\_A06\_WZV nachgelesen werden.

Messskala		Wertskala
vorhanden		1
nicht vorhanden		0
Daten		
Datengrundlage:	Ramsar-Gebiete (BAFU)	
Datensatz:	LR_A11_Ramsar_BAFU07.shp	
Attribut:	-	

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from LR\_XX that intersect the features in this layer LR\_A11\_Ramsar\_BAFU07.shp → OK.
2. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR\_A11\_Ramsa → Field Calculator → LR\_A11\_Ramsa = 1 → OK. Alle LR, die in einem Ramsar-Gebiet vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR\_A11\_Ramsa → Field Calculator → LR\_A11\_Ramsa = 1 → OK. Alle LR, die nicht in einem Ramsar-Gebiet vorkommen,

erhalten den Wert 0.

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A12_Smara	Smaragd-Gebiete	geschützte Lebensräume und Objekte
<b>Beschreibung</b>		
Smaragd bezeichnet europäische Lebensräume von Arten, die auf nationalem Niveau besonderer Schutzmaßnahmen bedürfen. So hat die Schweiz für gewisse Pflanzen-, Tierarten und Lebensräume, die in der Schweiz häufig vorkommen – weltweit aber als gefährdet gelten, eine besondere Verantwortung. Jeder Staat soll, die europaweit gefährdeten Lebensräume, die Standorte für wilde Flora und Fauna und die bedeutenden Stätten wandernder Arten bezeichnen und sichern (BAFU 2010f).		
Gemäss der Empfehlung des Bundes (BAFU et al. 2011: 16) kommt es nach Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG, 1966) Art. 18 Abs. 1 <sup>ter</sup> bei einer Beeinträchtigungen des schutzwürdigen Lebensraums durch technische Eingriffe zu einer Interessensabwägung. Indikatoren, die zum Ausschluss führen können, sind mit einem „*“ gekennzeichnet, wobei objektspezifische Recherchen nötig sind.		
<b>Messskala</b>		<b>Wertskala</b>
vorhanden		1
nicht vorhanden		0
<b>Daten</b>		
Datengrundlage:	Smaragd-Gebiete (BAFU)	
Datensatz:	LR_A12_Smaragd_BAFU09.shp	
Attribut:	-	
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_A12_Smaragd_BAFU09.shp → OK.</li> <li>2. Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR_A12_Smara → Field Calculator → LR_A12_Smara = 1 → OK. Alle LR, die in einem Smaragd-Gebiet vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR_A12_Smara → Field Calculator → LR_A12_Smara = 1 → OK. Alle LR, die nicht in einem Smaragd-Gebiet vorkommen, erhalten den Wert 0.</li> </ol>		

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A13_Biosp	UNESCO Biosphärenreservate	geschützte Lebensräume und Objekte
<b>Beschreibung</b>		
Damit eine Region als UNESCO Biosphärenreservat anerkannt werden kann, muss ein Teil mit den Vorgaben für einen regionalen Naturpark übereinstimmen. Aus diesem Grund können in der Schweiz nur Regionen, die über das Parklabel verfügen einen UNESCO-Biosphärenreservat-Kandidat werden. Eine Region kann das UNESCO-Biosphärenreservat-Label erhalten, wenn sie folgende Indikatoren erfüllt (BAFU 2010b):		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sie umfasst repräsentative Ökosysteme der biogeografischen Regionen der Welt;</li> <li>▪ Sie ist von grosser Wichtigkeit für die Erhaltung der Biodiversität;</li> <li>▪ Sie ermöglicht eine nachhaltige Entwicklung sowie Forschung auf diesem Gebiet;</li> <li>▪ Sie besitzt eine oder mehrere Kernzonen, die von einer Pflegezone umgeben sind, die den Schutz der Ökosysteme sichert</li> <li>▪ Sie besitzt eine Entwicklungszone, in der eine nachhaltige Nutzung der Ressourcen möglich ist;</li> <li>▪ Sie fügt sich in eine Organisationsform ein, die unter anderem die Mitwirkung der Bevölkerung und wichtiger Akteure vorsieht.</li> </ul>		

Über das Label verfügen die beiden Pärke UNESCO Biosphäre Entlebuch und der Schweizerische Nationalpark.

Messskala	Wertskala

vorhanden	1
nicht vorhanden	0

#### Daten

Datengrundlage: UNESCO Biosphärenreservate (BAFU)

Datensatz: LR\_A13\_Biosp\_BAFU11.shp

Attribut:

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from LR\_XX that intersect the features in this layer LR\_A13\_Biosp\_BAFU11.shp → OK.
2. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR\_A13\_Biosp → Field Calculator → LR\_A13\_Biosp = 1 → OK. Alle LR, die in einem Biosphärenreservat vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR\_A13\_Biosp → Field Calculator → LR\_A13\_Biosp = 1 → OK. Alle LR, die nicht in einem Biosphärenreservat vorkommen, erhalten den Wert 0.

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A14_WNatu	UNESCO Weltnaturerbe-Gebiete	geschützte Lebensräume und Objekte

#### Beschreibung

Die UNESCO-Konvention wurde zum Schutz der Kultur- und Naturerbe der Welt 1972 gegründet. Der Schutz und die Erhaltung ausserordentlicher Kulturreistungen und einzigartiger Naturphänomene, die einen aussergewöhnlichen universellen Wert besitzen, soll in die Obhut der gesamten Menschheit gestellt werden (UNESCO 2009).

Die Schweiz hat derzeit drei UNESCO-Weltnaturerbe-Gebiete (BAFU 2009c):

- UNESCO-Welterbe Schweizer Alpen Jungfrau-Aletsch
- Monte San Giorgio, UNESCO-Welterbe
- Schweizer Tektonikarena Sardona

Messskala	Werteskala
vorhanden	1
nicht vorhanden	0

#### Daten

Datengrundlage: UNESCO Weltnaturerbe-Gebiete (UNESCO)

Datensatz: LR\_A14\_WNatu\_BAFU08.shp

Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from LR\_XX that intersect the features in this layer LR\_A14\_WNatu\_BAFU08.shp → OK.
2. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR\_A14\_WNatu → Field Calculator → LR\_A14\_WNatu = 1 → OK. Alle LR, die in einem Weltnaturerbe-Gebiet vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR\_A14\_WNatu → Field Calculator → LR\_A14\_WNatu = 1 → OK. Alle LR, die nicht in einem Weltnaturerbe-Gebiet vorkommen, erhalten den Wert 0.

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A15_SNPs	Rechtskräftige Schutz- und Nutzungsplanung	geschützte Lebensräume und Objekte

#### Beschreibung

Schutz- und Nutzungsplanungen bilden ein Instrument des Gewässerschutzgesetztes und erlauben in besonde-

ren Fällen die Restwassermenge tiefer anzusetzen als die gesetzlichen Mindestanforderungen vorgeben. Aus schlaggebend sind Fälle, in denen durch kleine Abweichungen vom Gewässerschutzgesetz bedeutende Mengen an zusätzlicher Energie aus der Stromproduktion wirtschaftlich günstig gewonnen werden können. Voraussetzung für eine solche Ausnahme ist, dass im gleichen Gebiet durch geeignete Massnahmen, wie beispielsweise ein Nutzungsverzicht eines anderen Gewässers oder die Herstellung von Fischpässen, ein Ausgleich stattfindet. Die Mehrnutzung soll vor allem Gewässerabschnitte betreffen, deren Nutzung mit geringem ökologischen Wertverlust verbunden ist, während die zusätzlichen Schutzmaßnahmen zu ökologisch wertvollen Verbesserungen im Gewässer führen (Bolliger et al. 2009: 5ff.).

Bis Ende 2006 wurden vom Bundesrat folgende SNP genehmigt (Bolliger et al. 2009: 19):

1. Rondchâtel/Chaffat (BE)
2. Schattenhalb (BE)
3. Twannbach (BE)
4. Linth/Limmern (GL)
5. Sernf/Niedererbach (GL)
6. Islas/St. Moritz (GR)
7. Oberes Puschlav (GR)
8. Prättigau/Davos (GR)
9. Val Müstair (GR)
10. Lungerersee/Grosse Melchaa (OW)
11. Ponte Brolla (TI)

Laut Empfehlung des Bundes (BAFU et al. 2011: 14) kann die Schutzkategorie bei rechtskräftigen Schutz- und Nutzungsplanungen nach Art. 32 Bst. c des Gewässerschutzgesetzes (GschG, 1991) nicht a priori festgelegt werden. Sie hängt von den jeweiligen Gegebenheiten oder bestehenden Schutzbestimmungen ab. Detaillierte Recherchen pro SNP sind nötig.

Messskala	Wertskala
vorhanden	1
nicht vorhanden	0
<b>Daten</b>	
Datengrundlage:	Schutz- und Nutzungsplanung nach Gewässerschutzgesetz (BAFU 2009 und kantonale Abteilungen für Gewässer)
Datensatz:	LR_A15_SNPs.shp
Attribut:	-

#### Notwendige Arbeitsschritte

Für diesen Indikator kann das Tool LRA15 angewendet werden.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from LR\_XX that intersect the Source layer feature LR\_A15\_SNPs.shp → OK.
2. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR\_A15\_SNPs → Field Calculator → LR\_A15\_SNPs = 1 → OK. Alle LR, die in einem Weltnaturerbe-Gebiet vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR\_A15\_SNPs → Field Calculator → LR\_A15\_SNPs = 1 → OK. Alle LR, die nicht in einem Weltnaturerbe-Gebiet vorkommen, erhalten den Wert 0.

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A16_WaRe	Waldreservate	geschützte Lebensräume und Objekte

#### Beschreibung

In Waldreservaten wird entweder ganz auf forstliche Eingriffe verzichtet, so dass sich der Wald frei entwickeln kann (Naturwaldreservate, NWR), oder es werden mit gezielten Eingriffen bestimmte Arten und Biotope erhalten und gefördert (Sonderwaldreservate, SWR). Werden die beiden Reservattypen miteinander kombiniert, nennt man dies ein Komplexreservat (KWR) (BAFU 2010a). Erfasst werden Waldreservate gemäß NHG Art. 18 und WaG Art. 20.

Messskala	Wertskala
-----------	-----------

vorhanden	1
nicht vorhanden	0

#### Daten

Datengrundlage: Waldreservate  
 Datensatz: LR\_A16\_WaRe.shp  
 Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Für diesen Indikator kann das Tool LRA16 angewendet werden.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from LR\_XX that intersect the features in this layer LR\_A16\_WaRe.shp → OK.
2. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR\_A16\_WaRe → Field Calculator → LR\_A16\_WaRe = 1 → OK. Alle LR, die in einem Waldreservat vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR\_A16\_WaRe → Field Calculator → LR\_A16\_WaRe = 1 → OK. Alle LR, die nicht in einem Waldreservat vorkommen, erhalten den Wert 0.

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A17_KtInv	Kantonale Inventare	geschützte Lebensräume und Objekte

#### Beschreibung

Gemäss Homepage der Abteilung Naturförderung des Kantons Bern gibt es folgende kantonale Inventare (LANAT 2012):

- Geschützte Botanische Objekte: sind gemäss Art. 30 Abs. 2 des kantonalen Naturschutzgesetztes (Naturschutzgesetz, 1992) wichtige, markante oder wertvolle Einzelbäume oder -büschte, Baumgruppen und Alleen.
- Geschützte Geologische Objekte: sind gemäss Art. 30 Abs. 1 des kantonalen Naturschutzgesetztes (Naturschutzgesetz, 1992) erratische Blöcke, Gletscherschliffe, Gletschermühlen, geologische Aufschlüsse, Fundstellen von Mineralien und Versteinerungen, Höhlen und Quellen von entstehungsgeschichtlichem oder wissenschaftlichem Interesse oder von besonderer Schönheit.
- Feuchtgebiete: sind nicht bewaldete, feuchte bis nasse Grünländer, die bewirtschaftbar und normalerweise auf landwirtschaftliche Nutzung angewiesen sind. Sie werden auch Flachmoore oder Moore, Nasswiesen, Rieder, Sümpfe oder Lischegebiete genannt (LANAT 2011b).
- Trockenstandorte: auch Magerwiesen und -weiden genannt, kommen auf nährstoffarmen und trockenen Böden vor. Sie zählen zu den artenreichsten Lebensräumen der Schweiz (LANAT 2011a)
- Waldnaturschutzinventar: darin sind die seltene Waldgesellschaften und naturkundlich bedeutenden Objekte gemäss NHG Art. 18. erfasst (LANAT 2011c: 8).

Messskala	Wertskala
vorhanden	1
nicht vorhanden	0

#### Daten

Datengrundlage: Waldnaturschutzinventar, Trockenstandorte, Feuchtgebiete, Geschützte Botanische und Geologische Objekte (kantonale Abteilung für Naturschutz)  
 Datensatz: LR\_A17\_KtInv.shp  
 Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Für diesen Indikator kann das Tool LRA17 angewendet werden.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from LR\_XX that intersect the features in this layer LR\_A17\_KtInv.shp → OK.
2. Select by Location → add to the currently selected features in LR\_XX that intersect LR\_A17\_KtInv.shp (Punkt)
3. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR\_A17\_KtInv → Field

Calculator → LR\_A17\_KtInv = 1 → OK. Alle LR, die in einer kantonalen Inventarfläche vorkommen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf LR\_A17\_KtInv → Field Calculator → LR\_A17\_KtInv = 1 → OK. Alle LR, die nicht in einer kantonalen Inventarfläche vorkommen, erhalten den Wert 0.

Abk.	Indikator	Komponente		
<b>LR_A18_BDM</b>	<b>BDM; Gefässpflanzen</b>	<b>Biodiversität</b>		
<b>Beschreibung</b>				
Die Koordinationsstelle BDM Schweiz (Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz 2009: 15) des BAFU überwacht die langfristige Entwicklung der biologischen Vielfalt in der Schweiz. Neben den Tieren und Pflanzen gehören auch verschiedene Lebensräume, die genetische Variabilität innerhalb der Arten sowie die Vielfalt der ökologischen Prozesse dazu.				
Für diese Arbeit ist die vorhergesagte Artenvielfalt auf Landschaftsebene (Indikator Artenvielfalt in Landschaften, Z7) relevant, wobei die Vielfalt von Gefässpflanzen auf Messflächen von jeweils einem Quadratkilometer dargestellt werden. Die Karten zeigen, wie vielfältig ganze Landschaftsausschnitte sind (Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz 2009: 16).				
<b>Messskala</b>		<b>Wertskala</b>		
vorhanden		1		
nicht vorhanden		0		
<b>Daten</b>				
Datengrundlage:	Biodiversitätsmonitoring vaskulärer Pflanzen (WSL)			
Datensatz:	map_jbi_08_nl			
Attribut:	-			
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>				
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.				
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>				
Von Hand diese LR markieren, die zu mehr als 50 % ihrer Fläche eine grosse Anzahl an Arten aufweisen und diesen den Wert 1 im Attribute Table zuweisen. Alle anderen LR erhalten den Wert 0.				

Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_A19_RoLis</b>	<b>Rote Liste Arten, prioritäre Arten oder Arten mit APN-Schutzstatus</b>	<b>Biodiversität</b>
<b>Beschreibung</b>		
Die Rote Liste ist eine Dokumentation der Gefährdung der Arten und des Wandels der Artenvielfalt. Es wird unter folgenden für diese Arbeit relevanten Gefährdungskategorie unterschieden (Moser et al. 2002: 13ff):		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CR (Critically Endangered - vom Aussterben bedroht)</li> <li>▪ EN (Endangered - stark gefährdet)</li> <li>▪ VU (Vulnerable - verletzlich)</li> </ul>		
Prioritäre Arten sind Arten, die aufgrund ihrer Gefährdung und der hohen internationalen Verantwortung, welche die Schweiz für sie trägt, eine nationale Priorität aus Sicht der Arterhaltung und -förderung besitzen (BAFU, 2011a, S. 9).		
Die Auswahl der für diese Arbeit relevanten Arten wurden aus dem Kriterenkatalog für ökologische Wasserkraftwerke des WWF Schweiz (WWF Schweiz et al. 2008: 36f) übernommen. Dies sind folgende:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Säugetiere: Biber, Wasserspitzmaus, Fischotter, Ilties</li> <li>▪ Brutvögel: Wachtelkönig, Feldschwirl, Drosselrohrsänger, Flussregenpfeifer, Flussuferläufer, Eisvogel, Lachmöve, Zwergdommel, Grosser Brachvogel, Bekassine, Kiebitz, Flusseeschwalbe</li> <li>▪ Fische: Moorg rundel, Roi du Doubs, Sofie, Savetta, Nase, Seeforelle, Ghiozzo, Alborelle, Bachneunauge, Bitterling, Agone, Barben, Pigo, Triotto, Strigione, Äsche, Schneider, Strömer</li> <li>▪ Amphibien: alle</li> <li>▪ Reptilien: alle</li> <li>▪ Krebstiere: einheimische Krebsarten</li> <li>▪ Mollusken: Kleine Flussmuschel</li> <li>▪ Insekten: Libellen, Schwimmkäfer, Heuschrecken, Eintagsfliegen, Köcherfliegen, Steinfliegen</li> </ul>		

Messskala	Wertskala
eine Art der Komponente Critically Endangered (CR), Endangered (EN), Vulnerable (VU) oder eine prioritäre Art der Wertskala 1, 2, 3 oder eidgenössisch geschützte Art (APN) der Wertskala 2, 2a, 3 vorhanden	1
keine Roten Liste, prioritäre oder nach APN geschützte Arten vorhanden	0
Daten	
Datengrundlage:	Rote Liste Arten, prioritäre Arten, APN Arten (CSCF und Schweizerische Vogelwarte Sempach)
Datensatz:	LR_A19_RoteListeArt_CSCF13.shp
Attribut:	-
Notwendige Arbeitsschritte	
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.	
Manuelle Erhebung im GIS	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_A19_RoteListeArt_CSCF13.shp → OK.</li> <li>Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte GR_A19_RoLis → Field Calculator → LR_A19_RoLis = 1 → OK. Alle LR, die Rote Liste Arten aufweisen, erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → LR_A19_RoLis = 1 → OK. Alle LR, die keine Rote Liste Arten enthalten, erhalten den Wert 0.</li> </ol>	

Abk.	Indikator	Komponente
LR_A20_REN	Fliessgewässer/Seen oder Feuchtgebiete gemäss REN	Vernetzung

#### Beschreibung

Das Projekt REN, Réseau Ecologique National (national ökologisches Netzwerk), dient als Planungshilfe zur Vernetzung von Populationen und Lebensräumen. Es geht darum Lebensräume zu erhalten, wiederherzustellen und untereinander zu vernetzen um die Artenvielfalt zu erhalten. Als Planungshilfe zeigt es mithilfe von Karten Lebensräume und deren Vernetzungssachsen auf. Dabei berücksichtigt es nicht nur die aktuelle Situation, sondern auch das Potential der Landschaft (BAFU 2010h).

