



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

**Jahresbericht** 09. Dezember 2010

---

# **Ganzheitliche Beurteilung des Kleinwasserkraftpotenzials in der Schweiz**

## Methodik zur Szenarienbildung unter Berücksichtigung relevanter Einflussfaktoren

---

---

<sup>b</sup>  
**UNIVERSITÄT  
BERN**

**OESCHGER CENTRE**  
CLIMATE CHANGE RESEARCH

**Auftraggeber:**

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

**Auftragnehmer:**

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

**Autoren:**

Carol Hemund, Geographisches Institut Universität Bern, [hemund@giub.unibe.ch](mailto:hemund@giub.unibe.ch)  
Prof. Dr. Rolf Weingartner, Geograph. Institut Universität Bern, [weingartner@giub.unibe.ch](mailto:weingartner@giub.unibe.ch)

**BFE-Bereichsleiter:** Dr. Michael Moser

**BFE-Programmleiter:** Dr. Klaus Jorde

**BFE-Vertrags- und Projektnummer:** 153007 / 101953

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

# Inhalt

Inhalt.....	3
Zusammenfassung.....	4
Projektziele.....	4
Ziele für das Berichtsjahr 2010.....	5
1. Methodik.....	5
1.1. Konzept.....	5
1.2. Anwendung.....	5
1.3. Anpassungen / Änderungen.....	6
2. Wissenschaftliche Begleitgruppe.....	6
3. Masterarbeiten.....	6
4. Verknüpfung zu Teilprojekt A <i>Water GIS Web AG</i> .....	6
5. Veranstaltungen mit aktiver Teilnahme.....	6
Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse.....	7
1. Methodik.....	7
1.1. Methodik Version 1.....	7
1.2. Anwendungen Pilotregion 1 & 2.....	7
1.3. Anpassungen / Änderungen.....	11
2. Wissenschaftliche Begleitgruppe.....	12
3. Masterarbeiten.....	12
4. Verknüpfung zu Teilprojekt A <i>Water GIS Web AG</i> .....	12
5. Veranstaltungen, Referate, Publikationen.....	12
Bewertung 2010.....	14
Ausblick 2011.....	15
Referenzen.....	15
Anhang.....	15

# Zusammenfassung

Das vorliegende Projekt ist Teil des Forschungsprogramms *Wasserkraft*. Es hat zum Ziel, das Kleinwasserkraftpotenzial ( $\leq 10\text{MW}$ ) der Schweiz basierend auf einem holistischen Ansatz zu ermitteln. Im Zentrum steht die Entwicklung einer ganzheitlichen Erfassungsmethodik, die sowohl die drei Dimensionen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft als auch Aspekte der regionalen Raumplanung gleichwertig integriert. Im vergangenen Jahr wurde vor allem am Konzept der Methodik Version 1 und deren Überprüfung in Testregionen gearbeitet. Mit der Unterstützung zweier Masterstudenten konnten erstmals Ergebnisse für die Pilotregion Lüttschine vorgelegt werden. Trotz Erfolg zeigten diese Resultate auch diverse Schwierigkeiten. Die Methodik Version 1 verlangte nach einer Überarbeitung. Zusätzliche Ergebnisse einer Anwendung in einer Pilotregion 2 wie auch Rückmeldungen aus der wissenschaftlichen Begleitgruppe lieferten weitere Anhaltspunkte, so dass zurzeit eine Methodik Version 2 ausgearbeitet wird. Das Projekt konnte im Verlaufe des Jahres an verschiedenen Veranstaltungen mit unterschiedlichem Publikum präsentiert werden. Insgesamt sind die Ziele für 2010 erreicht worden, wenn auch mit gewisser Verzögerung. Das Projekt bewegt sich nach wie vor in die richtige Richtung und ist realistisch, die Ziele für 2011 planmässig zu erfüllen.

## Projektziele

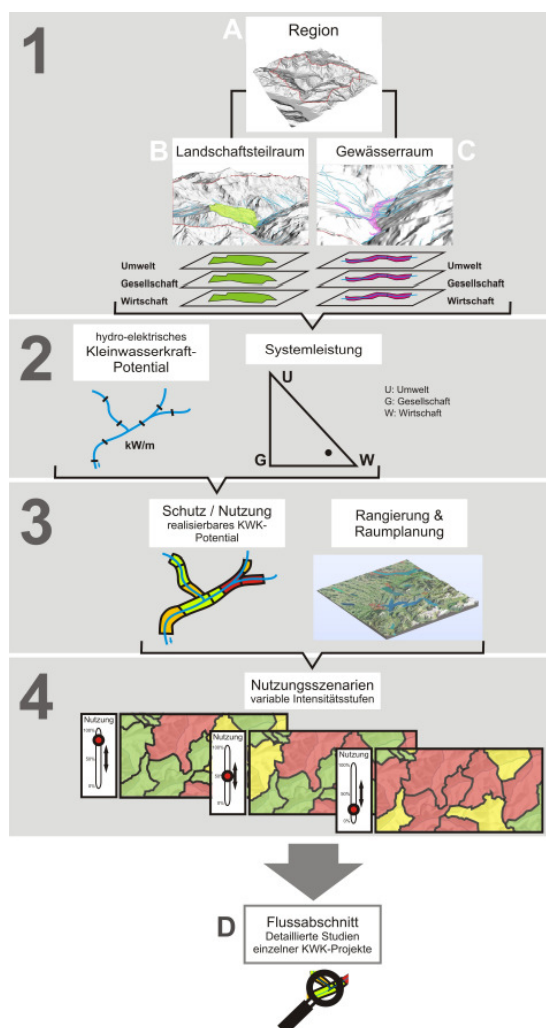
Das Projekt befasst sich mit dem Kleinwasserkraftpotenzial ( $\leq 10\text{MW}$ ) in der Schweiz und bewegt sich somit im Spannungsfeld rund um die Wasserkraftnutzung. Der Ausbau der erneuerbaren Energien, wie es die aktuelle Energiepolitik des Bundes vorsieht, führt unweigerlich zu einer Intensivierung dieses Spannungsfeldes von Nutzungs- und Schutzansprüchen an die Ressource Wasser. Die Abwägungen zur Nutzbarmachung des verbleibenden Potenzials sind schwierig und die dazu vorliegenden Hilfsmittel bisher von unzureichender Beurteilungstiefe. Diese vernachlässigen insbesondere die ganzheitliche Betrachtungsweise sowie den regionalen und raumplanerischen Kontext.

Das vorliegende Projekt hat sich deshalb zum Ziel gesetzt, die notwendigen Leitlinien und Empfehlungen in Form eines Beurteilungsinstrumentes bereitzustellen. Dazu sollen technische Daten über das hydroelektrische Potenzial mit ökologischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Beurteilungen verbunden werden, um letztlich zu einer ganzheitlichen Beurteilung des Wasserkraftpotenzials einer Region zu gelangen. Da eine möglichst breite Abstützung der Methodik wichtig ist, soll sie in Zusammenarbeit mit verschiedenen Interessensvertretern entstehen. Die Entscheidungshilfe richtet sich schliesslich an die kantonalen Fachstellen und Behörden und dient der Planung zukünftiger Wassernutzungsstrategien. Folglich wird eine Darstellung der Ergebnisse sowohl im regionalen als auch nationalen Kontext angestrebt.