Es wird zwischen folgenden relevanten Vernetzungsvarianten unterschieden (Berthoud et al. 2004: 18ff):

- Kerngebiete umfassen hinsichtlich der Artenvielfalt hochwertige Lebensräume.
- Aufwertungsgebiete in fragmentierten oder beeinträchtigten Landschaften erlauben es, die Entwicklungsmöglichkeiten der Kerngebiete zu bewahren und zu verbessern oder die Verbindungen in den Lebensräumen zu fördern.
- Ökologische Korridore sind Verbindungselemente zwischen Ökosystemen oder zwischen verschiedenen Habitaten, die den entsprechenden Arten dieser Habitate Bewegungen ermöglichen.

Für diese Arbeit sind die Kontinuen der Feuchtgebiete, bestehend aus Gebieten entlang von Wasserläufen sowie Sümpfe, Wiesen und Kulturen in Auengebieten und die Kontinuen der aquatischen Lebensräume, bestehend aus Fliessgewässern und verschiedenen Stehgewässern des hydrografischen Netzes, relevant.

Messskala	Wertskala
Kerngebiet, Ausbreitungsgebiet, Kontinuum, ökologischer Korridor oder Insel vorhanden	1
kein Vernetzungselement vorhanden	0

Daten	
Datengrundlage:	Nationales ökologisches Netzwerk (BAFU)
Datensatz:	LR_A20_aqua_BAFU08.shp; LR_A20_humide_BAFU08.shp
Attribut:	-

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

Manuelle Erhebung im GIS	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Die Fliessgewässer/Seen (LR_A20_aqua_BAFU08.shp) können mittels Intersect ausgewählt werden: Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_A20_aqua_BAFU08.shp → OK.</li> <li>Die Feuchtgebiete können mittels intersect ausgewählt werden: Select by Location → add to currently selected features in LR_XX that intersect the features in this layer LR_A20_humide_BAFU08.shp → OK.</li> </ol>	

3. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR\_A20\_REN → Field Calculator → LR\_A20\_REN = 1 → OK. Alle LR, die sich mit einem Feuchtgebiet überlagern, erhalten den Wert 1.
  4. Select by Attributes:
    - Layer: LR\_XX
    - Select from LR\_XX where "LR\_A20\_REN" = 1
  5. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected Records → Options → Switch Selection → r.Ma.Ta. auf Spalte LR\_A20\_REN → Field Calculator → LR\_A20\_REN = 0 eingeben → OK. Alle LR, die sich nicht mit einem REN-Gebiet schneiden, erhalten den Wert 0.
- 

Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_A21_Zers</b>	<b>Zerschneidung der Landschaft</b>	<b>Landschaft</b>

#### Beschreibung

Die Landschaftszerschneidung hat in der Schweiz in den letzten 120 Jahren um 70 % zugenommen. Strassen, Bahnlinien und Siedlungen wirken auf viele Tier- und Pflanzenarten als Hindernisse und schränken ihre Bewegungen ein. Auch auf den Menschen können verkehrsreiche Strassen hindernd wirken, weil sie sich als Fussgänger nicht frei bewegen können (WSL 2008).

Die Zerschneidung der Landschaft wird in dieser Arbeit anhand des Vorkommens von Strassen und Schienen im Landschaftsraum erfasst.

Messskala	Werteskala
Sollte umgekehrt sein!? keine Zerschneidung des Landschaftsraums durch Strassen und Schienen	1
?! Strassen und Schienen zerschneiden den Landschaftsraum	0

Daten
Datengrundlage: Strassennetz; Tramlinien, Bahnlinien, Ortverkehrslinien, Buslinien (Vektor25 der Swisstopo oder Verkehrswerte der kantonalen Abteilungen für Verkehr)
Datensatz: LR_A21_Zers.shp
Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Für diesen Indikator kann das Tool LRA21 angewendet werden.

Manuelle Erhebung im GIS
1. Select features from LR_XX that intersect LR_A21_Zers.shp → Attribute Table → Rechtsklick auf LR_A21_Zers → Field Calculator → LR_A21_Zers = 0 eingeben → OK.
2. Attribute Table → Rechtsklick auf LR_A21_Zers → Switch Selection → Field Calculator → LR_A21_Zers = 1 eingeben → OK.

---

Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_A22_Wald</b>	<b>Waldflächen</b>	<b>Bodenbedeckung</b>

#### Beschreibung

Der Wald bildet eine wichtige Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und Pflanzen. Er stellt sowohl Nutz-, wie auch Schutz- und Erholungsfunktionen zur Verfügung (BAFU 2012a).

Messskala	Werteskala
Der Landschaftsraum muss mindestens 30 % Waldanteil aufweisen um den Wert 1 zu erhalten.	

Wald macht mehr als 30 % des Landschaftsraums aus	1
Wald macht weniger als 30 % des Landschaftsraums aus	0

Daten
Datengrundlage: Geschlossener Wald der amtlichen Vermessung
Datensatz: LR_A22_Wald.shp
Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Für diesen Indikator kann das Tool LRA22 angewendet werden.

## Manuelle Erhebung im GIS

1. Mit dem Tool Identity die Fläche des Waldes pro LR berechnen lassen:
  - Input Features: LR\_XX
  - Identity Features: LR\_A22\_Wald.shp
  - Output Feature Class: XX.gdb\Zwischenergebnisse\LR\_A22\_Identity\_XX
  - Join Attributes: ALL
2. r.Mata auf LR\_A22\_Identity\_XX → Open Attribute Table → Table Operations → Export → LR\_A22\_Identity\_XX.txt → OK. LR\_A22\_Identity\_XX.txt in Excel mit Komma getrennt importieren und LR\_N22\_Identity\_XX.xls nennen. Relevant sind die Spalten ObjektID und Shape\_Area. Alle anderen Spalten können gelöscht werden.
3. Im Excel die beiden Spalten ObjektID und Shape\_Area markieren → Einfügen → Pivot Table → in einem neuen Arbeitsblatt erstellen → das Element ObjektID links in das Zeilenfeld des Pivot Table und das Element Shape\_Area rechts in das Wertefeld ziehen → Unter Wert im Dropdownmenu „Wertfeldeinstellungen“ wählen → Summe von Shape\_Area wählen → OK. Nun sind alle Waldflächen pro LR aufsummiert. Zeile mit ObjektID = 0 und Summe (ganz unten) löschen. Copy/Paste (nur Werte) in ein neues Tabellenblatt → Spalten ev. neu benennen (WICHTIG: Keine Lücken im Header-Text): ObjektID, Shape\_Area\_Wald.
4. LR\_A22\_Identity\_XX.xls ins ArcMap laden → Rechtsklick auf LR\_XX → Joins and Relates → Join
5. Join Data:
  - Choose the field in this layer that the join will be based on: ObjektID
  - Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: LR\_A22\_Identity\_XX
  - Choose the field in the table to base the join on: ObjektID
6. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Options → Add Field → LR\_A22\_Berechnung nennen und float wählen.
7. Rechtsklick auf Spalte LR\_A22\_Berechnung → Field Calculator → LR\_A22\_Berechnung =  $100/LR_{XX}.Shape\_Area * \text{Tabelle } ... \$.Shape\_Area\_Wald$  eingeben. Pro LR resultiert der Anteil Waldfläche in Prozent.
8. Definition Query von LR\_XX → Query Builder → LR\_A22\_Berechnung  $\geq 30$  eingeben
9. Rechtsklick auf Spalte LR\_A22\_Wald → Field Calculator → LR\_Iu.LR\_A22\_Wald = 1 eingeben. Nun haben diese LR den Wert 1 erhalten, die  $\geq 30$  Prozent Waldfläche pro LR aufweisen. Query Builder löschen!
10. Select by Attributes → Select from LR\_A22\_Wald where: LR\_A22\_Wald = 1. Im Attribute Table → Show Selected records → Options → Switch Selection → Field Calculator → LR\_A22\_Wald = 0 → OK. Alle LR mit weniger als 30 % Waldfläche erhalten den Wert 0.

# TYP B

## KULTURELLE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN

Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_B01_NaEPa</b>	<b>bestehende und geplante Naturerlebnispärke</b>	<b>Landschaft</b>
<b>Beschreibung</b>		
Naturerlebnispärke liegen in einer dicht besiedelten Region, die in der Nähe einer Agglomeration und mit dem öffentlichen Verkehr gut erreichbar ist. Der Park soll über naturnahe Gebiete verfügen, sich für die didaktische Vermittlung von Naturerlebnissen anbieten und die Lebensqualität der städtischen Bevölkerung verbessern. Der Wildnispark Zürich-Sihlwald ist bisher der einzige Vertreter dieser Park-Kategorie (BAFU 2010d).		
<b>Messskala</b>		<b>Wertskala</b>
vorhanden		1
nicht vorhanden		0
<b>Daten</b>		
Datengrundlage:	Naturerlebnispärke (BAFU)	
Datensatz:	LR_B01_Naturerlebnispärke_BAFU11.shp	
Attribut:		
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Select features from LR_XX that intersect LR_B01_Naturerlebnispärke_BAFU11.shp → Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected Records → Rechtsklick auf LR_B01_NaEPa → Field Calculator → LR_B01_NaEPa = 1 eingeben → OK.</li> <li>Attribute Table → Rechtsklick auf LR_B01_NaEPa → Switch Selection → Field Calculator → LR_B01_NaEPa = 0 eingeben → OK.</li> </ol>		

Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_B02_Wkult</b>	<b>UNESCO Weltkulturerbe-Gebiete</b>	<b>Landschaft</b>
<b>Beschreibung</b>		
Siehe Indikator der UNESCO Weltnaturerbe (LR_A14_WNatu). Die Schweiz hat derzeit acht UNESCO-Weltkulturerbe-Gebiete (BAK 2011b):		
1.	Berner Altstadt	
2.	Stiftsbezirk St. Gallen	
3.	Benediktinerinnen-Kloster St. Johann in Müstair	
4.	Burgen und die Stadtbefestigung von Bellinzona	
5.	Kulturlandschaft Weinbaugebiet Lavaux	
6.	Rhätische Bahn in der Landschaft Albula/Bernina	
7.	La Chaux-de-Fonds/Le Locle Stadtlandschaft und Uhrenindustrie	
8.	Prähistorische Pfahlbauten um die Alpen	
<b>Messskala</b>		<b>Wertskala</b>
vorhanden		1
nicht vorhanden		0
<b>Daten</b>		
Datengrundlage:	Weltkulturerbe-Gebiete (BAK 2013)	
Datensatz:	LR_B02_Weltkulturerbe_BAK13	
Attribut:	-	
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Select features from LR_XX that intersect LR_B02_Weltkulturerbe_BAK13 → Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected Records → Rechtsklick auf LR_B01_NaEPa → Field Calculator →</li> </ol>		

- LR\_B01\_NaEPa = 1 eingeben → OK.
- Attribute Table → Rechtsklick auf LR\_B01\_NaEPa → Switch Selection → Field Calculator → LR\_B01\_NaEPa = 0 eingeben → OK.
- 

Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_B03_Wande</b>	<b>markierte Wanderwege</b>	<b>Freizeit und Sport</b>
<b>Beschreibung</b>		
Wandern gehört in der Schweiz zu den beliebtesten Freizeit- und Ferienaktivitäten, auch dank einem Wanderwegnetz von über 60'000 km attraktiven Wanderwegen. Die Schweiz ist ein Land voller Naturschönheiten, einzigartigen Landschaften, Gebirgen, Gletschern, Seen und Flüssen, mit einer intakten Fauna und Flora. Zahlreiche historische Gebäude und Bauwerke entlang alter Verkehrswege sind Zeitzeugen einer lebendigen kulturellen Vergangenheit (Schweizer Wanderwege 2010). All diese Sehenswürdigkeiten bieten dem Menschen zu Fuss ein hohes kulturelles Angebot und Erholungsmöglichkeiten.		
<b>Messskala</b>		
Wanderwege im Landschaftsraum vorhanden		Wertskala 1
keine Wanderwege im Landschaftsraum vorhanden		0
<b>Daten</b>		
Datengrundlage:	Wanderroutennetz (kantonales Wanderroutennetz)	
Datensatz:	LR_B03_Wander.shp	
Attribut:	-	
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Für diesen Indikator kann das Tool LRB03 angewendet werden.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		
1.	Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_B03_Wander.shp → OK.	
2.	Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR_B03_Wande → Field Calculator → LR_B03_Wande = 1 → OK. Alle LR, in denen Wanderwege vorkommen erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → LR_B03_Wande =01 → OK. Alle LR, die keine Wanderwege haben, erhalten den Wert 0.	

Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_B04_Velo</b>	<b>markierte Velorouten</b>	<b>Freizeit und Sport</b>
<b>Beschreibung</b>		
Veloweihe sind meist asphaltierte Wege oder Strassen mit möglichst wenig oder gar keinem Motorfahrzeugverkehr. An stark befahrenen Strassen werden sie auf Radstreifen geführt und mit gesicherten Querungen und Abbiegestellen versehen (Veloland Schweiz kein Datum).		
<b>Messskala</b>		
Veloweihe im Landschaftsraum vorhanden		Wertskala 1
keine Veloweihe im Landschaftsraum vorhanden		0
<b>Daten</b>		
Datengrundlage:	Routennetz Velowandern (kantonales Velenetz)	
Datensatz:	LR_B04_Velo.shp	
Attribut:	-	
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Für diesen Indikator kann das Tool LRB04 angewendet werden.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		
1.	Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_B04_Velo.shp → OK.	
2.	Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR_B04_Velo → Field Calculator → LR_B04_Velo = 1 → OK. Alle LR, in denen Veloweihe vorkommen erhalten den Wert 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → LR_B04_Velo =01 → OK. Alle LR, die keine Veloweihe haben, erhalten den Wert 0.	

Abk.	Indikator	Komponente		
<b>LR_B05_Erhol</b>	<b>Erholungswert</b>	<b>Freizeit und Sport</b>		
<b>Beschreibung</b>				
Gastronomiebetriebe sind beliebte Destinationen auf Ausflügen in der Freizeit. Ein kleiner Snack oder ein erfrischendes Getränk nach einer Wanderung geniesst mancher gern. Sehr willkommen sind auch Feuerstellen beispielsweise an einem Fluss und Spielplätze, wo sich die Kinder austoben können. All diese Dienstleistungen und Infrastrukturen stellen einen grossen kulturellen Wert dar.				
<b>Messskala</b>		<b>Wertskala</b>		
Bars, Cafés, Hotels, Restaurants, Feuerstellen und/oder Spielplätze im Landschaftsraum vorhanden		1		
Bars, Cafés, Hotels, Restaurants, Feuerstellen und/oder Spielplätze im Landschaftsraum nicht vorhanden		0		
<b>Daten</b>				
Datengrundlage:	Bars, Cafés, Hotels, Restaurants, Feuerstellen, Spielplätze ( <a href="http://map.search.ch">http://map.search.ch</a> , <a href="http://www.mapplus.ch">www.mapplus.ch</a> , Daten aus kantonalen Richtplänen)			
Datensatz:	LR_B05_Erhol.shp			
Attribut:	-			
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>				
Für diesen Indikator kann das Tool LRB05 angewendet werden.				
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>				
1. Falls noch kein Geodatensatz zu diesem Kriterium vorliegen sollte, kann im Internet die Seite <a href="http://map.search.ch">http://map.search.ch</a> geöffnet werden. Unter Gastronomie die Felder Bar, Café, Hotel, Restaurant und unter Kultur/Freizeit die Feuerstellen und Spielplätze einschalten. Im Arc Map können die Orthophotos geladen werden, damit die Erhebung etwas leichter fällt. Danach all diesen LR den Wert 1 zuweisen, die eine Bar, ein Café, Hotel oder ein Restaurant resp. eine Feuerstelle oder einen Spielplatz enthalten. 2. Nachdem der Wert 1 überall vergeben wurde, erhalten alle anderen LR den Wert 0: Select by Attributes → Select from LR_B05_Erhol where: LR_B05_Erhol = 1. Im Attribute Table → Show Selected Records → Options → Switch Selection → Field Calculator → LR_B05_Erhol = 0 → OK. Alle LR ohne Erholungswert erhalten den Wert 0. 3. Alternativ kann in Schritt 1 ein neues Shapefile generiert werden und damit das Tool LRB05 anwenden.				

Abk.	Indikator	Komponente		
<b>LR_B06_ESehb</b>	<b>Einsehbarkeit</b>	<b>Erlebnischarakter</b>		
<b>Beschreibung</b>				
Aussichtspunkte befinden sich an Wanderwegen. Sieht man von einem solchen Aussichtspunkt aus den Landschaftsraum, so kann dieser erlebt werden. Landschaftsräume, die nicht einsehbar sind, haben einen geringeren kulturellen Wert. Mit diesem Indikator sollen auch Landschaftsräume, die zwar nicht erreichbar sind, aber optisch vom Menschen erlebt werden können, erhoben werden. Man stelle sich die Aussicht von einem Berggipfel auf eine Flusslandschaft vor.				
<b>Messskala</b>		<b>Wertskala</b>		
Landschaftsraum ist von Aussichtspunkten einsehbar		1		
Landschaftsraum ist von Aussichtspunkten nicht einsehbar		0		
<b>Daten</b>				
Datengrundlage:	Aussichtslagen und Aussichtstürme ( <a href="http://www.mapplus.ch">www.mapplus.ch</a> , kantonale Richtpläne, Vktord25 der Swisstopo)			
Datensatz:	LR_B06_Esehb.shp			
Attribut:	-			
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>				
Für diesen Indikator kann das Tool LRB06 angewendet werden.				
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>				
1. Das Tool Viewshed öffnen (3D Analyst Tools – Raster Surface) und folgendermassen ausfüllen:				

- Input raster: dhm\_XX.bmp
  - Input point oder polyline observer features: LR\_B06\_Esehb.shp
  - Output raster: XX.gdb\hem\_BE\LR\_B06\_Vsh\_XX
  - Z factor: 1
2. Das Tool Raster to Polygon öffnen (Conversion Tool - Raster to Polygon) und folgendermassen ausfüllen:
    - Input raster: LR\_B06\_VshR\_XX
    - Field: Value
    - Output polygon features: XX.gdb\Zwischenergebnisse\LR\_B06\_Einsehbarkeit\_XX
    - Simplify polygons abwählen
  3. R.MaTa auf LR\_B06\_Einsehbarkeit\_XX → Properties → Definition Query → grid\_code >0 → OK.
  4. Select by Location → select features from LR\_XX that intersect the features in this layer LR\_B06\_Einsehbarkeit\_XX → OK.
  5. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR\_B06\_ESehb → Field Calculator → LR\_B06\_ESehb = 1 → OK.
  6. Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → LR\_B06\_ESehb = 0 → OK.
- 

Abk.	Indikator	Komponente
LR_B07_IVS	Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz	kulturhistorische Landschaftsinventare

#### Beschreibung

Das Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz ist ein Bundesinventar von nationaler Bedeutung gemäss Art. 5 des Natur- und Heimatschutzgesetzes (NHG, 1966). Laut Art. 1 bezweckt dieses Gesetz unter anderem, „das heimatliche Landschafts- und Ortsbild, die geschichtlichen Stätten sowie Natur- und Kulturdenkmäler des Landes zu schonen, zu schützen sowie ihre Erhaltung und Pflege zu fördern“. Detaillierte Informationen über die schützenswerten Verkehrswege von nationaler Bedeutung sind in Karten und illustrierten Texten im Bundesinventar zusammengetragen (ASTRA kein Datum).

Messskala	Werteskala
ein historischer Verkehrslauf oder mindestens ein wegbegleitendes Element im Landschaftsraum vorhanden	1
historische Verläufe oder wegbegleitende Elemente im Landschaftsraum keine vorhanden	0

#### Daten

Datengrundlage: Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (Astra)  
 Datensatz: LR\_B07\_IVS\_Linienobjekte\_Astra11.shp, LR\_B07\_IVS\_Punktobjekte\_Astra11.shp  
 Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

#### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from LR\_XX that intersect the features in this layer LR\_B07\_IVS\_Linienobjekte\_Astra11.shp → OK.
  2. Select by Location → add to currently selected features in LR\_XX that intersect the features in this layer: LR\_B07\_IVS\_Punktobjekte\_Astra11.shp → OK.
  3. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR\_B07\_IVS → Field Calculator → LR\_B07\_IVS = 1 → OK.
  4. Select by Attributes → Select from LR\_B07\_IVS where: LR\_B07\_IVS = 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection → Field Calculator → LR\_B07\_IVS = 0 → OK. Alle LR ohne IVS-Objekt erhalten den Wert 0.
- 

Abk.	Indikator	Komponente
LR_B08_ISOS	Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz	kulturhistorische

Landschaftsinventar e	
<b>Beschreibung</b>	
<p>Ein Ortsbild besteht nicht aus einzelnen Bauten, sondern aus einer Gesamtheit, aus dem Verhältnis der Bauten untereinander und der Qualität der Räume zwischen den Häusern, den Plätzen und Strassen, Gärten und Parkanlagen sowie dem Verhältnis zu den Umgebungen wie zu den Wäldern, Wiesen und zur Landschaft. Geschichte und Bautradition werden in der Gestalt von Ortsbildern vorstellbar (BAK 2011a). Auch dieses Inventar ist im Natur- und Heimatschutzgesetz Art. 1 Bst. a verankert.</p> <p>Bei den ISOS geht es nicht nur darum, ob sie in einem Landschaftsraum vorkommen, sondern auch ob sie von einem Landschaftsraum aus sichtbar sind.</p>	
Messskala	Wertskala
ein schützenswertes Ortsbild vom Landschaftsraum aus sichtbar	1
schützenswerte Ortsbilder vom Landschaftsraum aus nicht sichtbar	0
Daten	
Datengrundlage:	Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (BAFU)
Datensatz:	LR_B08_ISOS_BAFU94.shp
Attribut:	-
Notwendige Arbeitsschritte	
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.	
Manuelle Erhebung im GIS	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Das Tool Viewshed öffnen (3D Analyst Tools – Raster Surface) und folgendermassen ausfüllen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Input raster: dhm_XX.bmp</li> <li>Input point oder polyline observer features: LR_B08_ISOS_BAFU94.shp</li> <li>Output raster: XX.gdb\hem_BE\LR_B08_Vsh_XX</li> <li>Z factor: 1</li> </ul> </li> <li>Das Tool Raster to Polygon öffnen (Conversion Tool - Raster to Polygon) und folgendermassen ausfüllen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Input raster: LR_B08_VshR_XX</li> <li>Field: Value</li> <li>Output polygon features: XX.gdb\Zwischenergebnisse\LR_B08_ISOS_XX</li> <li>Simplify polygons abwählen</li> </ul> </li> <li>R.MaTa auf LR_B08_ISOS_XX → Properties → Definition Query → grid_code &gt;0 → OK.</li> <li>Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_B08_ISOS_XX → OK.</li> <li>Attribute Table von LR_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR_B08_ISOS → Field Calculator → LR_B08_ISOS = 1 → OK.</li> <li>Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → LR_B08_ISOS = 0 → OK.</li> </ol>	

Abk.	Indikator	Komponente
LR_B09_KGS	<b>Schweizerisches Inventar der Kulturgüter von nationaler Bedeutung (KGS)</b>	kulturhistorische Landschaftsinventare

#### Beschreibung

Gemäss Art. 1 des Bundesgesetzes über den Schutz der Kulturgüter bei bewaffneten Konflikten (KGS, 1966) sind Kulturgüter

- „bewegliche oder unbewegliche Güter, die für das kulturelle Erbe von grosser Bedeutung sind, wie z. B. Bau-, Kunst- oder geschichtliche Denkmäler kirchlicher oder weltlicher Art, archäologische Stätten, Gruppen von Bauten, die als Ganzes von historischem oder künstlerischem Interesse sind, Kunstwerke, Manuskripte, Bücher und andere Gegenstände von künstlerischem, historischem oder archäologischem Interesse sowie wissenschaftliche Sammlungen und bedeutende Sammlungen von Büchern, von Archivalien oder von Reproduktionen der oben umschriebenen Kulturgüter;
- [...] z. B. Museen, grosse Bibliotheken, Archive sowie Schutzzäume, [...];
- Denkmalzentren, d.h. Orte, die in beträchtlichem Umfange Kulturgüter im Sinne der Buchstaben a und b aufweisen.“

Auch bei den KGS geht es nicht nur darum, ob sie in einem Landschaftsraum vorkommen, sondern auch ob sie von einem Landschaftsraum aus sichtbar sind.

Messskala	Werteskala
ein Kulturgut vom Landschaftsraum aus sichtbar	1
keine Kulturgüter vom Landschaftsraum aus sichtbar	0

#### Daten

Datengrundlage: Schweizerisches Inventar der Kulturgüter von nationaler Bedeutung, A-Objekte (national) des jeweiligen Kantons (BABS)  
 Datensatz: LR\_B09\_KGS.shp  
 Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Für diesen Indikator kann das Tool LRB09 angewendet werden.

#### Manuelle Erhebung im GIS

- Das Tool Viewshed öffnen (3D Analyst Tools – Raster Surface) und folgernmassen ausfüllen:
  - Input raster: dhm\_XX.bmp
  - Input point oder polyline observer features: LR\_B09\_KGS.shp
  - Output raster: XX.gdb\hem\_BE\LR\_B09\_Vsh\_XX
  - Z factor: 1
- Das Tool Raster to Polygon öffnen (Conversion Tool - Raster to Polygon) und folgndermassen ausfüllen:
  - Input raster: LR\_B09\_VshR\_XX
  - Field: Value
  - Output polygon features: XX.gdb\Zwischenergebnisse\LR\_B09\_KGS\_XX
  - Simplify polygons abwählen
- R.MaTa auf LR\_B09\_KGS\_XX → Properties → Definition Query → grid\_code >0 → OK.
- Select by Location → select features from LR\_XX that intersect the features in this layer LR\_B09\_KGS\_XX → OK.
- Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected. r.MaTa auf Spalte LR\_B09\_KGS → Field Calculator → LR\_B09\_KGS = 1 → OK.
- Im Attribute Table → Options → Switch Selection. r.MaTa auf zu berechnende Spalte → Field Calculator → LR\_B09\_KGS = 0 → OK.

Abk.	Indikator	Komponente
LR_B10_Wohn	Wohn- und Ferienhäuser	Bodennutzung

#### Beschreibung

Wohn- und Ferienhauszonen sind Gebiete in denen man sich zurückzieht, erholt und sich wohlfühlt.

Messskala	Werteskala
-----------	------------

Die Wohn- und Ferienhauszone muss mindestens 10 % der Fläche des LR ausmachen damit den Wert 1 erreicht werden kann.

Wohn- und Ferienhauszonen machen mehr als 10 % des Landschaftsraums aus	1
Wohn- und Ferienhauszonen machen weniger als 10 % des Landschaftsraums aus	0

#### Daten

Datengrundlage: Wohnzonen des kantonalen Übersichtszenenplans (AGI, Kanton Bern)  
 Datensatz: LR\_B10\_Wohn.shp  
 Attribut: -

#### Notwendige Arbeitsschritte

Für diesen Indikator kann das Tool LRB10 angewendet werden.

#### Manuelle Erhebung im GIS

- Mit dem Tool Identity die Fläche des Wohn- und Ferienhauszone pro LR berechnen lassen:
  - Input Features: LR\_XX
  - Identity Features: LR\_B10\_Wohn.shp
  - Output Feature Class: XX.gdb\Zwischenergebnisse\LR\_B10\_Identity\_XX

- Join Attributes: ALL
2. r.MaTa auf LR\_B10\_Identity → Open Attribute Table → Table Operations → Export → LR\_B10\_Identity\_XX.txt → OK. LR\_B10\_Identity\_XX.txt in Excel mit Tabstop und Semikolon getrennt importieren und LR\_B10\_Identity\_XX.xls nennen. Relevant sind die Spalten ObjektID und Shape\_Area. Alle anderen Spalten können gelöscht werden.
  3. Im Excel die beiden Spalten ObjektID und Shape\_Area markieren → Daten → Pivot Table → in einem neuen Arbeitsblatt erstellen → das Element ObjektID links in das Zeilenfeld des Pivot Table und das Element Shape\_Area rechts unten in das Wertefeld ziehen → Unter Wert im Dropdownmenü „Werteinstellungen“ wählen → Summe von Shape\_Area wählen → OK. Nun sind alle Wohnflächen pro LR aufsummiert. Zeile mit ObjektID = = und Summe (ganz unten) löschen. Copy/Paste (nur Werte) in ein neues Tabellenblatt → Spalten ev. neu benennen (WICHTIG: Keine Lücken im Header-Text): ObjektID, Shape\_Area\_Wohn.
  4. LR\_B10\_Identity\_XX.xls ins ArcMap laden → r.MaTa auf LR\_XX → Joins and Relates → Join
  5. Join Data:
    - Choose the field in this layer that the join will be based on: ObjektID
    - Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: LR\_B10\_Identity\_XX
    - Choose the field in the table to base the join on: ObjektID
  6. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Options → Add Field → LR\_B10\_Berechnung nennen und float wählen.
  7. Rechtsklick auf Spalte LR\_B10\_Berechnung → Field Calculator → LR\_B10\_Berechnung =  $100/LR_{XX}.Shape\_Area * Tabelle...$LR_{XX}.Shape\_Area\_Wohn$  eingeben. Pro LR resultiert der Anteil Wohnfläche in Prozent.
  8. Definition Query von LR\_XX → Query Builder → LR\_B10\_Berechnung >= 10 eingeben
  9. r.MaTa auf Spalte LR\_B10\_Wohn → Field Calculator → LR\_B10\_Wohn = 1 eingeben. Nun haben diese LR den Wert 1 erhalten, die ≥ 10 % Wohn- und Ferienhausfläche pro LR aufweisen. Query Builder löschen!
  10. Select by Attributes → Select from LR\_K10\_Wohn where: LR\_K10\_Wohn = 1. Im Attribute Table → Show Selected Records → Options → Switch Selection → Field Calculator → LR\_B10\_Wohn = 0 → OK. Alle LR mit weniger als 10 % Wohn- und Ferienhausfläche erhalten den Wert 0.
- 

Abk.	Indikator	Komponente		
LR_B11_tourl	<b>touristische Infrastruktur: Seilbahnen, Skipiste, Loipen, Beschneiungsflächen und Schiffslinien</b>	<b>Tourismus</b>		
<b>Beschreibung</b>				
Mit den touristischen Infrastrukturen sollen Gebiete erfasst werden, die von Touristen, insbesondere Wintersportlern, genutzt werden.				
<b>Messskala</b>		<b>Wertskala</b>		
Infrastrukturen für den Tourismus vorhanden		1		
keine Infrastrukturen für den Tourismus vorhanden		0		
<b>Daten</b>				
Datengrundlage:	Skipisten, Loipen (kantonale Zonen- und Richtpläne); Schiffslinien (kantonale Abteilungen für öffentlichen Verkehr); Seilbahnen und Skilifte (Vektor25 der Swisstopo)			
Datensatz:	LR_B11_tourl.shp			
Attribut:	-			
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>				
Für diesen Indikator kann das Tool LRB11 angewendet werden.				
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_B11_tourl.shp → OK.</li> <li>2. Open Attribute table von LR_XX → Show Selected records → r.MaTa auf Spalte LR_B11_tourl → Field Calculator: LR_B11_tourl = 1. Alle LR, die touristische Infrastruktur aufweisen erhalten den Wert 1.</li> <li>3. Select by Attributes → Select from LR_B11_tourl where: LR_B11_tourl = 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection → Field Calculator → LR_B11_tourl = 0 → OK. Alle LR ohne touristische Infrastruktur erhalten den Wert 0.</li> </ol>				

---

Abk.	Indikator	Komponente		
<b>LR_B12_BahnL</b>	<b>Eisenbahnlärm am Tag</b>	<b>Lärmbelastung</b>		
<b>Beschreibung</b>				
Übermässiger und chronischer Lärm ist aus gesundheitlicher und ökonomischer Sicht heute eines der bedeutendsten Umweltprobleme in der Schweiz. Er ist in unserem Alltag praktisch allgegenwärtig. Das BAFU hat ein technisches Instrument (SonBase) entwickelt, welches wissenschaftlich fundierte und flächendeckende Aussagen zum Ausmass der aktuellen Lärmbelastung aus den wichtigsten Lärmquellen, wie Strassen-, Eisenbahn- und Flugverkehr in der Schweiz ermöglicht (BAFU 2009b).				
<b>Messskala</b>				
Der Immissionsgrenzwerte legt gemäss BAFU (BAFU 2011) die Schwelle fest, ab welcher der Lärm die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden erheblich stört. Zur Erholung (Empfindlichkeitsstufe I von IV) sind dies am Tag 55 dB. Landschaftsräume die unter diesem Wert liegen, werden mit dem Wert 1 bewertet.				
mehr als 50 % des Landschaftsraums weist eine Lärmelastung von ≤55 dB auf	1			
mehr als 50 % des Landschaftsraums weist eine Lärmelastung von >55 dB auf	0			
<b>Daten</b>				
Datengrundlage:	SonBase - die GIS-Lärmdatenbank der Schweiz (BAFU 2009f)			
Datensatz:	LR_B12_Eisenbahnlarm_BAFU09.shp			
Attribut:	-			
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>				
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.				
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>				
1.	Mit dem Tool Identity die Fläche der Lärmelastung pro LR berechnen lassen:			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Input Features: LR_B12_Eisenbahnlarm_BAFU09.shp</li> <li>▪ Identity Features: LR_XX</li> <li>▪ Output Feature Class: XX.gdb\Zwischenergebnisse\LR_B12_Identity_XX</li> <li>▪ Join Attributes: ALL</li> </ul>			
2.	r.MaTa auf LR_B12_Identity_XX → Open Attribute Table → Table Operations → Export → LR_B12_Identity_XX.txt → OK. LR_B12_Identity_XX.txt in Excel mit Tabstop und Semikolon getrennt importieren und LR_B12_Identity_XX.xls nennen. Relevant sind die Spalten ObjektID und Shape_Area. Alle anderen Spalten können gelöscht werden.			
3.	Im Excel die beiden Spalten ObjektID und Shape_Area markieren → Einfügen → Pivot Table → in einem neuen Arbeitsblatt erstellen → das Element ObjektID links in das Zeilenfeld des Pivot Table und das Element Shape_Area rechts in das Wertefeld ziehen → Unter Wert im Dropdownmenü „Wertfeldeinstellungen“ wählen → Summe von Shape_Area wählen → OK. Nun sind alle Eisenbahnlärmflächen pro LR aufsummiert. Zeile mit ObjektID = 0 und Summe löschen. Copy/Paste in ein neues Tabellenblatt → Spalten ev. neu benennen (WICHTIG: Keine Lücken im Header-Text): ObjektID, Shape_Area_BahnL.			
4.	LR_B12_Identity_XX.xls ins ArcMap laden → Rechtsklick auf LR_XX → Joins and Relates → Join			
5.	Join Data: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Choose the field in this layer that the join will be based on: ObjektID</li> <li>▪ Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: LR_B12_Identity_XX</li> <li>▪ Choose the field in the table to base the join on: ObjektID</li> </ul>			
11.	Attribute Table von LR_XX öffnen → Options → Add Field → LR_B12_Berechnung nennen und float wählen.			
12.	Rechtsklick auf Spalte LR_B12_Berechnung → Field Calculator → LR_B12_Berechnung = 100/LR_XX.Shape_Area * Tabelle ...\$.Shape_Area_BahnL eingeben. Pro LR resultiert der Anteil Bahnlärm >55 dB in Prozent.			
13.	Definition Query von LR_XX → Query Builder → LR_B12_Berechnung >= 50 eingeben			
14.	Rechtsklick auf Spalte LR_B12_BahnL → Field Calculator → LR_Iu.LR_B12_BahnL = 0 eingeben. Nun haben diese LR den Wert 0 erhalten, die ≥50 Prozent Bahnlärm pro LR aufweisen. Query Builder löschen!			
15.	Select by Attributes → Select from LR_B12_BahnL where: LR_B12_BahnL = 0. Im Attribute Table → Show Selected records → Options → Switch Selection → Field Calculator → LR_B12_BahnL = 1 → OK. Alle LR mit weniger als 50 % Bahnlärmfläche (lauter 55 dB) erhalten den Wert 1.			

Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_B13_StraL</b>	<b>Strassenlärm am Tag</b>	<b>Lärmbelastung</b>
<b>Beschreibung</b>		
Siehe Indikator LR_B12_BahnL		
<b>Messskala</b>		<b>Werteskala</b>
Siehe Indikator LR_B12_BahnL		
mehr als 50 % des Landschaftsraums weist eine Lärmelastung von ≤55 dB auf		1
mehr als 50 % des Landschaftsraums weist eine Lärmelastung von >55 dB auf		0
<b>Daten</b>		
Datengrundlage:	SonBase - die GIS-Lärmdatenbank der Schweiz (BAFU 2009f)	
Datensatz:	LR_B13_Strassenlarm_BAFU09.shp	
Attribut:	-	
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		
1.	Mit dem Tool Identity die Fläche der Lärmelastung pro LR berechnen lassen:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Input Features: LR_XX</li> <li>▪ Identity Features: LR_B13_Strassenlarm_BAFU09.shp</li> <li>▪ Output Feature Class: XX.gdb\Zwischenergebnisse\LR_B13_Identity_XX</li> <li>▪ Join Attributes: ALL</li> </ul>	
2.	r.Mata auf LR_B13_Identity_XX → Open Attribute Table → Table Operations → Export → LR_B13_Identity_XX.txt → OK. LR_B13_Identity_XX.txt in Excel mit Tabstop und Semikolon getrennt importieren und LR_B13_Identity_XX.xls nennen. Relevant sind die Spalten ObjektID und Shape_Area. Alle anderen Spalten können gelöscht werden.	
3.	Im Excel die beiden Spalten ObjektID und Shape_Area markieren → Einfügen → Pivot Table → in einem neuen Arbeitsblatt erstellen → das Element ObjektID links in das Zeilenfeld des Pivot Table und das Element Shape_Area rechts in das Wertefeld ziehen → Unter Wert im Dropdownmenü „Wertfeldeinstellungen“ wählen → Summe von Shape_Area wählen → OK. Nun sind alle Strassenlärmflächen pro LR aufsummiert. Zeile mit ObjektID = 0 und Summe (ganz unten) löschen. Copy/Paste (nur Werte) in ein neues Tabellenblatt → Spalten ev. neu benennen (WICHTIG: Keine Lücken im Header-Text): ObjektID, Shape_Area_StraL.	
4.	LR_B13_Identity_XX.xls ins ArcMap laden → Rechtsklick auf LR_XX → Joins and Relates → Join	
5.	Join Data: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Choose the field in this layer that the join will be based on: ObjektID</li> <li>▪ Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: LR_B13_Identity_XX</li> <li>▪ Choose the field in the table to base the join on: ObjektID</li> </ul>	
6.	Attribute Table von LR_XX öffnen → Options → Add Field → LR_B13_Berechnung nennen und float wählen.	
7.	Rechtsklick auf Spalte LR_B13_Berechnung → Field Calculator → LR_B13_Berechnung = 100/LR_XX.Shape_Area * Tabelle ...\$.Shape_Area_StraL eingeben. Pro LR resultiert der Anteil Strassenlärm >55 dB in Prozent.	
8.	Definition Query von LR_XX → Query Builder → LR_B13_Berechnung >= 50 eingeben	
9.	Rechtsklick auf Spalte LR_B13_StraL → Field Calculator → LR_Iu.LR_B13_StraL = 0 eingeben. Nun haben diese LR den Wert 0 erhalten, die ≥50 Prozent Strassenlärm pro LR aufweisen. Query Builder löschen!	
10.	Select by Attributes → Select from LR_B13_StraL where: LR_B13_StraL = 0. Im Attribute Table → Show Selected records → Options → Switch Selection → Field Calculator → LR_B13_StraL = 1 → OK. Alle LR mit weniger als 50 % Strassenlärmfläche (lauter 55 dB) erhalten den Wert 1.	

Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_B14_FlugL</b>	<b>Fluglärm am Tag</b>	<b>Lärmelastung</b>
<b>Beschreibung</b>		
Siehe Indikator LR_B12_BahnL		

Messskala	Wertskala
Siehe Indikator LR_K12_Bahn.	
mehr als 50 % des Landschaftsraums weist eine Lärmbelastung von ≤55 dB auf	1
mehr als 50 % des Landschaftsraums weist eine Lärmbelastung von >55 dB auf	0
<b>Daten</b>	
Datengrundlage:	SonBase - die GIS-Lärmdatenbank der Schweiz (BAFU 2009f)
Datensatz:	LR_B14_Flugalarm_BAFU09.shp
Attribut:	-
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>	
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.	
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mit dem Tool Identity die Fläche der Lärmbelastung pro LR berechnen lassen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Input Features: LR_XX</li> <li>▪ Identity Features: LR_B14_Flugalarm_BAFU09.shp</li> <li>▪ Output Feature Class: XX.gdb\Zwischenergebnisse\LR_B14_Identity_XX</li> <li>▪ Join Attributes: ALL</li> </ul> </li> <li>2. r.MaTa auf LR_B14_Identity_XX → Open Attribute Table → Table Operations → Export → LR_B14_Identity_XX.txt → OK. LR_B13_Identity_XX.txt in Excel mit Tabstop und Semikolon getrennt importieren und LR_B14_Identity_XX.xls nennen. Relevant sind die Spalten ObjektID und Shape_Area. Alle anderen Spalten können gelöscht werden.</li> <li>3. Im Excel die beiden Spalten ObjektID und Shape_Area markieren → Einfügen → Pivot Table → in einem neuen Arbeitsblatt erstellen → das Element ObjektID links in das Zeilenfeld des Pivot Table und das Element Shape_Area rechts in das Wertefeld ziehen → Unter Wert im Dropdownmenü „Wertfeldeinstellungen“ wählen → Summe von Shape_Area wählen → OK. Nun sind alle Fluglärmflächen pro LR aufsummiert. Zeile mit ObjektID = 0 und Summe (ganz unten) löschen. Copy/Paste (nur Werte) in ein neues Tabellenblatt → Spalten ev. neu benennen (WICHTIG: Keine Lücken im Header-Text): ObjektID, Shape_Area_FlugL.</li> <li>4. LR_B14_Identity_XX.xls ins ArcMap laden → Rechtsklick auf LR_XX → Joins and Relates → Join</li> <li>5. Join Data: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Choose the field in this layer that the join will be based on: ObjektID</li> <li>▪ Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: LR_B14_Identity_XX</li> <li>▪ Choose the field in the table to base the join on: ObjektID</li> </ul> </li> <li>6. Attribute Table von LR_XX öffnen → Options → Add Field → LR_B14_Berechnung nennen und float wählen.</li> <li>7. Rechtsklick auf Spalte LR_B14_Berechnung → Field Calculator → LR_B14_Berechnung = 100/LR_XX.Shape_Area * Tabelle ...\$.Shape_Area_FlugL eingeben. Pro LR resultiert der Anteil Fluglärm &gt;55 dB in Prozent.</li> <li>8. Definition Query von LR_XX → Query Builder → LR_B14_Berechnung &gt;= 50 eingeben</li> <li>9. Rechtsklick auf Spalte LR_B14_FlugL → Field Calculator → LR_Iu.LR_B14_FlugL = 0 eingeben. Nun haben diese LR den Wert 0 erhalten, die ≥50 Prozent Fluglärm pro LR aufweisen. Query Builder löschen!</li> <li>10. Select by Attributes → Select from LR_B14_FlugL where: LR_B14_FlugL = 0. Im Attribute Table → Show Selected records → Options → Switch Selection → Field Calculator → LR_B14_FlugL = 1 → OK. Alle LR mit weniger als 50 % Fluglärmfläche (lauter 55 dB) erhalten den Wert 1.</li> </ol>	

# TYP C

## BEREITSTELLENDE ÖKOSYSTEMFUNKTIONEN

Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_C01_Abbau</b>	<b>Abbau und Deponie</b>	<b>Rohstoffnutzung</b>

### Beschreibung

Unter Abbau- und Deponiegrundstücken werden überbaute und nichtüberbaute Grundstückteile verstanden. Es gehören Gebäude und bauliche Anlagen dazu, welche für das Abbaumaterial (Sand, Lehm, Kies, Fels, usw.) und für die Aufbereitung des Materials benötigt werden. Als Deponie wird eine örtlich begrenzte Fläche bezeichnet, die zur Ablagerung von Materialien dient (Kanton Luzern 2012).

Messskala	Werteskala
vorhanden	1
nicht vorhanden	0

### Daten

Datengrundlage: Abbau- und/oder Ablagerungszone (aus Bauzonen der kantonalen Übersichtszonenpläne)  
 Datensatz: LR\_C01\_Abbau.shp  
 Attribut: -

### Notwendige Arbeitsschritte

Für diesen Indikator kann das Tool LRC01 angewendet werden.

### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select features from LR\_XX that intersect LR\_C01\_Abbau.shp → Attribute Table von LR\_XX öffnen → Show Selected Records → Rechtsklick auf LR\_C01\_Abbau → Field Calculator → LR\_C01\_Abbau = 1 eingeben → OK.
2. Attribute Table → Rechtsklick auf LR\_C01\_Abbau → Switch Selection → Field Calculator → LR\_C01\_Abbau = 0 eingeben → OK.

Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_C02_ARA</b>	<b>Abwasserreinigungsanlage</b>	<b>Rohstoffnutzung</b>

### Beschreibung

Abwasserreinigungsanlagen sind eine bestehende Infrastruktur in der Nähe eines Gewässers, wo Abwasser gereinigt wird. Die Ressource Wasser wird in diesen Fällen zur Reinigung und damit zur Verbesserung der Wasserqualität genutzt. Siehe auch Indikator LR\_C03\_techl.

Messskala	Werteskala
vorhanden	1
nicht vorhanden	0

### Daten

Datengrundlage: Abwasserreinigungsanlagen (BAFU)  
 Datensatz: LR\_C02\_ARA\_BAFU09.shp  
 Attribut: -

### Notwendige Arbeitsschritte

Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.

### Manuelle Erhebung im GIS

1. Select by Location → select features from LR\_XX that intersect the features in this layer LR\_C02\_ARA\_BAFU09.shp → OK.
2. Attribute table LR\_XX → Show Selected Records → r.MaTa auf Spalte LR\_C02\_ARA → Field Calculator → LR\_C02\_ARA = 1 → OK. Alle LR, die eine ARA aufweisen erhalten den Wert 1.
3. Im Attribute Table von LR\_XX → Options → Switch Selection → Field Calculator → LR\_C01\_ARA = 0 → OK. Alle LR ohne ARA erhalten den Wert 0.

Abk.	Indikator	Komponente

LR_C03_techl	technische Infrastruktur	Bodeneignung		
Beschreibung				
<p>Bei diesem Indikator geht es darum Landschaftsräume zu identifizieren, die bereits durch Infrastruktur erschlossen sind. Gemäss Raumplanungsgesetz Art. 19 Abs. 2 (RPG, 1979) sind die Gemeinden verpflichtet Bauzonen innerhalb der im Erschliessungsprogramm vorgesehenen Frist zu erschliessen. Land ist erschlossen wenn für die betreffende Nutzung eine hinreichende Zufahrt besteht und die erforderlichen Wasser-, Energie- sowie Abwasserleitungen so nahe heranführen, dass ein Anschluss ohne erheblichen Aufwand möglich ist (RPG, Art. 19 Abs. 1). Bauzonen umfassen gemäss (Raumplanung macht Schule 2008) das Land, welches sich für eine Überbauung eignet und entweder bereits weitgehend überbaut ist oder in den nächsten 15 Jahren überbaut werden soll. Daher werden in der vorliegenden Arbeit die Bauzonen des kantonalen Übersichtszenenplans sowie das Strassennetz und die öffentlichen Verkehrslinien berücksichtigt. Denn in bereits erschlossenen Landschaftsräumen ist es wirtschaftlicher ein Kraftwerk zu erstellen, als wenn die ganze Infrastruktur zuerst noch angelegt werden muss. Ausserdem gewährleistet das Vorhandensein der Bauzone eine Anbindung ans Stromnetz und damit geringe Verluste durch Transportleitung.</p>				
Messskala		Wertskala		
technische Infrastrukturen im Landschaftsraum vorhanden		1		
keine technischen Infrastrukturen in Landschaftsraum vorhanden		0		
Daten				
Datengrundlage:	Bauzonen (kantonale Übersichtszenenpläne); öffentliches Verkehrsnetz, Haltestellen und Strassen (kantonale Abteilung für Verkehr)			
Datensatz:	LR_C03_techl.shp			
Attribut:	-			
Notwendige Arbeitsschritte				
Für diesen Indikator kann das Tool LRC03 angewendet werden.				
Manuelle Erhebung im GIS				
<ol style="list-style-type: none"> <li>Select by Location → select features from LR_XX that intersect the features in this layer LR_C03_techl.shp → OK.</li> <li>Attribute table LR_XX → Show Selected Records → r.MaTa auf Spalte LR_C03_techl → Field Calculator → LR_C03_techl = 1 → OK. Alle LR, die technische Infrastruktur aufweisen erhalten den Wert 1.</li> <li>Select by Attributes → Select from LR_C03_techl where: LR_C03_techl = 1. Im Attribute Table → Options → Show Selected records → Switch Selection → Field Calculator → LR_C03_techl = 0 → OK. Alle LR ohne technische Infrastruktur erhalten den Wert 0.</li> </ol>				

Abk.	Indikator	Komponente		
LR_C04_WKGem	Wasserkraftgemeinde	Bodeneignung		
Beschreibung				
<p>Mit den Wasserkraftgemeinden werden Gemeinden erfasst, in denen die Wasserkraftnutzung einen hohen Stellenwert hat. Es wird davon ausgegangen, dass in solchen Gemeinden ein grosser Anteil der Wohnbevölkerung bei den Wasserkraftwerksbetreibern ihre Arbeitsstelle hat und die Wasserkraftnutzung in diesen Gemeinden zu zusätzlichen Steuereinnahmen führt. Ein Beispiel dazu bilden die Gemeinden in der Grimselwelt, welche stark von den Kraftwerken Oberhasli AG (KWO) geprägt werden.</p> <p>Als Wasserkraftgemeinde ausgeschieden werden Gemeinden, die zwei oder mehr Wasserkraftzentralen enthalten und 0.3 MW oder mehr Megawatt Strom produzieren. Es wird generell dort ein Ausbau der Wasserkraftnutzung angestrebt, wo bereits eine Nutzung vorhanden ist (Regionale Schwerpunkte).</p>				
Messskala		Wertskala		
Landschaftsraum liegt innerhalb einer Wasserkraftgemeinde		1		
Landschaftsraum liegt ausserhalb Wasserkraftgemeinde		0		
Daten				
Datengrundlage:	Gemeindedaten aus der Dissertation Balmer (Balmer 2011)			
Datensatz:	LR_C04_WKGem_ETH11.shp			
Attribut:	Anz_WKA und Sum_Instu			
Notwendige Arbeitsschritte				
Es sind keine weiteren Arbeitsschritte nötig. Der Indikator ist bereits erhoben.				

### Manuelle Erhebung im GIS

1. r.MaTa auf LR\_C04\_WKGem\_ETH11.shp → Properties → Definition Query → Anz\_WKA >=2 UND Sum\_Instu >= 0.3 → OK.
2. Select by Location → select features from LR\_XX that intersect the features in this layer LR\_C04\_WKGem\_ETH11.shp → OK.
3. Attribute Table von LR\_XX öffnen → r.MaTa auf Spalte LR\_C04\_WKGem → Field Calculator → 1 → OK.
4. Options → Switch Selection → r.MaTa auf Spalte LR\_C04\_WKGem → Field Calculator → 0 → OK.

Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_C05_Indus</b>	<b>Industrie und Gewerbe</b>	<b>Bodenutzung</b>

#### Beschreibung

Mit diesem Indikator werden Landschaftsräume mit hoher wirtschaftlicher Nutzung identifiziert. Unter Industrie- und Gewerbezonen werden die Misch-, Kern- und Arbeitszonen sowie Zonen für öffentliche oder militärische Nutzung des kantonalen Übersichtszenenplans verstanden. Bei Mischzonen handelt es sich um eine Mischung aus Gewerbe/Industrie und Wohnungen auf mehreren Stöcken. Alle anderen Zonen stehen für grosse wirtschaftliche Tätigkeit. In solchen Industrie- und Gewerbezonen erscheint daher eignen sich daher eine Wasserkraftanlage sinnvoll (lokale Schwerpunkte).

Messskala	Werteskala
Industrie und Gewerbe machen mehr als 10 % des Landschaftsraums aus	1
Industrie und Gewerbe machen weniger als 10 % des Landschaftsraums aus	0

#### Daten

Datengrundlage:	Mischzonen, Kernzonen städtisch, Arbeitszonen, Zonen für öffentliche Nutzung, Zonen für militärische Nutzung (kantonale Übersichtszenenpläne)
Datensatz:	LR_C05_Indus.shp
Attribut:	-

#### Notwendige Arbeitsschritte

Für diesen Indikator kann das Tool LRC05 angewendet werden.