Insgesamt setzt sich das Projekt aus den drei Teilprojekten A, B und C zusammen, wobei Teilprojekt B am *Geographischen Institut der Universität Bern (GIUB)* bearbeitet wird und Gegenstand dieses Berichtes ist.

## Ziele für das Berichtsjahr 2010

Gemäss Jahresbericht 2009 sind folgende Ziele für das Berichtsjahr 2010 vorgesehen. Diese Zielsetzungen beziehen sich auf den Arbeitsablauf in Abbildung 1.



**Abbildung 1** Ablauf des Vorgehens Methodik Version 1

### 1. Methodik

#### 1.1. Konzept

Die Methodik soll in eine anwendbare Form gebracht werden, d.h., sowohl die Bewertungskriterien als auch das Vorgehen zur Berechnung der Systemleistung sollen fertig gestellt werden (Schritt 1, Abbildung 1). Damit verbunden sind Arbeiten wie bspw. die Aktualisierung der Datenbeschaffung, die Ausarbeitung der Schritte 2 und 3 (Abbildung 1) und daraus folgend die allfällige Überarbeitung und Anpassung der Methodik Version 1.

**Ergebnis:** Methodik Version 1

**Zweck:** Grundlage für Anwendungen in Pilotregion 1 & 2

#### 1.2. Anwendung

Die Methodik Version 1 soll in Pilotregion 1 (Lütschine) angewendet und überprüft werden, d.h., es erfolgt zunächst eine Bewertung des Ist-Zustandes auf der Ebene der Gewässerräume und der Landschaftsteilräume. Danach folgt die Synthese zur Berechnung

der Systemleistung im Einzugsgebiet. Des Weiteren soll eine Pilotregion 2 definiert werden, in der die Methodik Version 1 ebenfalls angewendet wird. Es soll überprüft werden, ob sie auch in einer anderen Region der Schweiz wunschgemäss funktioniert.

**Ergebnis:** Probleme der Methodik Version 1 identifizieren

**Zweck:** Grundlage zur Ableitung von Anpassung bzw. Änderungen der Methodik Version 1

### 1.3. Anpassungen / Änderungen

Ausgehend von den Ergebnissen der Anwendungen der Methodik Version 1 sollen entsprechende Anpassungen und Änderungen vorgenommen werden

**Ergebnis:** Vorschlag Methodik Version 2

**Zweck:** Grundlage für Anwendung in weiteren Testgebieten und Szenarienbildung

## 2. Wissenschaftliche Begleitgruppe

Die Begleitgruppe des Projekts soll weiterhin über den Stand der Arbeiten und das Vorgehen informiert werden. Zweimal jährlich sollen die Teilnehmer/innen die Möglichkeit haben, kritische Rückmeldungen und Ratschläge abgeben zu können. Somit übernimmt die Begleitgruppe wie bisher eine Kontroll- und Steuerungsfunktion und soll die Verbindung zwischen Wissenschaft und Praxis garantieren.

## 3. Masterarbeiten

Die beiden Masterarbeiten Baumgartner und Studer, welche sich mit der Bewertung von Gewässerräumen und Landschaftsteilräumen auseinandersetzen (Schritt 1, Abbildung 1) sollen im Sommer 2010 abgeschlossen werden. Damit wird eine Bewertung für Pilotregion 1 (Lütschine) vorliegen. Ebenso wird eine Auswertung der Methodik Version 1 erwartet.

Zur Unterstützung des Projektes wird eine weitere Masterarbeit ausgeschrieben. Sie soll dazu dienen, die Methodik Version 1 in einer Pilotregion 2 zu testen (vgl. 1.2). Es werden Vorschläge zur Anpassung der Methodik Version 1 erwartet, gegebenenfalls gefolgt von einer Methodik Version 2, die in weiteren Testgebieten überprüft werden soll.

## 4. Verknüpfung zu Teilprojekt A *Water GIS Web AG*

Die Schnittstelle zu Teilprojekt A *Water GIS Web AG* soll konkretisiert und unter beidseitigem Einverständnis definiert werden.

## 5. Veranstaltungen mit aktiver Teilnahme

Für folgende Veranstaltungen ist eine aktive Teilnahme (Referat, Paper, Poster) vorgesehen:

- UNESCO Chair International Conference on Technologies for Development, Lausanne (08.-10. Februar 2010)
- Tag der Hydrologie, Braunschweig (25.-26. März 2010)
- Dritte bzw. vierte Sitzung der wissenschaftlichen Begleitgruppe (06. Mai / 17. Nov. 2010)

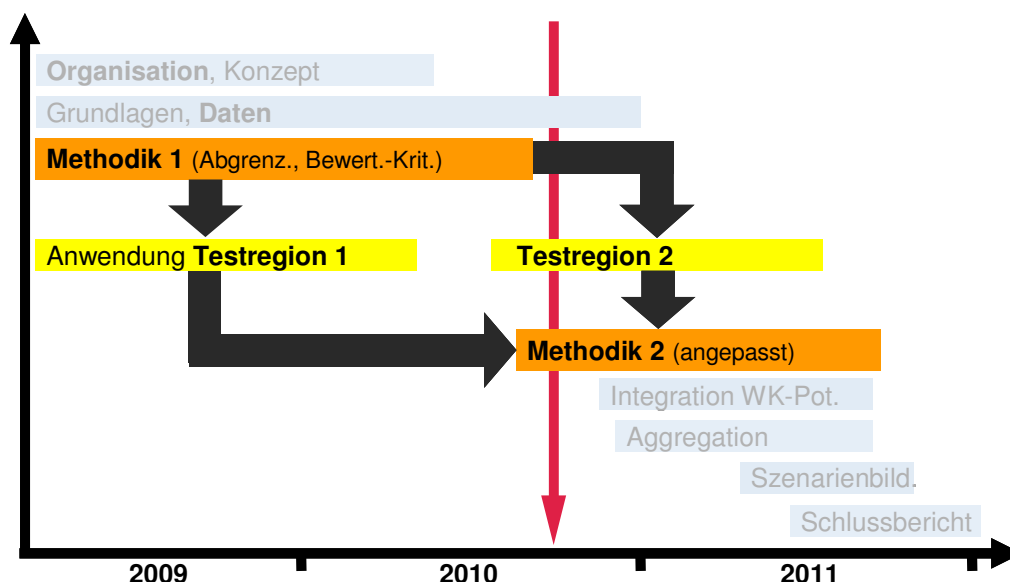
Zudem soll ein erstes Paper verfasst werden.

# Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Die folgende Auflistung der durchgeführten Arbeiten und erzielten Resultate bezieht sich auf das Kapitel *Ziele für das Berichtsjahr 2010* des vorliegenden Berichtes.

## 1. Methodik

Abbildung 2 gibt einen Überblick über die methodischen Arbeitsschritte und deren Verknüpfungen im Verlaufe des Jahres 2010.



**Abbildung 2** Zeitplan 2009 bis 2011. Schwerpunkte der Tätigkeiten im Berichtsjahr 2010 bildeten die Erarbeitung der Methodik Version 1, deren Anwendung in zwei Testregionen und die daraus resultierende Methodik Version 2.

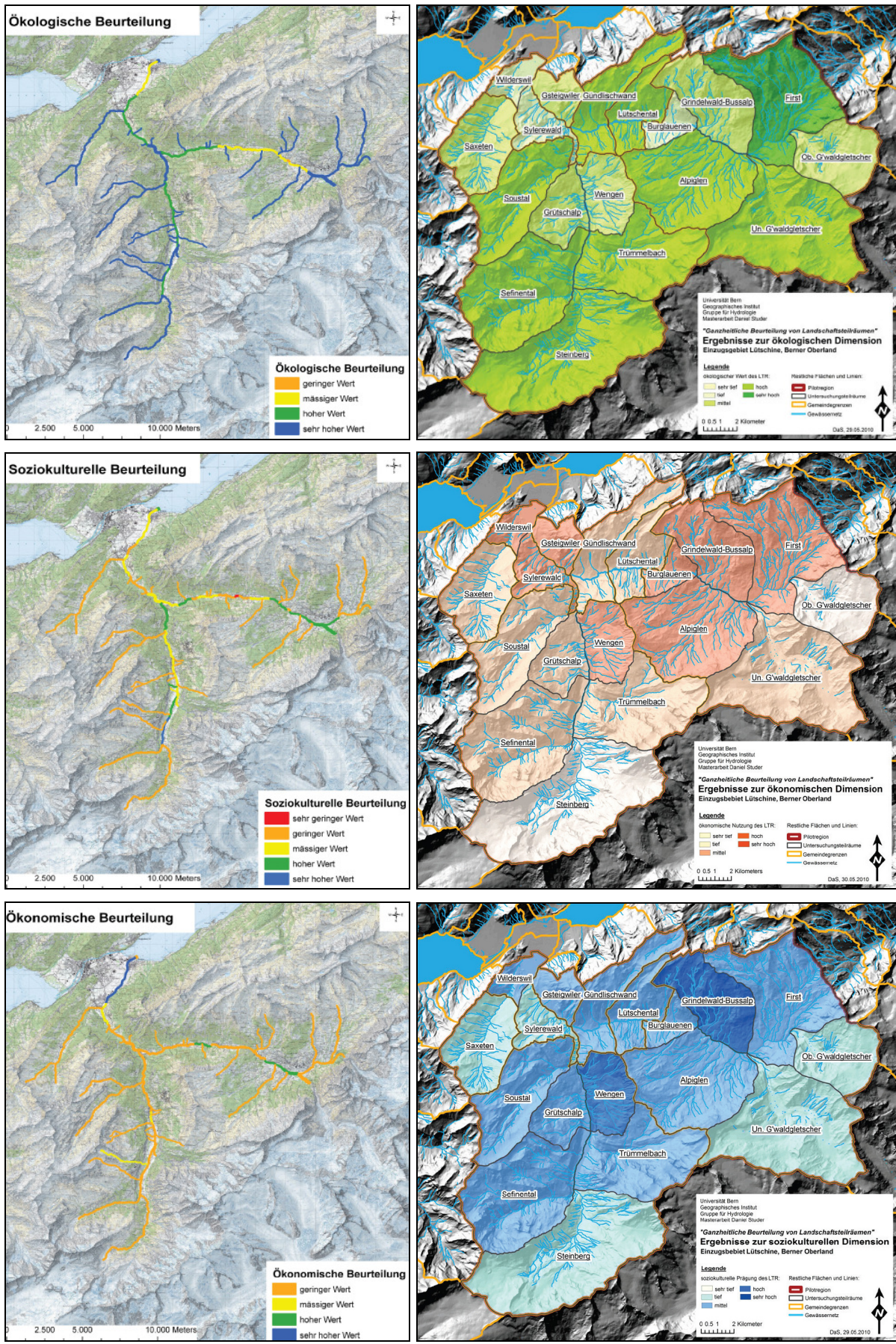
Nachfolgend wird auf die drei Schwerpunkte des Berichtsjahres eingegangen (Abbildung 2).