### Manuelle Erhebung im GIS

1. Mit dem Tool Identity die Fläche der Industrie- und Gewerbefläche pro LR berechnen lassen:
  - Input Features: LR\_XX
  - Identity Features: LR\_C05\_Indus.shp
  - Output Feature Class: XX.gdb\Zwischenergebnisse\LR\_C05\_Identity\_XX
  - Join Attributes: ALL
2. r.MaTa auf LR\_C05\_Identity\_XX → Open Attribute Table → Table Operations → Export → LR\_C05\_Identity\_XX.txt → OK.
3. LR\_C05\_Identity\_XX.txt in Excel mit Tabstopp und Semikolon getrennt importieren und LR\_C05\_Identity\_XX.xls nennen. Relevant sind die Spalten ObjektID und Shape\_Area. Alle anderen Spalten können gelöscht werden.
4. Im Excel die beiden Spalten ObjektID und Shape\_Area markieren → Einfügen → Pivot Table → in einem neuen Arbeitsblatt erstellen → das Element ObjektID links in das Zeilenfeld des Pivot Table und das Element Shape\_Area rechts unten in das Wertefeld ziehen → Unter Wert im Dropdownmenü „Wertfeldeinstellungen“ wählen → Summe von Shape\_Area wählen → OK. Nun sind alle Industrie- und Gewerbeflächen pro LR aufsummiert. Zeile mit ObjektID = 0 und Gesamtsumme (ganz unten) löschen. Copy/Paste (nur Werte) in ein neues Tabellenblatt → Spalten ev. neu benennen (WICHTIG: Keine Lücken im Header-Text): ObjektID, Shape\_Area\_Indus.
5. LR\_C05\_Identity\_XX.xls ins ArcMap laden → Rechtsklick auf LR\_XX → Joins and Relates → Join
6. Join Data:
  - Choose the field in this layer that the join will be based on: ObjektID

- Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: LR\_C05\_Identity\_XX
  - Choose the field in the table to base the join on: ObjektID
7. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Options → Add Field → LR\_C05\_Berechnung nennen und float wählen.
  8. Rechtsklick auf Spalte LR\_C05\_Berechnung → Field Calculator → LR\_C05\_Berechnung =  $100/LR_{lu}.Shape\_Area * Tabelle...$.Shape\_Area\_Indus$  eingeben. Pro LR resultiert der Anteil Industrie- und Gewerbefläche in Prozent.
  9. Definition Query von LR\_XX → Query Builder → LR\_C05\_Berechnung >= 10 eingeben
  10. Rechtsklick auf Spalte LR\_C05\_Indus → Field Calculator → LR\_C05\_Indus = 1 eingeben. Nun haben diese LR den Wert 1 erhalten, die ≥10 % Industrie- und Gewerbefläche pro LR aufweisen.
  11. Select by Attributes → Select from LR\_C05\_Indus where: LR\_C05\_Indus = 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection → Field Calculator → LR\_C05\_Indus = 0 → OK. Alle LR mit weniger als 10 % Industrie- und Gewerbefläche erhalten den Wert 0.
- 

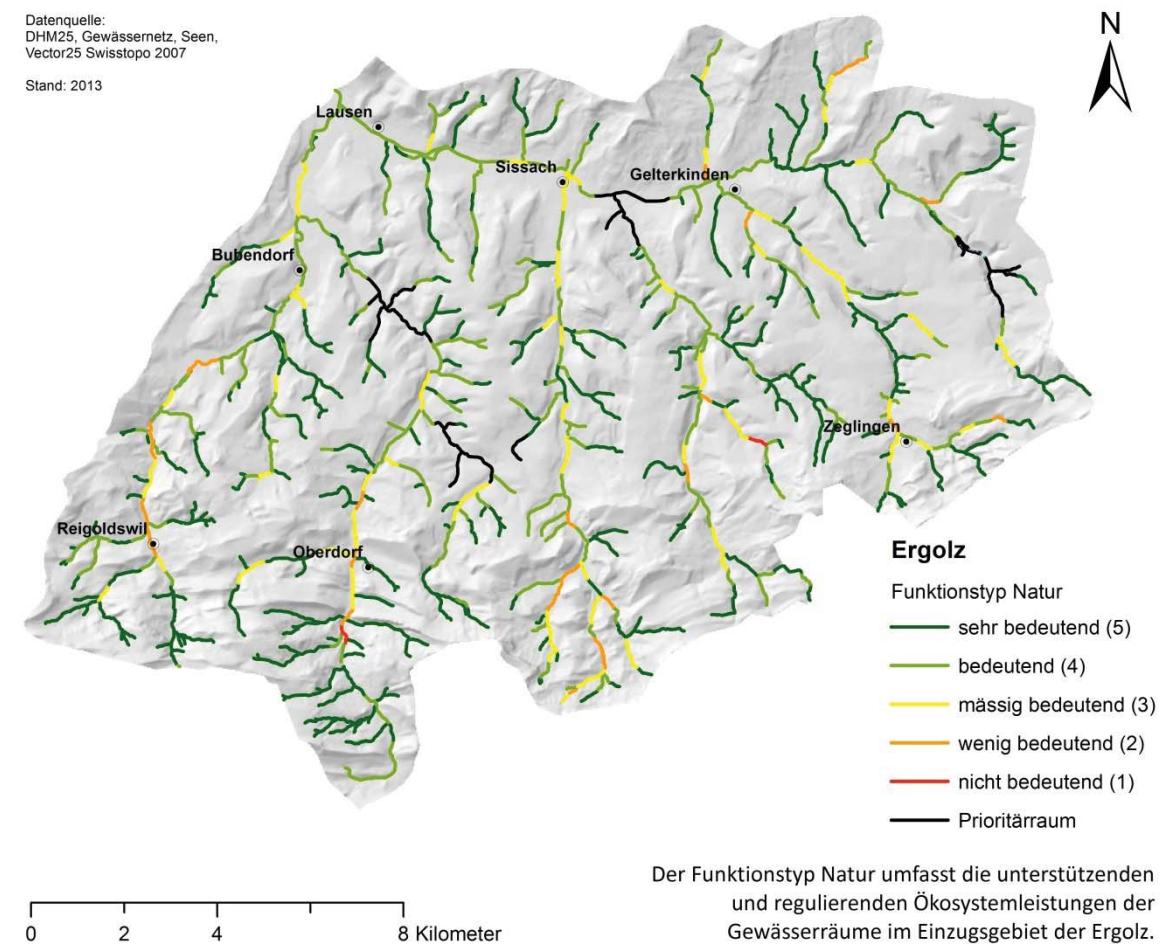
Abk.	Indikator	Komponente
<b>LR_C06_LW</b>	<b>Landwirtschaftsflächen</b>	<b>Bodennutzung</b>
<b>Beschreibung</b>		
Unter Landwirtschaftsflächen werden Acker, Wiesen und Weiden verstanden. Es wird davon ausgegangen, dass sie bereits mehr oder weniger stark genutzt werden, so dass ein weiterer Eingriff in die Natur in diesen Gebieten eher toleriert würde als in unberührter Landschaft (lokale Schwerpunkte).		
<b>Messskala</b>		<b>Werteskala</b>
Landwirtschaftsflächen machen mehr als 30 % des Landschaftsraums aus		1
Landwirtschaftsflächen machen weniger als 30 % des Landschaftsraums aus		0
<b>Daten</b>		
Datengrundlage:	Landwirtschaftsflächen	
Datensatz:	LR_C06_LW.shp	
Attribut:	-	
<b>Notwendige Arbeitsschritte</b>		
Für diesen Indikator kann das Tool LRC06 angewendet werden.		
<b>Manuelle Erhebung im GIS</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mit dem Tool Identity die Landwirtschaftsfläche pro LR berechnen lassen:           <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Input Features: LR_XX</li> <li>▪ Identity Features: LR_C06_LW.shp</li> <li>▪ Output Feature Class: XX.gdb\Zwischenergebnisse\LR_C06_Identity_XX</li> <li>▪ Join Attributes: ALL</li> </ul> </li> <li>2. r.Mata auf LR_C06_Identity_XX → Open Attribute Table → Table Operations → Export → LR_C06_IdentityXX.txt → OK.</li> <li>3. LR_C06_Identity_XX.txt ins Excel mit Tabstopp und Semikolon getrennt importieren und LR_C06_Identity_XX.xls nennen. Relevant sind die Spalten ObjektID und Shape_Area. Alle anderen Spalten können gelöscht werden.</li> <li>4. Im Excel die beiden Spalten ObjektID und Shape_Area markieren → Einfügen → Pivot Table → in einem neuen Arbeitsblatt erstellen → das Element ObjektID links in das Zeilenfeld des Pivot Table und das Element Shape_Area rechts unten in das Wertefeld ziehen → Unter Wert im Dropdownmenü „Werteinstellungen“ wählen → Summe von Shape_Area wählen → OK. Nun sind alle Landwirtschaftsflächen pro LR aufsummiert. Zeilen ObjektID = 0 und Gesamtsumme (ganz unten) löschen. Copy/Paste (nur Werte) in ein neues Tabellenblatt → Spalten ev. neu benennen (WICHTIG:)</li> </ol>		

Keine Lücken im Header-Text): ObjektID, Shape\_Area\_LW.

5. LR\_C05\_Identity\_XX.xls ins ArcMap laden → Rechtsklick auf LR\_XX → Joins and Relates → Join
  6. Join Data:
    - Choose the field in this layer that the join will be based on: ObjektID
    - Choose the table to join to this layer, or load the table from disk: LR\_C06\_Identity\_XX
    - Choose the field in the table to base the join on: ObjektID
  7. Attribute Table von LR\_XX öffnen → Options → Add Field → LR\_C06\_Berechnung nennen und float wählen.
  8. Rechtsklick auf Spalte LR\_C06\_Berechnung → Field Calculator → LR\_C06\_Berechnung =  $100/LR_{\text{lu}}.\text{Shape\_Area} * \text{Tabelle...$.\text{Shape\_Area\_LW}}$  eingeben. Pro LR resultiert der Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche in Prozent.
  9. Definition Query von LR\_XX → Query Builder → LR\_C06\_Berechnung  $\geq 30$  eingeben
  10. Rechtsklick auf Spalte LR\_C06\_Indus → Field Calculator → LR\_C06\_Indus = 1 eingeben. Nun haben diese LR den Wert 1 erhalten, die  $\geq 30\%$  Landwirtschaftsfläche pro LR aufweisen.
  11. Select by Attributes → Select from LR\_C06\_LW where: LR\_C06\_LW = 1. Im Attribute Table → Options → Switch Selection → Field Calculator → LR\_C06\_LW = 0 → OK. Alle LR mit weniger als 30 % landwirtschaftlich genutzter Fläche erhalten den Wert 0.
-

## Ergebnisse Testgebiete

### Funktionstyp Natur



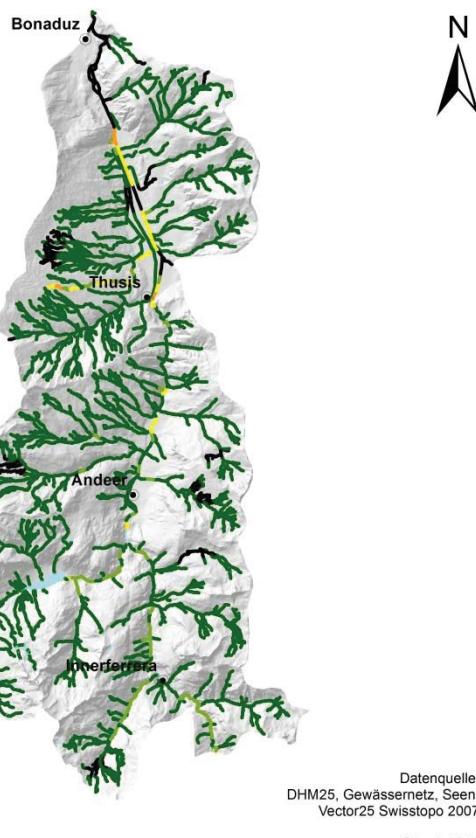
## Hinterrhein

Funktionstyp Natur

- sehr bedeutend (5)
- bedeutend (4)
- mässig bedeutend (3)
- wenig bedeutend (2)
- nicht bedeutend (1)
- Prioritärraum

Der Funktionstyp Natur umfasst die unterstützenden und regulierenden Ökosystemleistungen der Gewässerräume im Einzugsgebiet des Hinterrheins.

0 2 4 8 Kilometer



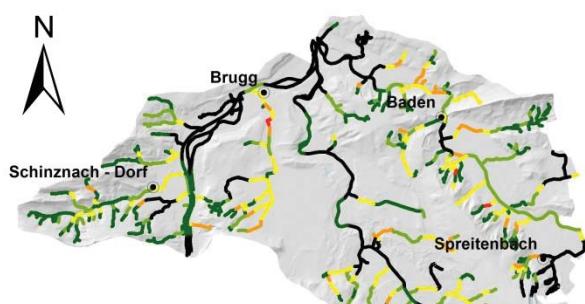
Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swissstopo 2007

Stand: 2013



Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swissstopo 2007

Stand: 2013



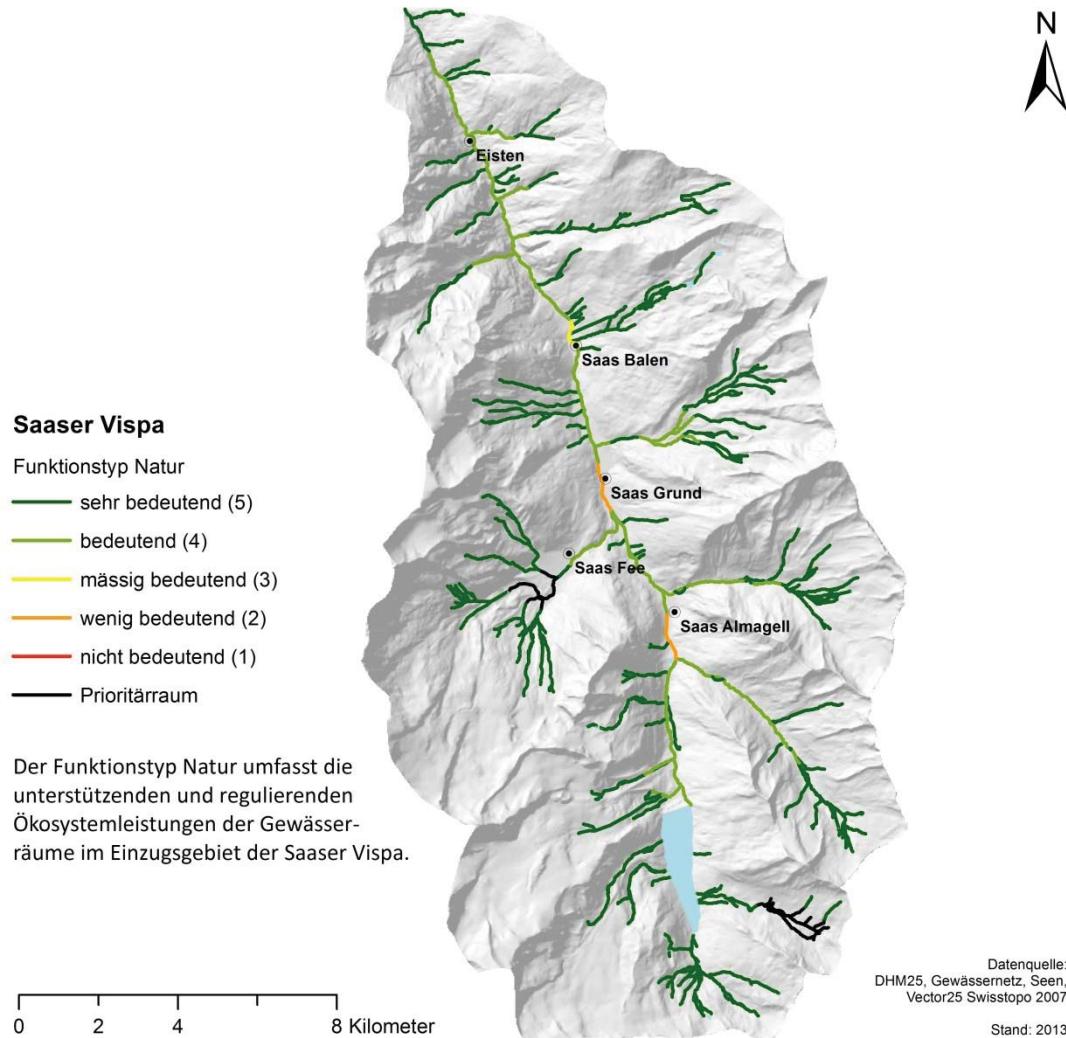
## Limmat / Reuss

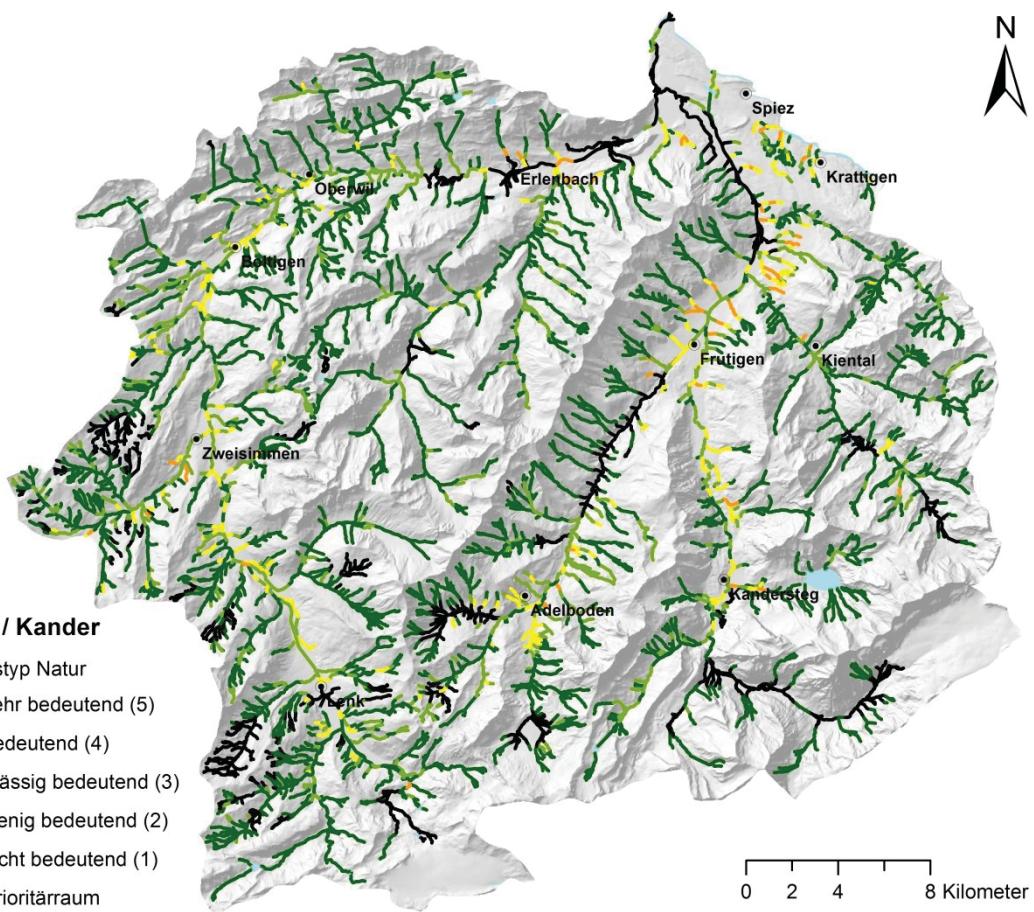
Funktionstyp Natur

- sehr bedeutend (5)
- bedeutend (4)
- mässig bedeutend (3)
- wenig bedeutend (2)
- nicht bedeutend (1)
- Prioritärraum

Der Funktionstyp Natur umfasst die unterstützenden und regulierenden Ökosystemleistungen der Gewässerräume im Einzugsgebiet der Limmat und Reuss.