### 1.1. Methodik Version 1

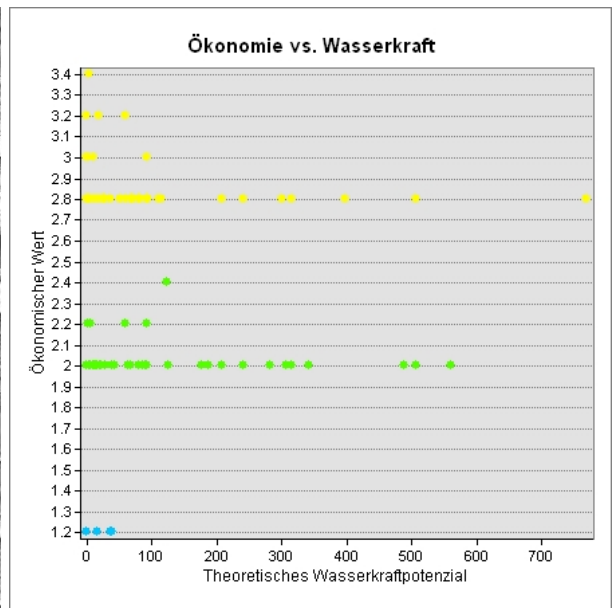
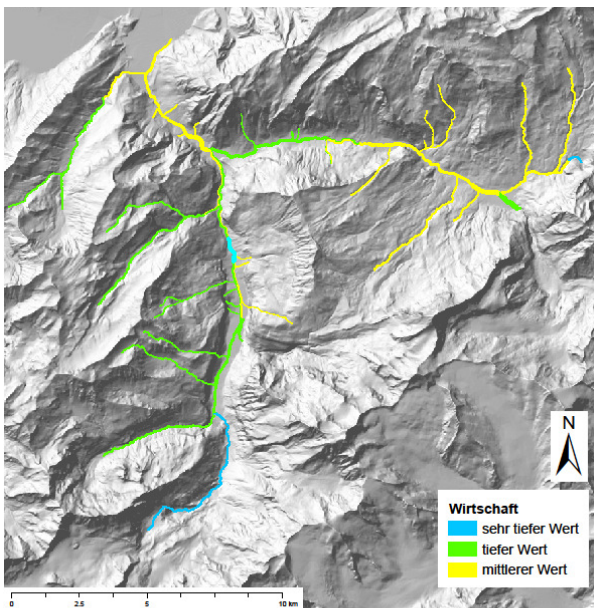
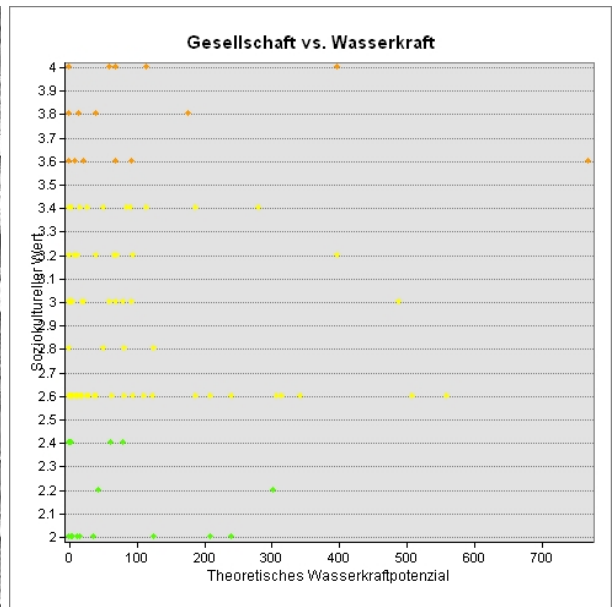
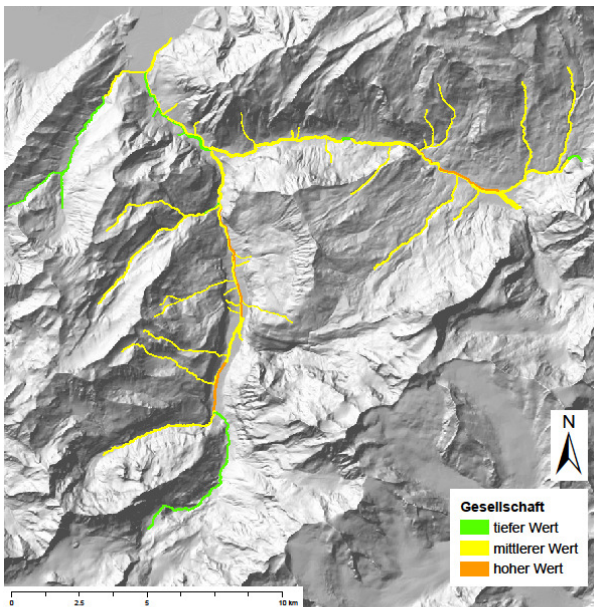
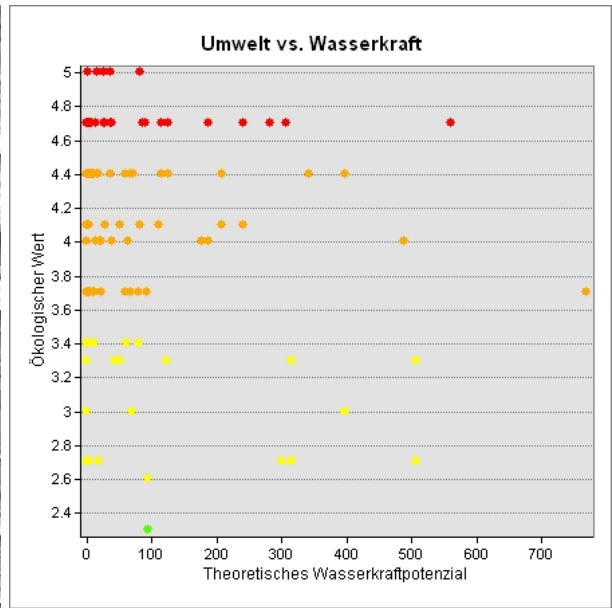
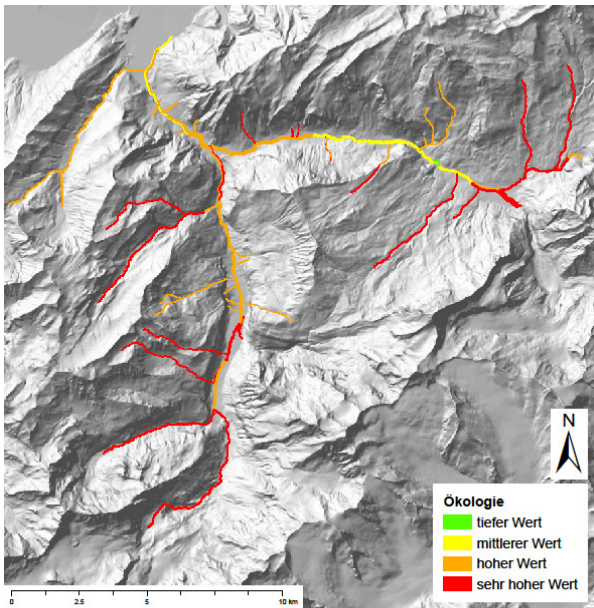
Die Disposition des Teilprojektes B wurde im April 2010 überarbeitet und best möglich dem aktuellsten Vorgehen angepasst (Abbildung 1 und Anhang 1). Die Datenbeschaffung wurde fortgesetzt und aktualisiert. In Zusammenarbeit mit den Masterstudenten Baumgartner und Studer wurden die Kriterienlisten zur Bewertung der Gewässerräume und der Landschaftsteilräume fertig gestellt (Anhang 2).

### 1.2. Anwendungen Pilotregion 1 & 2

Die Anwendung der Methodik Version 1 in der Pilotregion 1 (Lütschine) führte zu einer ganzheitlichen Bewertung der Gewässerräume bzw. Landschaftsteilräume; d.h., aus den Masterarbeiten Baumgartner und Studer resultierten jeweils drei verschiedene Karten entsprechend der ökologischen, sozio-kulturellen und wirtschaftlichen Sichtweise (Abbildung 3). Daraus liessen sich die in der Pilotregion dominierenden Dimensionen ableiten, was die spätere Entscheidung zwischen Nutzung und Schutz erleichtern soll.



**Abbildung 3** Ganzheitliche Beurteilung der Gewässerräume (links) und der Landschaftsteilräume (rechts) der Pilotregion Lutschine (aus Baumgartner 2010: 63, 77, 89 und Studer 2010: 98-100).



**Abbildung 4** Systemleistung der Pilotregion Lüttschine (links) und Gegenüberstellung des Wasserkraftpotenzials und der Systemleistung (rechts). Die Punkte zeigen die Systemleistung pro Gewässer- raum aufgeteilt in die drei Dimensionen.

Zudem konnte aufgrund der Ergebnisse die Systemleistung für die Pilotregion 1 bestimmt werden (Abbildung 4, rechts). Dazu wurde die in der Projekt-Disposition vorgeschlagene Formel verwendet:

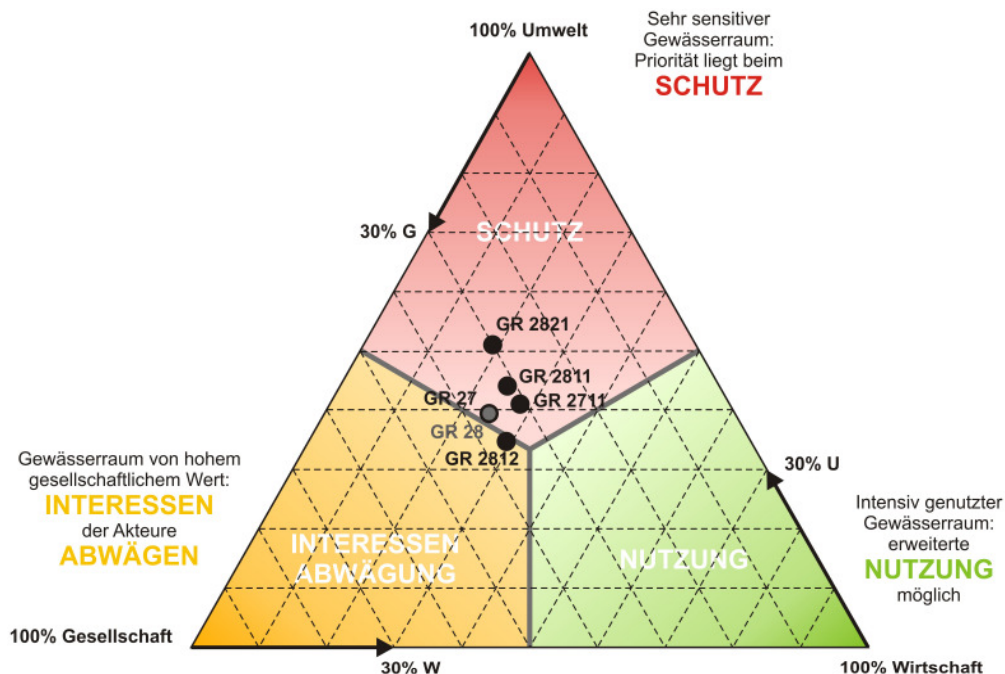
$$\text{Systemleistung} = LTR_{U,G,W} * a_{U,G,W} + GR_{U,G,W} * b_{U,G,W} = \left\{ \begin{array}{l} U_{LTR} * 0,3 \\ G_{LTR} * 0,6 \\ W_{LTR} * 0,8 \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} U_{GR} * 0,7 \\ G_{GR} * 0,4 \\ W_{GR} * 0,2 \end{array} \right\}$$

LTR: Landschaftsteilraum  
 GR: Gewässerraum  
 U: Umwelt  
 G: Gesellschaft  
 W: Wirtschaft  
 a: Gewichtungsfaktor LTR  
 b: Gewichtungsfaktor GR

Entsprechend wurden die Bewertungen der Gewässerräume und die Bewertungen der Landschaftsteilräume mit spezifischen Gewichtungsfaktoren multipliziert und anschliessend summiert. Somit kann erstmals eine ganzheitliche Beurteilung einer Region vorgelegt werden.

Gemäss Schritt 2 des Arbeitsablaufs in Abbildung 1 sollte daraufhin die Gegenüberstellung von Wasserkraftpotenzial und Systemleistung erfolgen. Abbildung 4 (links) zeigt eine erste Auswertung für jeden einzelnen Gewässerraum (Abbildung 4, links).

Des Weiteren wird gemäss Schritt 3 in Abbildung 1 für die Schutz- und Nutzungszuweisung pro Gewässerraum die graphische Darstellung des Ternary Plots vorgeschlagen. Dabei würde jedem Gewässerraum, analog des Verhältnisses der drei Dimensionen, ein Punkt im Dreieck zugeordnet (Abbildung 5). Die in Abbildung 5 eingefügten Linien zeigen eine Möglichkeit, wie die Zuweisung von Schutz, Nutzung oder Abwägung pro Gewässerraum vorgenommen werden könnte. Allerdings wurden diese Arbeitsschritte aufgrund der in Tabelle 1 aufgeführten Probleme nicht abschliessend durchgeführt.



**Abbildung 5** Ternary Plot zur Darstellung der Systemleistung der Gewässerräume im Lauterbrunnental (Pilotregion Lüttschine). Jeder Gewässerraum wird analog seiner Anteile der drei Dimensionen im Dreieck als Punkt lokalisiert.

Die Auswahl der Emme als Pilotregion 2 sollte zeigen, ob die Methodik Version 1 auch in einer mittelländischen Region anwendbar ist. Bereits bei der Abgrenzung zeigten sich erste Probleme, welche durch weitere Unstimmigkeiten bei der Bewertung ergänzt wurden. Letztlich resultierte eine Liste aller Schwachstellen der Methodik Version 1, die es zu korrigieren galt (Tabelle 1).

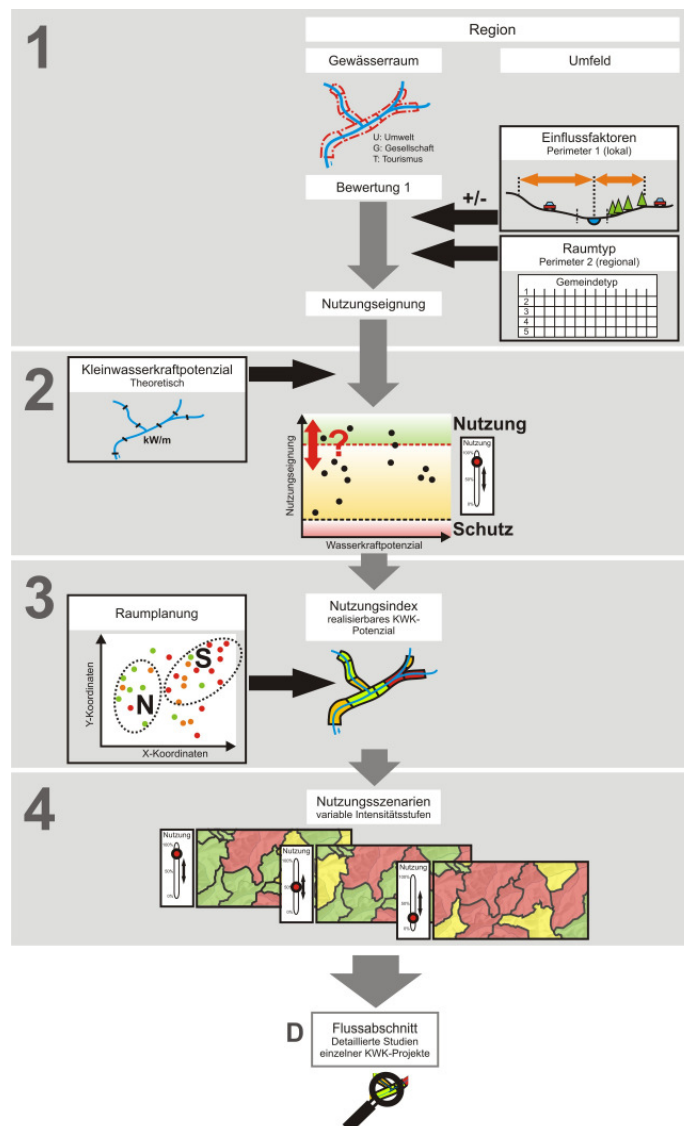
### 1.3. Anpassungen / Änderungen

Unter Beibehaltung der Vorteile der Methodik Version 1 wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Anpassungen durchgeführt bzw. werden zurzeit vorgenommen.