0 2 4 8 Kilometer





Der Funktionstyp Natur umfasst die unterstützenden und regulierenden Ökosystemleistungen der Gewässerräume im Einzugsgebiet der Simme und Kander.

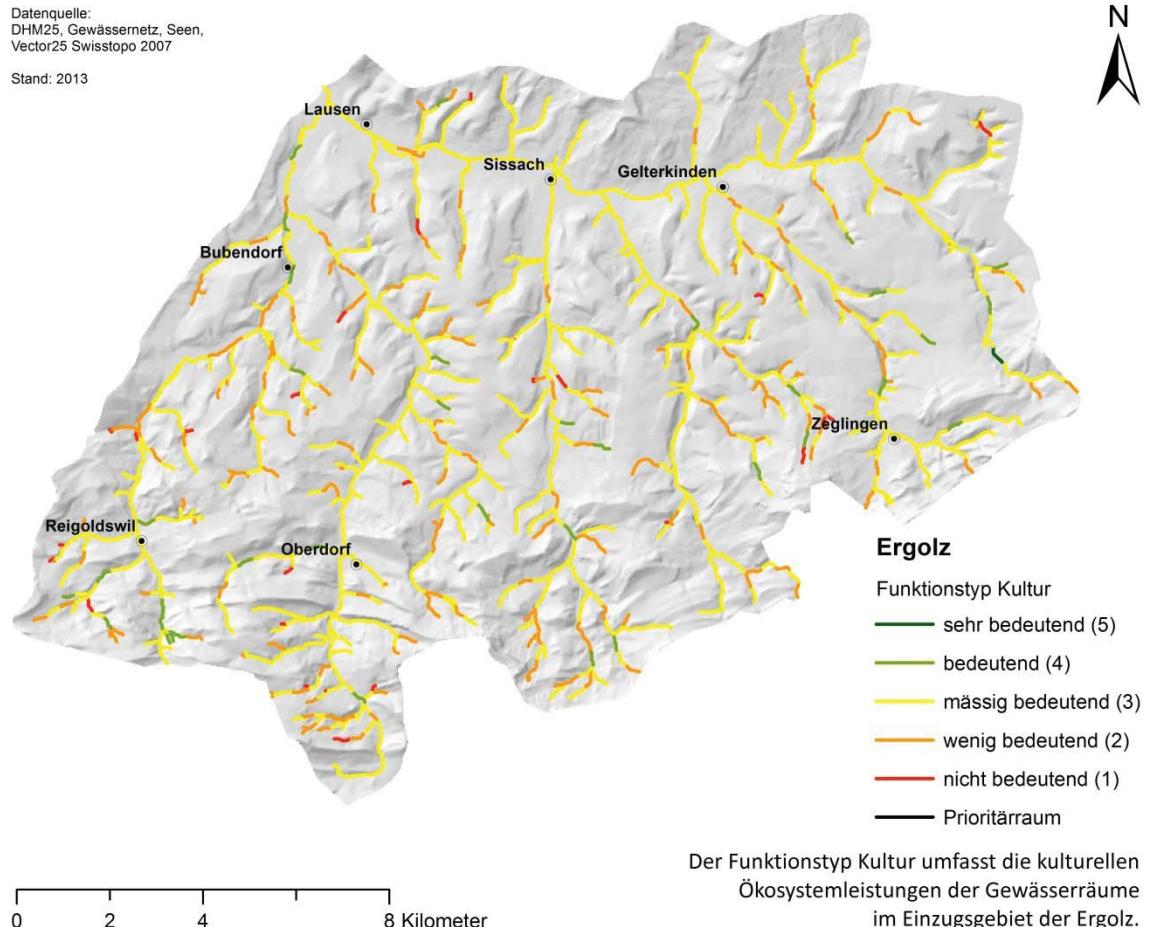
Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swisstopo 2007

Stand: 2013

## Teilsystem Kultur

Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swisstopo 2007

Stand: 2013



Der Funktionstyp Kultur umfasst die kulturellen Ökosystemleistungen der Gewässerräume im Einzugsgebiet der Ergolz.

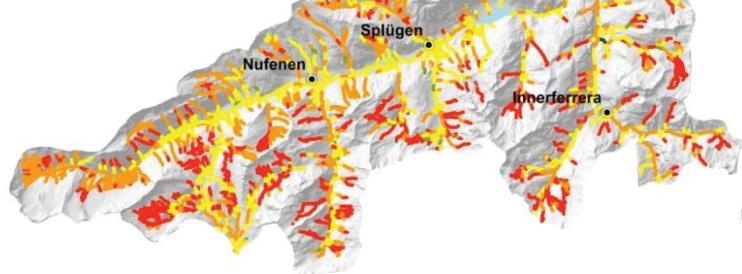
## Hinterrhein

Funktionstyp Kultur

- sehr bedeutend (5)
- bedeutend (4)
- mässig bedeutend (3)
- wenig bedeutend (2)
- nicht bedeutend (1)
- Prioritärraum

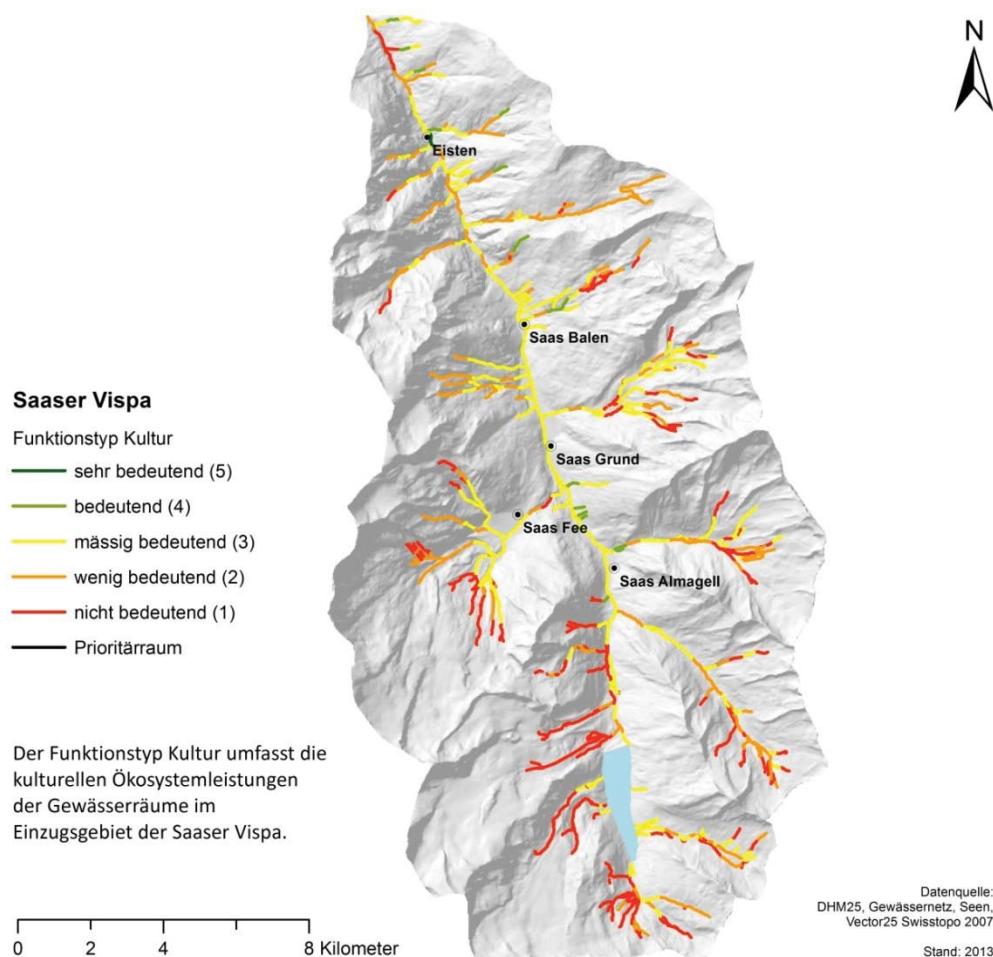
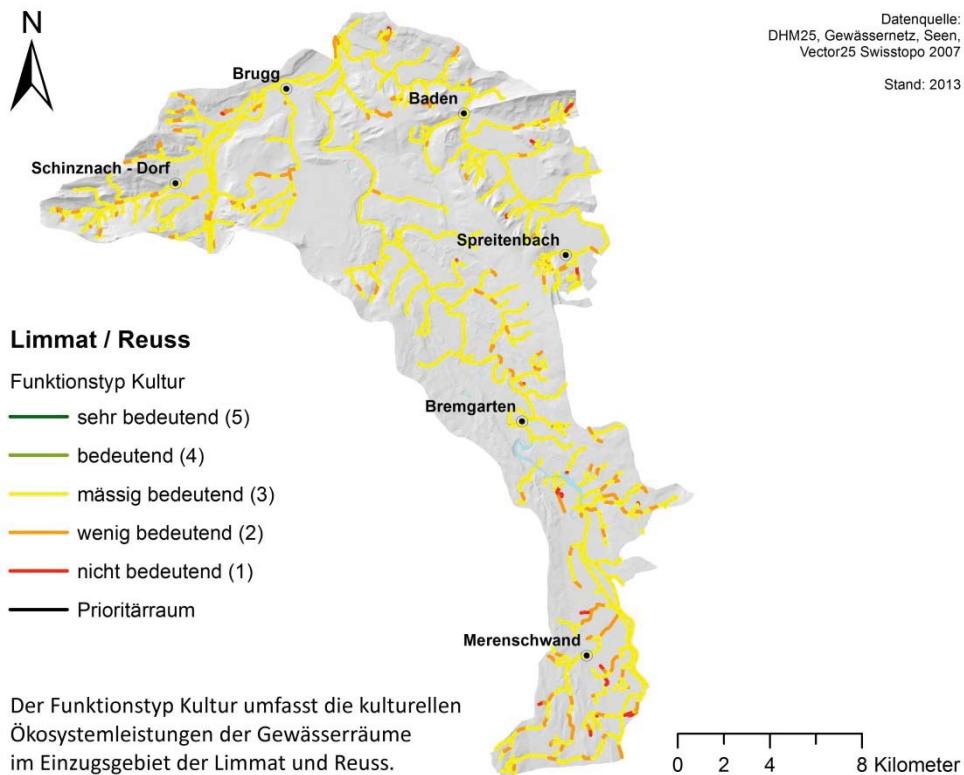
Der Funktionstyp Kultur umfasst die kulturellen Ökosystemleistungen der Gewässerräume im Einzugsgebiet des Hinterrheins.

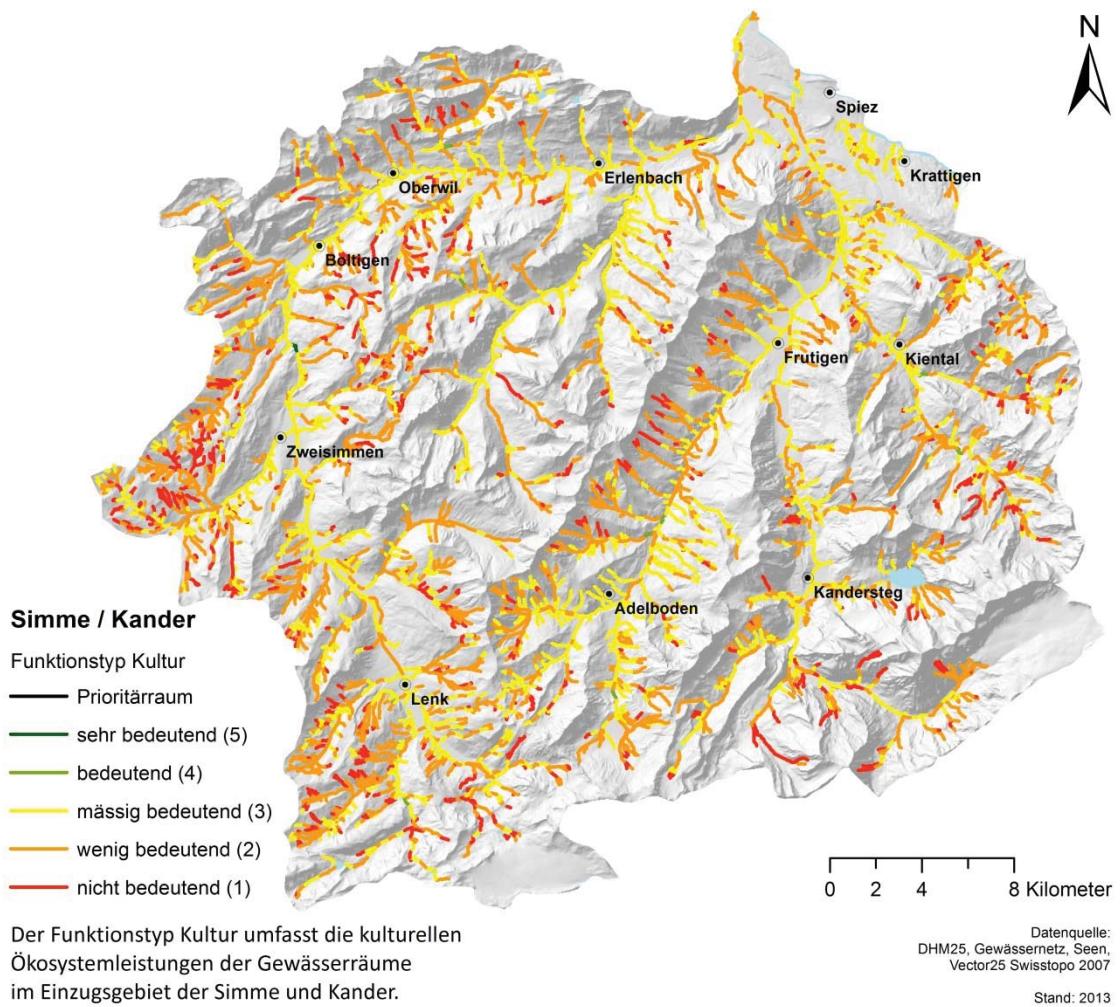
0 2 4 8 Kilometer



Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swisstopo 2007

Stand: 2013

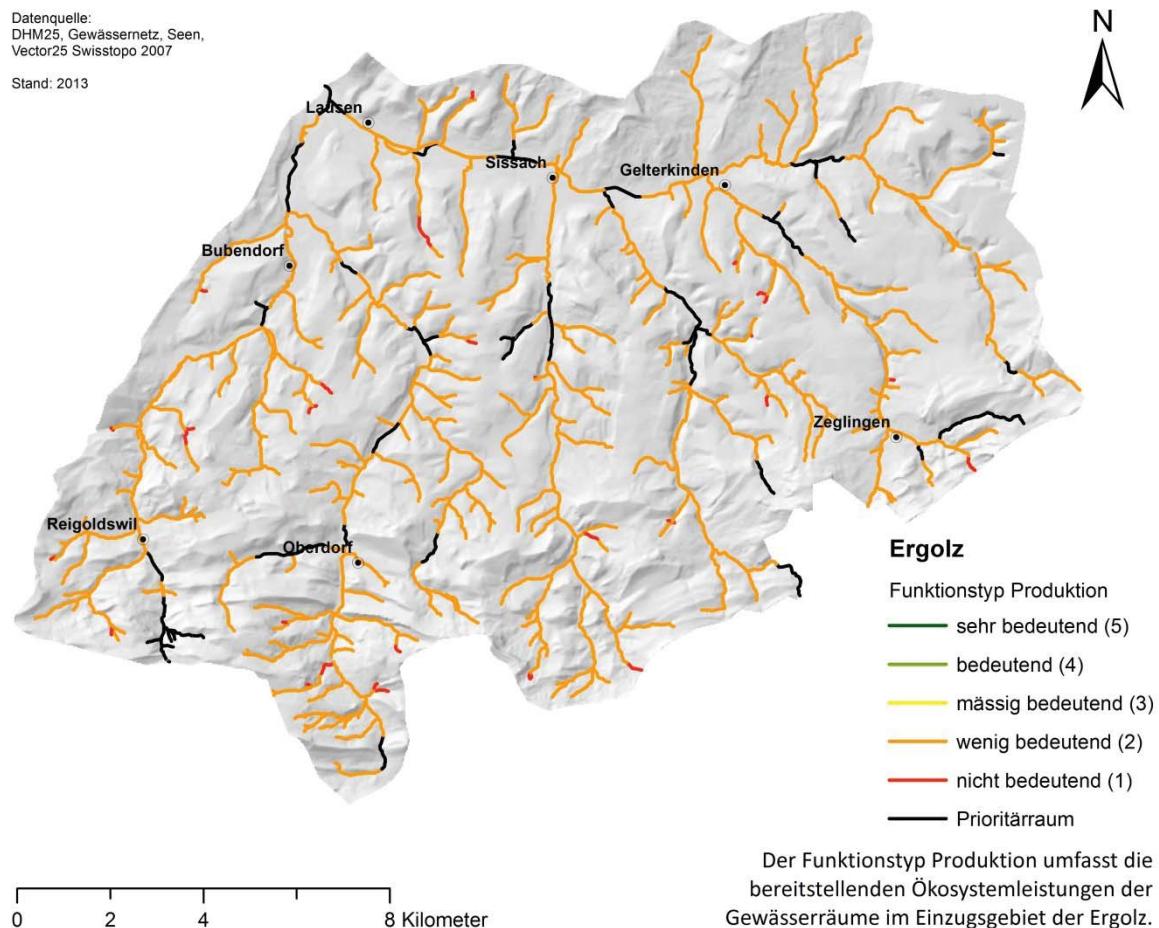




## **Teilsystem Produktion**

Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swisstopo 2007

Stand: 2013



Der Funktionstyp Produktion umfasst die bereitstellenden Ökosystemleistungen der Gewässerräume im Einzugsgebiet der Ergolz.