**Tabelle 1** Vorteile und Schwierigkeiten der Methodik Version 1 (Stand 17.11.2010)

VORTEILE erhalten	NEU anpassen
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Gesetzgebung CH bez. Ökologie berücksichtigt</li> <li>» Nachhaltigkeitskonzept integriert</li> <li>» Basis: bestehende Methoden</li> <li>» einfache Anwendung</li> <li>» problemlos erweiterbar</li> <li>» Abgrenzung: Ökomorph. (l) &amp; Biodivers. (b)</li> <li>» Bewertung: transparent</li> <li>» Sensitivitätsanalyse ersetzt Gewichtung</li> <li>» plausible Ergebnisse (UGW-Dominanz)</li> <li>» Ableitung Nutzung-Schutz-Szenario möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Abgrenzung Umfeld</li> <li>» Bewertung reduzieren</li> <li>» Raumzugehörigkeit definiert</li> <li>» Auswahl der Kriterien (UGW beibehalten)</li> <li>» Einsehbarkeit, Tourismus, Landschaftsästhetik</li> </ul>

In Anlehnung an Abbildung 1 ist in Abbildung 6 ein erster konzeptioneller Entwurf einer überarbeiteten, zweiten Version der Methodik dargestellt. Es ist zu beachten, dass diese Methodik Version 2 Gegenstand aktueller Untersuchungen ist.



**Abbildung 6** Methodik Version 2

## 2. Wissenschaftliche Begleitgruppe

In Verlaufe des Berichtsjahres 2010 traf sich die Begleitgruppe zweimal zu einer Sitzung, am 06. Mai 2010 und am 17. November 2010. Im Frühjahr wurden die Kriterienkataloge der Methodik Version 1 abgesegnet und das Vorgehen allgemein gut geheissen. Bei der letzten Sitzung wurde auf die Probleme bei der Anwendung der Methodik Version 1 hingewiesen und eine Version 2 der Methodik vorgeschlagen. Die Teilnehmer reagierten insgesamt positiv auf den Vorschlag, wobei einige kleinere Änderungen ins weitere Vorgehen aufzunehmen sind (Anhang 3).

## 3. Masterarbeiten

Mit der Abgabe einer schriftlichen Arbeit und einem Referat konnten die beiden Masterstudenten Baumgartner und Studer ihr Studium in Geographie im verlaufe des Sommers 2010 erfolgreich abschliessen.

Anfang Juli 2010 begann eine weiteren Masterarbeit. J. Hirschi widmet sich insbesondere der Anwendung der Methodik Version 1 in Pilotregion 2 (Emme) und der daraus folgenden Anpassungen der Methodik (vgl. 1.2). Erste Ergebnisse aus Hirschi flossen in die Zusammenstellung der Schwierigkeiten in Tabelle 1 ein. Zurzeit findet ein aktiver/dynamischer Austausch zwischen Masterarbeit und Dissertation statt.

## 4. Verknüpfung zu Teilprojekt A *Water GIS Web AG*

Am 18. Februar 2010 fand ein Treffen mit *U. Schröder* statt. Dabei wurden einige Unklarheiten bezüglich der vom Teilprojekt A n der *WaterGIS Web AG* zur Verfügung gestellten Daten des theoretischen Wasserkraftpotenzials geklärt. Insbesondere wurden aber die Schnittstellen der beiden Teilprojekte A und B besprochen, d.h., das GIUB präsentierte einen Vorschlag für den Datenaustausch, dem *U. Schröder* zustimmte. Zentrales Dokument war das Datenmodell GIUB (Anhang 4).

Wie die weitere Zusammenarbeit der Teilprojekte A und B aussieht, ist noch nicht festgelegt.

## 5. Veranstaltungen, Referate, Publikationen

**Tabelle 2** Besuchte Veranstaltungen mit aktiver Teilnahme

2010	Veranstaltung	Beitrag
08.-10.02.	UNESCO Chair International Conference on Technologies for Development, Lausanne	Referat & Paper
25.-26.03.	Tag der Hydrologie 2010: Nachhaltige Wasserwirtschaft durch Integration von Hydrologie, Hydraulik, Gewässerschutz und Ökonomie, Braunschweig	Poster
30.04.	Arbeitsbesprechung Physische Geographie GIUB, Schwarzenburg	Referat
04.-05.05.	Berner Umweltforschungstag 2010, Bern	Poster
16.-18.06.	Hydroenergia 2010, Lausanne	Referat & Paper
19.-20.11.	8th Swiss Geoscience Meeting, Fribourg	Referat

**Tabelle 3** Organisierte Veranstaltungen

2010	Veranstaltung	Beitrag
06.05.	Sitzung III Wissenschaftliche Begleitgruppe	Referat
21.06.	Blockkurs Hydrologie FS2010: Exkursion ‚Hochwasserabschätzungen in Wildbacheinzugsgebieten‘, St. Stefan	Referat
17.11.	Sitzung IV Wissenschaftliche Begleitgruppe, Bern	Referat

**Tabelle 4** Weitere besuchte Veranstaltungen

2010	Veranstaltung
31.05.	Projektleiter-Treffen, Bern
03.06.	Masterreferat D. Studer, Bern
14.06.	Info-Veranstaltung Wasseragenda 21: Schutz und Nutzung der Gewässer - Umsetzung des Parlamentsbeschlusses, Solothurn
30.08.	Jahrestagung NWB, Lugano
09.10.	Besichtigung Kleinwasserkraftwerk Taubenloch, Biel
14.10.	Masterreferat I. Baumgartner, Bern
25.11.	Informationstagung der EAWAG zum Projektes ‚Integriertes Flussgebietsmanagement‘: Flussrevitalisierungen - Synergien zwischen Hochwasserschutz und Ökologie, Bern

# Bewertung 2010

Die Ziele des Berichtsjahres 2010 und ihr Erfüllungsgrad sind in Tabelle 4 aufgeführt. Daraus leitet sich die Bewertung in Tabelle 5 ab.

**Tabelle 5** Erfüllungsgrad der Ziele 2010

Ziele 2010	Erfüllungsgrad
1. Methodik (Version 1)	erreicht
1.1 Konzept	<i>Zu beachten:</i> Die Arbeiten bezüglich der Anpassungen der Methodik Version 1 konnten noch nicht abgeschlossen werden
1.2 Anwendung	
1.3 Anpassungen / Änderungen	
2. Wissenschaftliche Begleitgruppe	erfolgreich
3. Masterarbeiten	erfolgreich abgeschlossen (zwei) und eine neu initiiert
4. Verknüpfung zu Teilprojekt A <i>Water GIS Web AG</i>	erreicht, soweit zu gegebenem Zeitpunkt möglich
5. Veranstaltungen mit aktiver Teilnahme	erfolgreich

**Tabelle 6** SWOT-Analyse des Berichtsjahres 2010

Strength	Options
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kriteriensammlung basierend auf Nachhaltigkeitsprinzip vorhanden</li> <li>– Bewertung für ein Einzugsgebiet abgeschlossen (Methodik Version 1)</li> <li>– Projektarbeiten durch mehrere Masterarbeiten unterstützt</li> <li>– Meilensteine weitgehend erreicht (Tabelle 5)</li> <li>– Projekt an wissenschaftlichen Tagungen präsentiert</li> <li>– Ansatz garantiert nach wie vor den Einbezug der Detailebene als auch einer grossräumigen Perspektive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dialog mit Begleitgruppe</li> <li>– Flexibilität des Vorgehens (Lernprozess aus Methodik Version 1 führte zur Entwicklung der Methodik Version 2)</li> <li>– Methodik Version 2 erscheint erfolgsversprechend zu sein</li> <li>– Lerneffekt aus ähnlichen Studien (z.B. AWA 2010), z.T. unter Beteiligung des GIUB</li> </ul>
Weaknesses	Threads
<ul style="list-style-type: none"> <li>– subjektive Komponente nicht ganz auszuräumen</li> <li>– noch zu grosser Parametersatz und zu grosser Zeitaufwand bei der Parametererhebung</li> <li>– Abgrenzung zwischen wissenschaftlicher Beurteilung und politischer Entscheidungsfindung noch nicht sauber definiert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Komplexität der Materie</li> <li>– Abgrenzung zu abgeschlossenen oder laufenden Studien</li> </ul>

# Ausblick 2011

Aus der vorangehenden Bewertung des Berichtsjahres 2010 ergeben sich folgende Arbeitsschritte für das Jahr 2011 (Tabelle 6).

**Tabelle 7** Zeitplanung 2011

Ziele 2011	zu erledigen bis ...
1. Methodik (Version 2)	
1.1 Konzept (theor.) & Vorgehensablauf (techn.)	Ende April
1.2 Anwendung in vers. Test-Strecken bzw. -Regionen	Juni/August
1.3 Auswertung, Aggregation, Nutzungsszenarien	Ende September
2. unterstützende Kurse (GIS, R, etc.)	Juni/Juli
3. Kochbuch Methodik bzw. Tool für Zielgruppe	Oktober
4. Wissenschaftliche Begleitgruppe	18. Mai
5. Masterarbeit (J. Hirschi)	November
6. Verknüpfung zu Teilprojekt A <i>Water GIS Web AG</i>	Ende April
7. Veranstaltungen mit aktiver Teilnahme	offen
8. Paper I bzw. II	März bzw. Juli
9. Abgabe Diss (zu klären im Februar 2011: Paper-Diss od. Monographie?)	Anfang März 2012
10. Referat Diss	Ende Mai 2012

## Referenzen

- [1] AWA: *Wassernutzungsstrategie 2010 des Kantons Bern – Exemplar für die Mitwirkung*, Amt für Wasser und Abfall, Bern, 2010.
- [2] Baumgartner, I.: *Methode zur ganzheitlichen Beurteilung von Gewässerräumen - Entwickelt und getestet am Beispiel des Einzugsgebiets der Lütschine im Berner Oberland*, Masterarbeit am Geographischen Institut, Universität Bern, 2010.
- [3] Studer, D.: *Beurteilung von Landschaftsteilräumen Methodik zur Abgrenzung, Aufnahme, Auswertung und Darstellung des IST-Zustands von Landschaftsteilräumen am Beispiel des Einzugsgebiets der Lütschine*, Gewässerpublikation Nr. Masterarbeit am Geographischen Institut, Universität Bern, Gewässerpublikation Nr.458 , 2010.

## Anhang

- 1 Disposition Dissertation Hemund (Stand April 2010)
- 2 Kriterienlisten (Stand August 2010)
- 3 Protokoll Sitzung IV Wissenschaftliche Begleitgruppe
- 4 Datenmodell GIUB (Stand Januar 2010)

# Erhebung des Kleinwasserkraftpotentials der Schweiz

Identifikation potentieller Standorte und Methodik zur ganzheitlichen Bestimmung unter Berücksichtigung relevanter Einflussfaktoren

## Schlagwörter:

Wasserkraft, Potentialanalyse, Geodaten, ganzheitliche Betrachtung, Raumplanung, Kleinwasserkraftwerke (KWKW)

## Inhalt

### 1 Zielsetzung

#### 1.1 Ziele des Gesamtprojektes

- > Teilprojekt A
- > Teilprojekt B
- > Teilprojekt C

#### 1.2 Begriffs-Definitionen

#### 1.3 Konzept der Dissertation

- 1) Raumgliederung
- 2) Berechnung der Systemleistung
- 3) Analyse des hydro-elektrischen Kleinwasserkraftpotentials und Rangierung
- 4) Aggregation der Gewässerräume und Nutzungsszenarien
- 5) Überprüfung von Einzelprojekten

### 2 Problemstellung

#### 2.1 Analyse des Problemfeldes

#### 2.2 Abgrenzung des Teilprojekts B

#### 2.3 Motivation und Ideologie

### 3 Stand der Forschung

### 4 Theorie

#### 4.1 Raumplanung

#### 4.2 Landschaftsschutz

#### 4.3 Wasserkraftnutzung

### 5 Fragestellung

### 6 Methoden

#### 6.1 In fünf Schritten zum Kleinwasserkraftpotential

#### 6.2 Austausch und Vernetzung

### 7 Arbeits- und Zeitplan

### 8 Literaturverzeichnis

# 1 Zielsetzung

## 1.1 Ziele des Gesamtprojektes

### Schlagwörter:

Wasserkraft, Potentialanalyse, Geodaten, ganzheitliche Betrachtung, Raumplanung, Kleinwasserkraftwerke (KWKW)