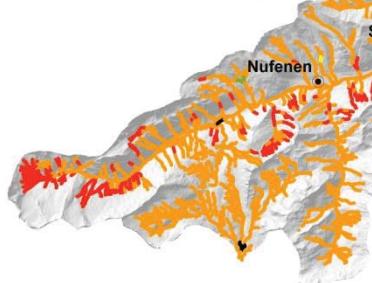
## Hinterrhein

### Funktionstyp Produktion

- sehr bedeutend (5)
- bedeutend (4)
- mässig bedeutend (3)
- wenig bedeutend (2)
- nicht bedeutend (1)
- Prioritärraum

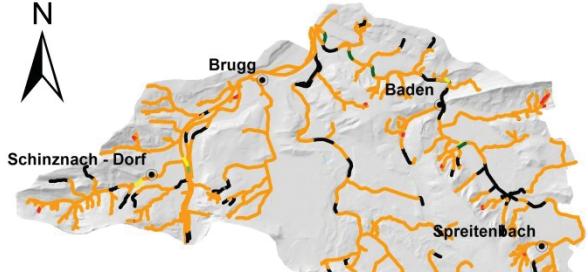
Der Funktionstyp Produktion umfasst die bereitstellenden Ökosystemleistungen der Gewässerräume im Einzugsgebiet des Hinterrheins.

0 2 4 8 Kilometer



Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swissstopo 2007

Stand: 2013



Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swissstopo 2007

Stand: 2013

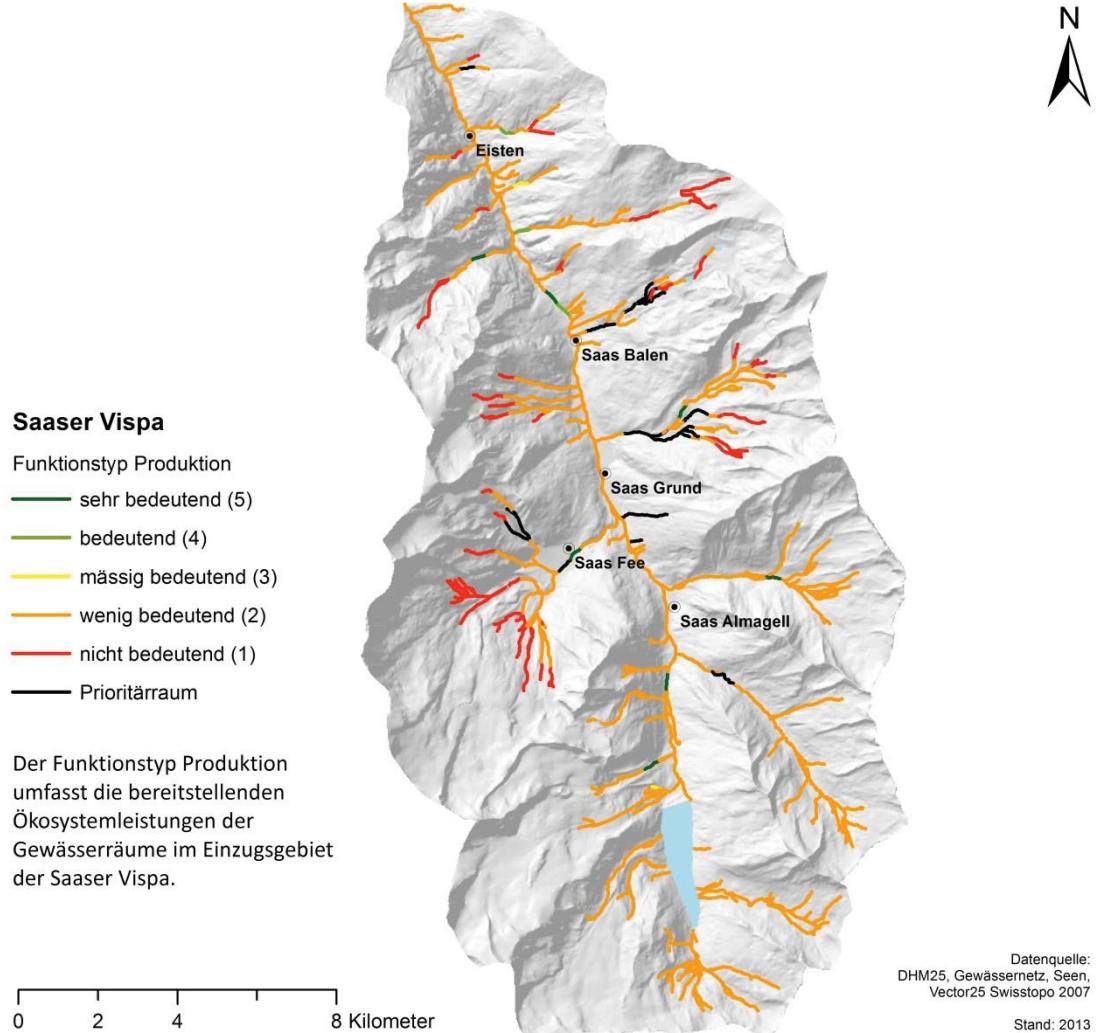
## Limmat / Reuss

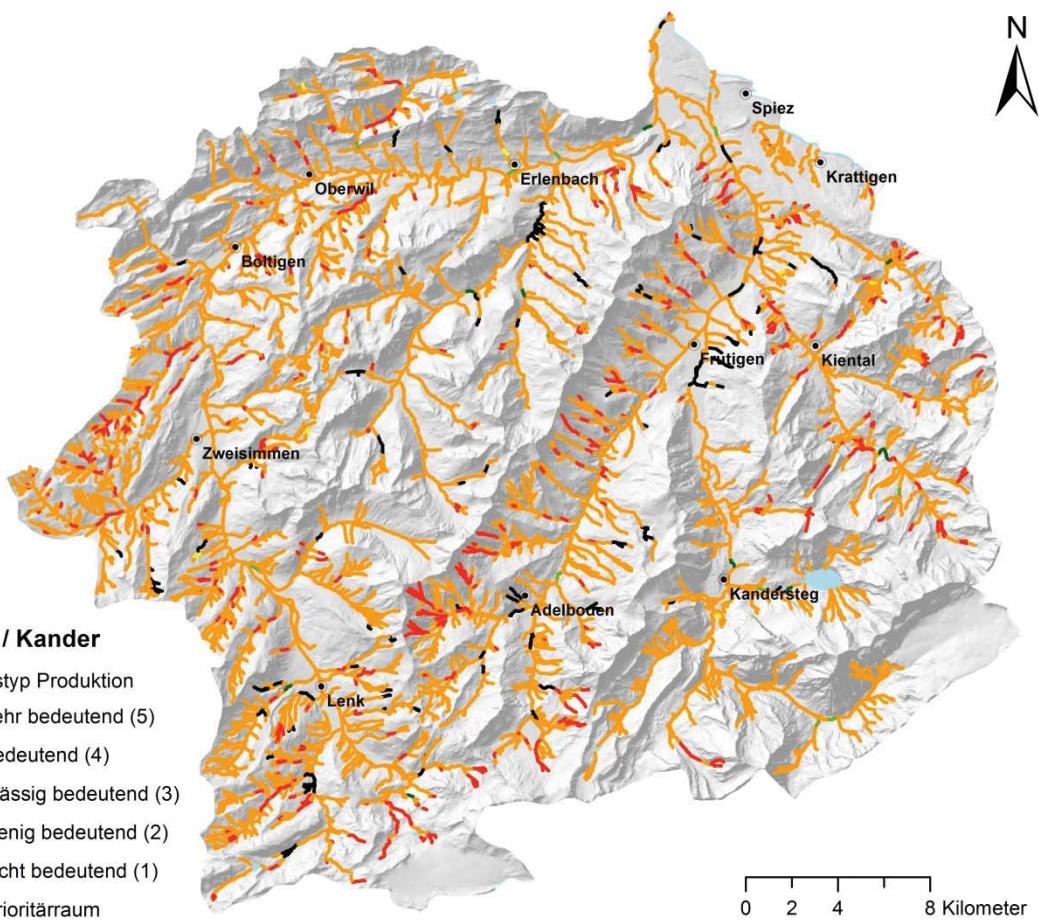
### Funktionstyp Produktion

- sehr bedeutend (5)
- bedeutend (4)
- mässig bedeutend (3)
- wenig bedeutend (2)
- nicht bedeutend (1)
- Prioritärraum

Der Funktionstyp Produktion umfasst die bereitstellenden Ökosystemleistungen der Gewässerräume im Einzugsgebiet der Limmat und Reuss.

0 2 4 8 Kilometer



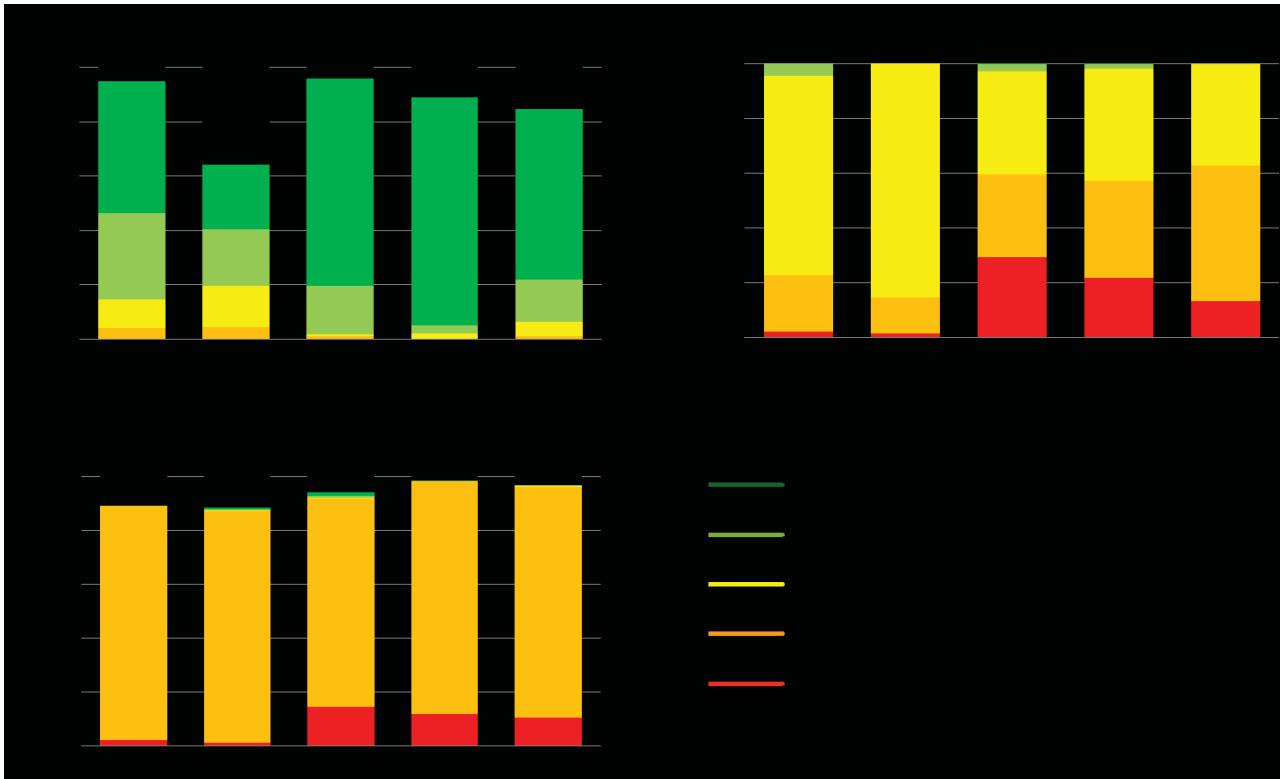


Der Funktionstyp Produktion umfasst die bereitstellenden Ökosystemleistungen der Gewässerräume im Einzugsgebiet der Simme und Kander.

Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swisstopo 2007

Stand: 2013

*Teilsysteme je Typregion im Vergleich*



## Schutz- und Nutzungsempfehlungen



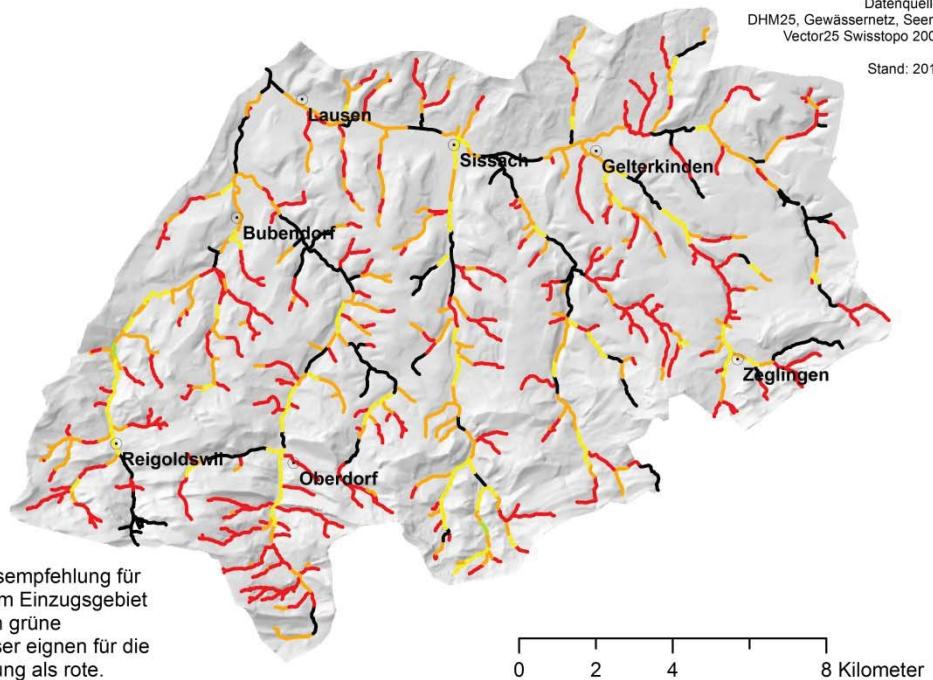
Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swisstopo 2007

Stand: 2013

### Ergolz

#### Rang

- 1 - 25
- 26 - 50
- 51 - 75
- 76 - 100
- 101 - 125
- Prioritärraum



Schutz- und Nutzungsempfehlung für  
die Gewässerräume im Einzugsgebiet  
der Ergolz, wobei sich grüne  
Gewässerräume besser eignen für die  
Kleinwasserkraftnutzung als rote.



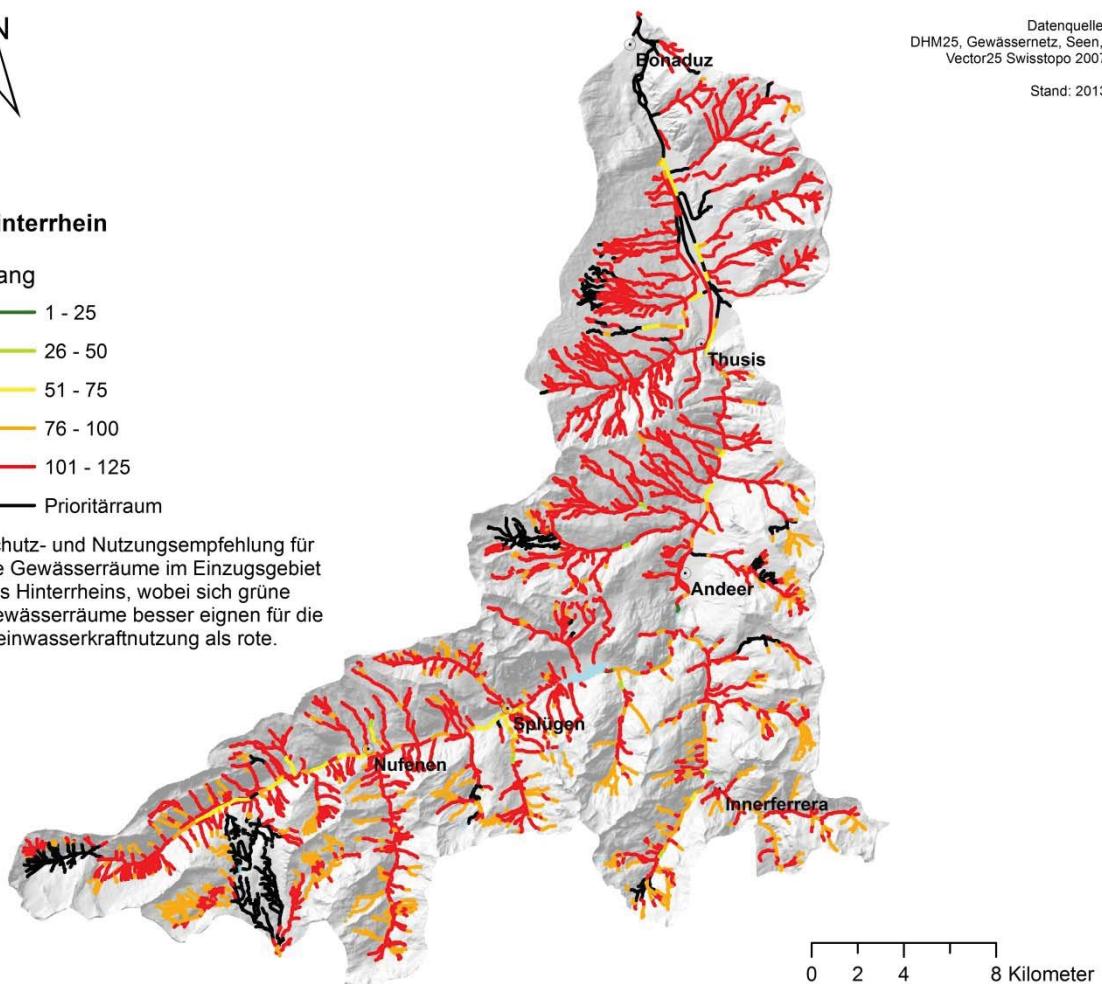
Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swisstopo 2007  
Stand: 2013

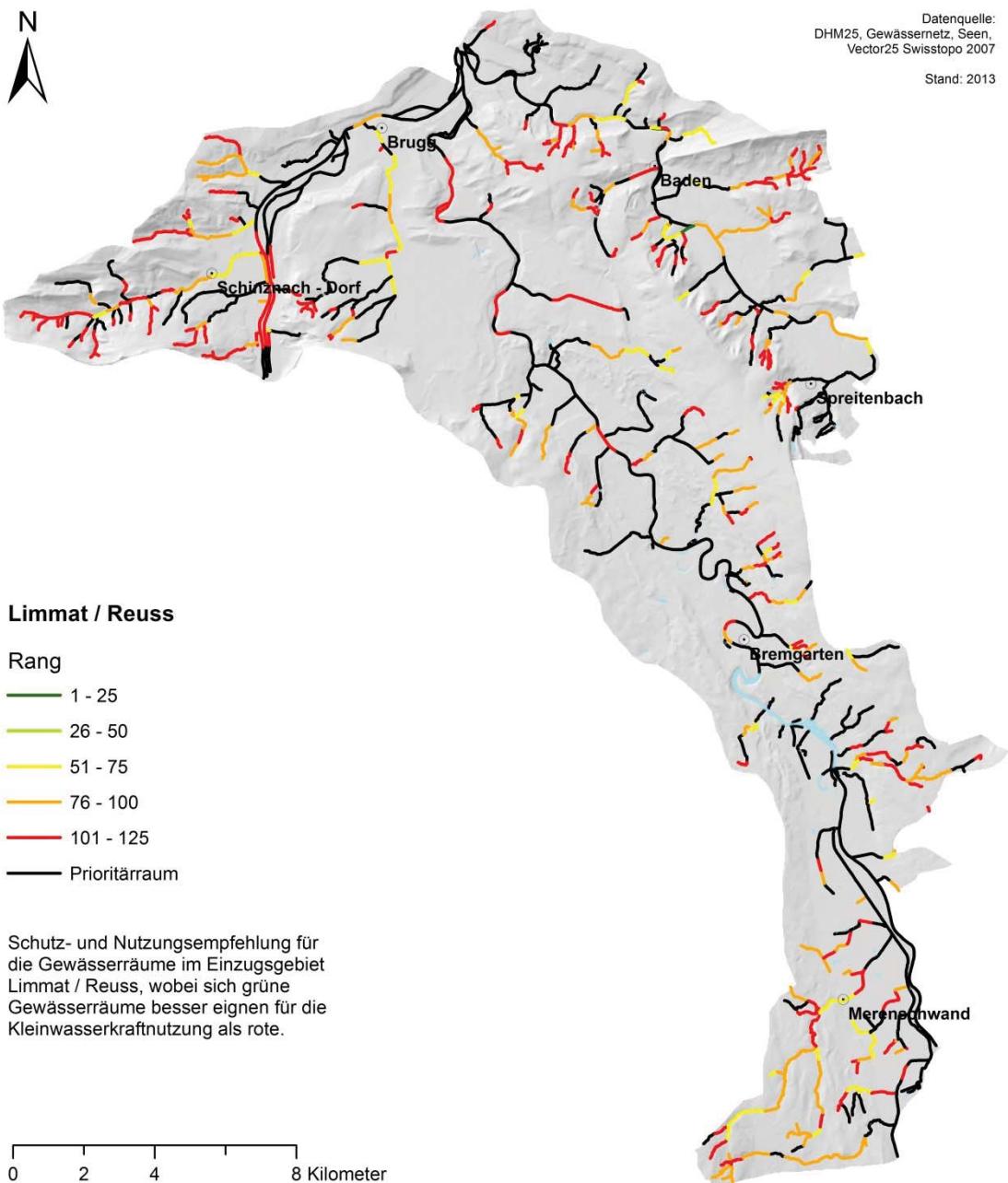
## Hinterrhein

### Rang

- 1 - 25
- 26 - 50
- 51 - 75
- 76 - 100
- 101 - 125
- Prioritärraum

Schutz- und Nutzungsempfehlung für die Gewässerräume im Einzugsgebiet des Hinterrheins, wobei sich grüne Gewässerräume besser eignen für die Kleinwasserkraftnutzung als rote.







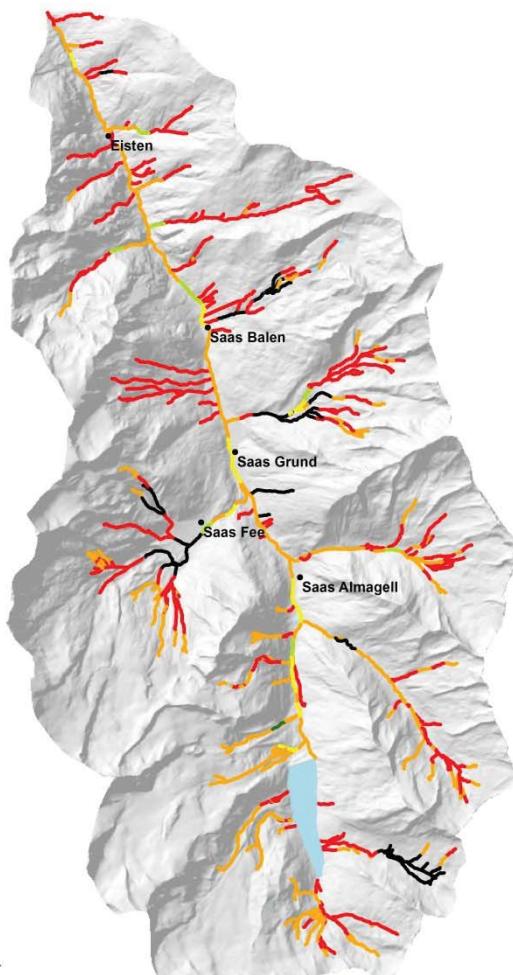
### Saaser Vispa

#### Rang

- 1 - 25
- 26 - 50
- 51 - 75
- 76 - 100
- 101 - 125
- Prioritärraum

Schutz- und Nutzungsempfehlung für die Gewässerräume im Einzugsgebiet der Saaser Vispa, wobei sich grüne Gewässerräume besser eignen für die Kleinwasserkraftnutzung als rote.

0 2 4 8 Kilometer



Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swisstopo 2007

Stand: 2013



Datenquelle:  
DHM25, Gewässernetz, Seen,  
Vector25 Swisstopo 2007

Stand: 2013

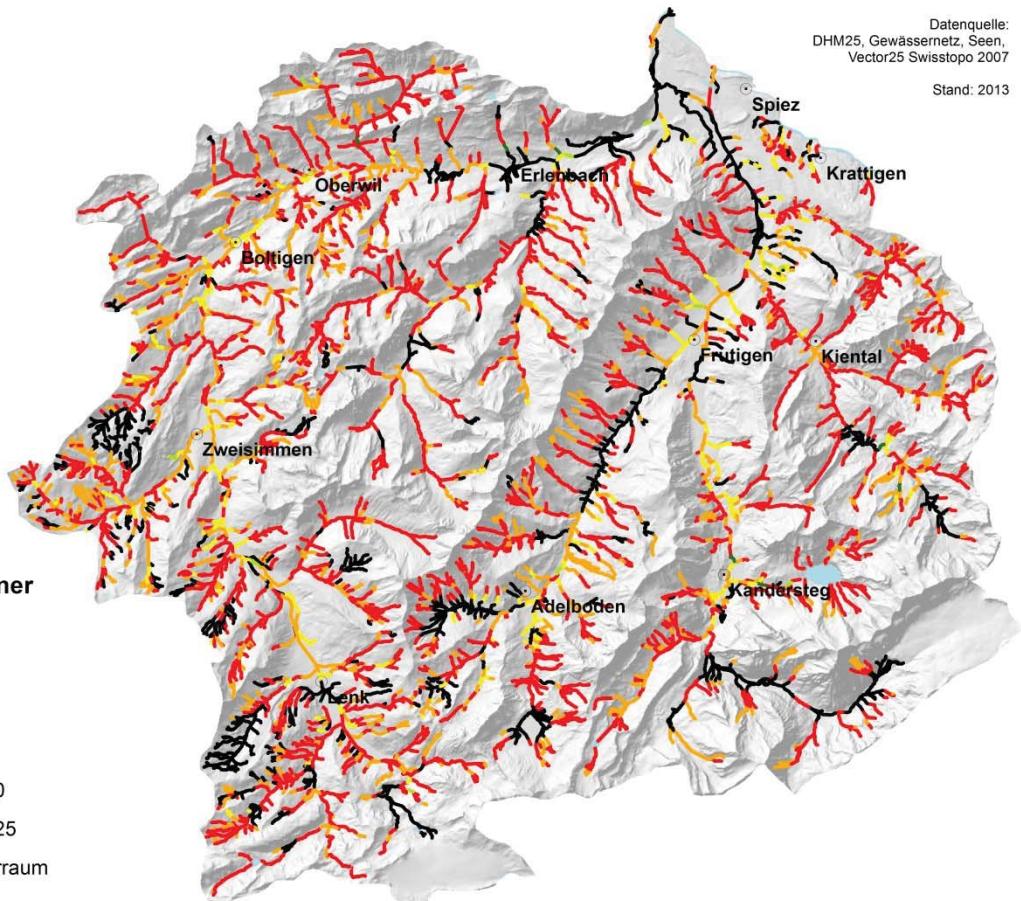
### Simme / Kander

#### Rang

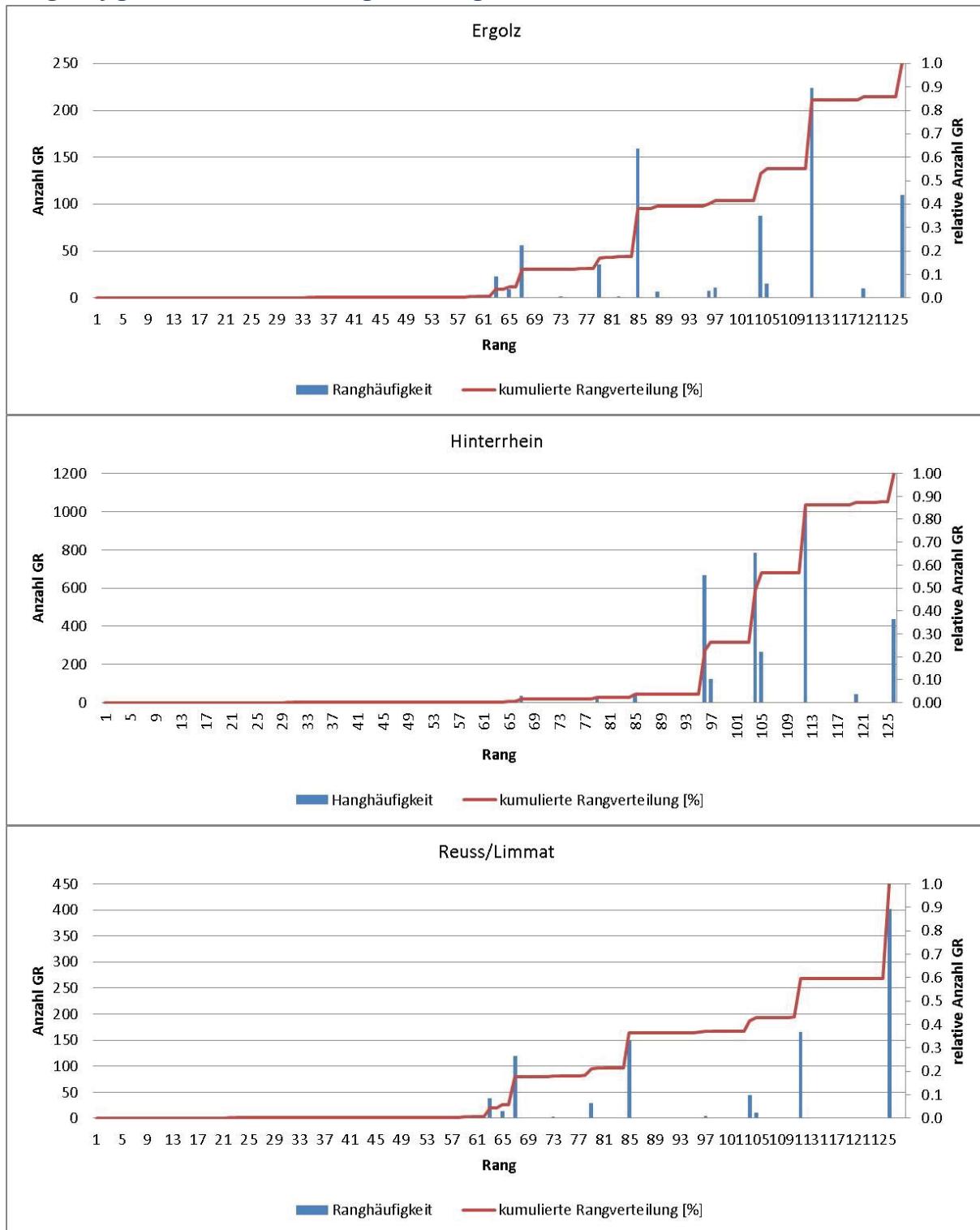
- 1 - 25
- 26 - 50
- 51 - 75
- 76 - 100
- 101 - 125
- Prioritärraum

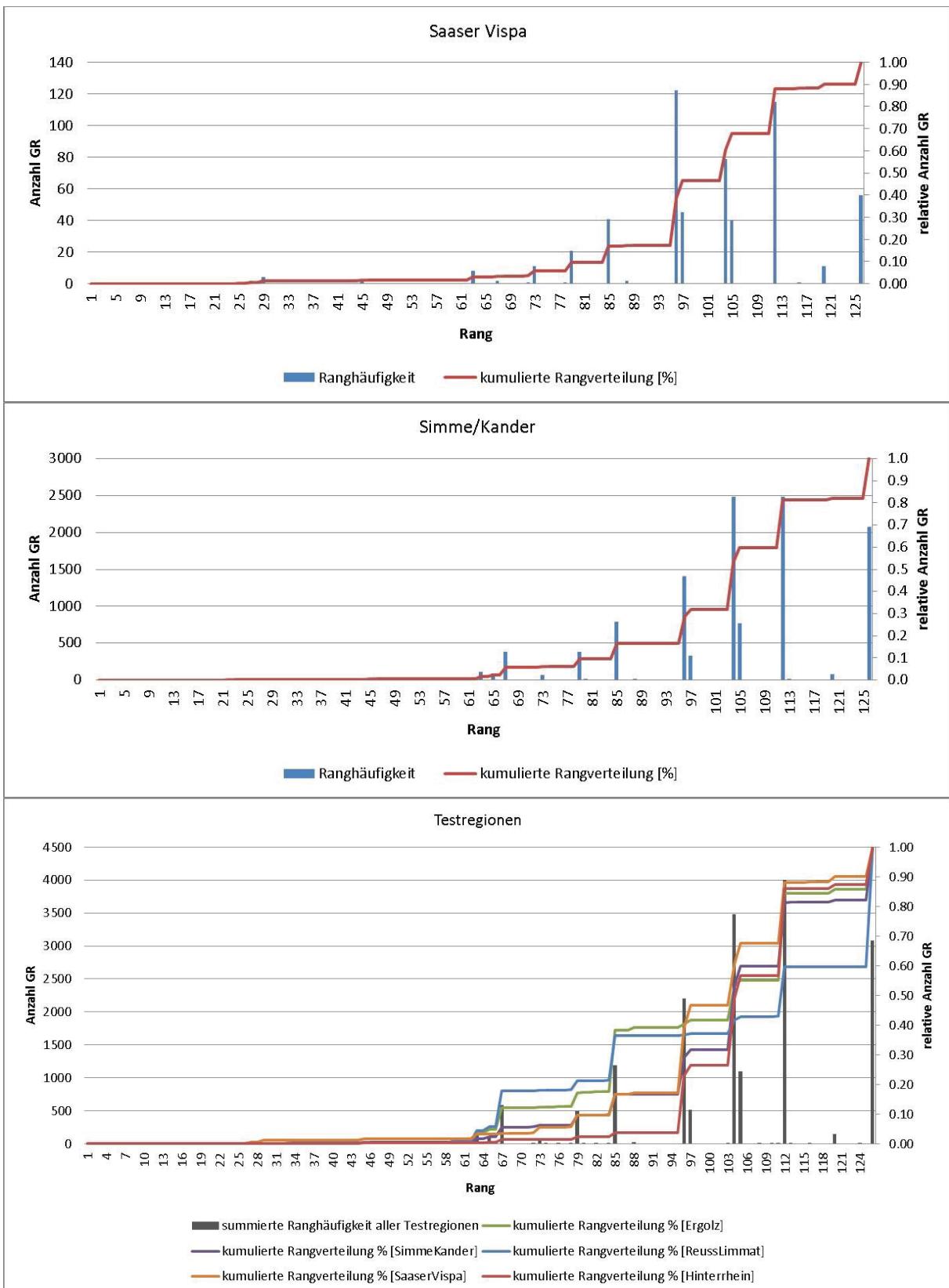
Schutz- und Nutzungsempfehlung für  
die Gewässerräume im Einzugsgebiet  
Simme/Kander, wobei sich grüne  
Gewässerräume besser eignen für die  
Kleinwasserkraftnutzung als rote.

0 2 4 8 Kilometer



### Ranghäufigkeit & summierte Rangverteilung





## *Leistung je Rang*