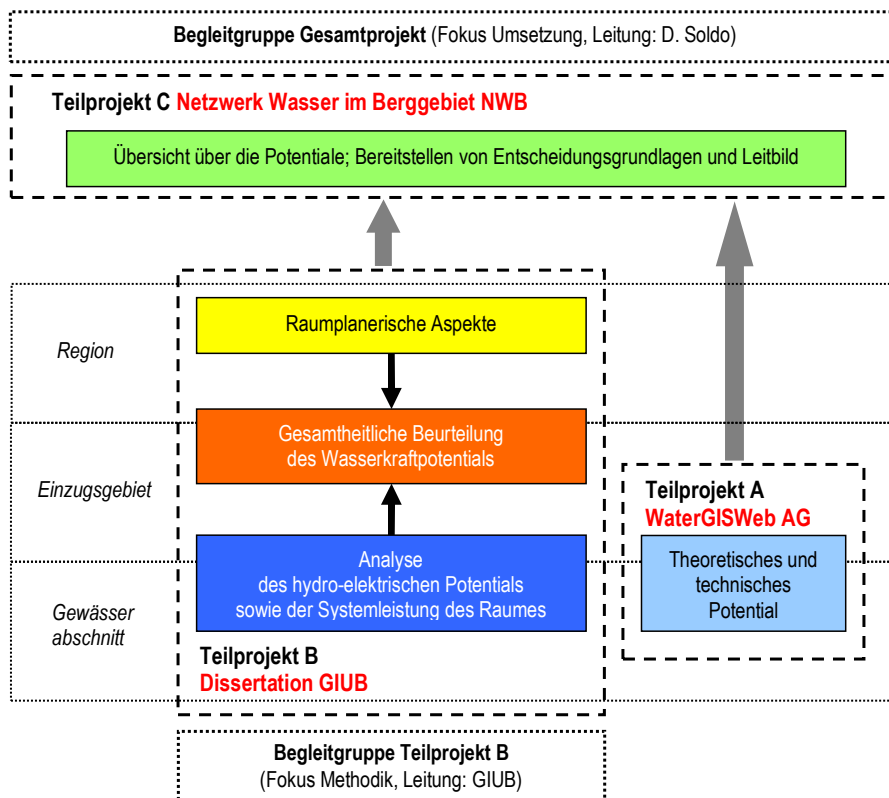


Abbildung 1 Übersicht über das gesamte Projekt.

Die Nutzung der Fließgewässer für die Erzeugung elektrischer Energie steht im Spannungsfeld von Nutzungs- und Schutzansprüchen an die Ressource Wasser. Die übersichtsmässige Beurteilung des Wasserkraftpotentials, wie sie heutzutage von verschiedener Seite gewünscht und gefördert wird, vernachlässigte bisher die ganzheitliche Sicht sowie den regionalen und raumplanerischen Kontext. Ziel dieses Projekts ist es, technische Daten über das Potential für Kleinwasserkraftwerke mit sozio-ökonomischen und ökologischen Beurteilungen zu verbinden, um letztlich zu einer ganzheitlichen Beurteilung des Wasserkraftpotentials zu gelangen. Es soll ein Instrumentarium entwickelt und angewandt werden, mit dem sich das Wasserkraftpotential und die Systemleistung sowohl der Landschaft als auch des Gewässerraumes in den Einzugsgebieten einer Region beziffern und vergleichen

lassen. Letztlich soll dies zu einer differenzierten Sicht des Wasserkraftpotentials führen.

### **Teilprojekt A**

Ermittlung des hydroelektrischen Potentials für Kleinwasserkraftwerke in der Schweiz der WaterGisWeb AG. Für alle Fliessgewässer der Schweiz sowie für die Einzugsgebiete und Regionen wird flächendeckend das theoretisch nutzbare und das bereits genutzte Wasserkraftpotential identifiziert. Es werden dafür praxistaugliche GIS-gestützte Analysen verwendet.

Gemäss BFE (Piot Michel Oktober 2006) definiert sich das theoretische Potential einer erneuerbaren Energie, als das theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot innerhalb einer gegebenen Region und innerhalb eines bestimmten Zeitraumes. Da es sich bei erneuerbaren Energien meist um jährlich stark fluktuierende Grössen handelt, bezieht sich das theoretische Potenzial im Allgemeinen auf ein langjähriges Mittel des Energieangebots.

### **Teilprojektes B**

Ziel des Teilprojektes B ist eine ganzheitliche Beurteilung des Wasserkraftpotentials für Wasserkraftwerke mit einer Leistung <10 MW. Der Fokus liegt auf der Ebene einzelner Einzugsgebiete. Das Projekt berücksichtigt und bewertet bei der Ausweisung des Wasserkraftpotentials insbesondere sozio-kulturelle, ökonomische und ökologische Einflussfaktoren (Systemleistung). Dabei dient das Drei-Dimensionen-Konzept der nachhaltigen Entwicklung als zentrale Grundlage ((United Nations 11.12.1987), (United Nations 2001), (Schweizerischer Bundesrat April 2008), (Roth et al. 2007), (Interdepartementaler Ausschuss Nachhaltige Entwicklung (IDANE) Mai 2007)). Wichtig ist, dass die Resultate schliesslich regionale wie auch nationale Kontexte mit einbeziehen. Bei der Umsetzung ist zudem unbedingt auf eine enge Zusammenarbeit mit den verschiedenen Interessenvertretern zu achten.

Folgende Ergebnisse sollten aus dem Projekt hervorgehen:

#### **Methodik zur ganzheitlichen Beurteilung des Kleinwasserkraftpotentials**

Um schliesslich eine differenzierte Empfehlung zur Nutzung eines bestimmten Raumes machen zu können, werden vier Betrachtungsebenen von unterschiedlichem Massstab gewählt: Region, Landschaftsteilraum, Gewässerraum und Gewässerabschnitt (Abbildung 3, A-D). Zuerst werden der Landschaftsteilraum wie auch der Gewässerraum bewertet und zusammengeführt. Daraus resultiert die Systemleistung eines einzelnen Raumes, d.h. eine

umfassende, dreidimensionale Beurteilung des IST-Zustandes, aus der sich entweder Schutz- oder Nutzungsprioritäten für den betrachteten Gewässerraum ableiten lassen. Eine Skalierung und Gewichtung der Werte erlaubt anschliessend den Vergleich mit dem hydroelektrischen Potential. Diese Gegenüberstellung erleichtert die Zuordnung von Nutzungsprioritäten zu einzelnen Gewässerräumen aus Sicht der Kleinwasserkraft. Es wird erwartet, dass eine sehr heterogene Verteilung der drei Nutzungsprioritäten im Raum resultieren wird. Daher wird unter Einbezug raumplanerischer Aspekte eine Aggregation vorgenommen, so dass letztlich grossräumige Nutzungs-Empfehlungen abgegeben werden können. Durch Austesten der vorgeschlagenen Methodik in den Landschaftsteilräumen und Gewässerräumen zweier unterschiedlicher Testregionen, d.h. in den alpinen Lütchine-Tälern und im voralpinen bis mittelländischen Einzugsgebiet der Emme, soll sie angepasst, präzisiert und praxistauglich gemacht werden.

### **Szenarienspezifische Karten des ganzheitlichen Kleinwasserkraftpotentials für die Pilotregionen**

Je nach gewählter Kraftwerksleistung (10MW, 500kW, 300kW, ...) und beabsichtigter, zukünftiger Nutzungsintensität bezüglich KWK-Potentialen wird sich ein differenziertes Szenario ergeben. Die Lenkung der Szenarien und der definitive Entscheid liegen somit nach wie vor bei den Gemeinden, Kantonen und zuständigen Behörden. Die Karten sind als Entscheidungshilfe zu verstehen und nicht als Vorgabe. Die potentiellen Gewässerabschnitte für KWKW sind Vorschläge.

### **Teilprojekt C**

Leitbild zur ganzheitlichen Bestimmung von potentiellen Standorten von Kleinwasserkraftwerken des Netzwerks Wasser im Berggebiet. Das Leitbild soll aus den Ergebnissen des Projekts A und B erarbeitet werden und in geeigneter Form Interessenten zur Verfügung gestellt werden.

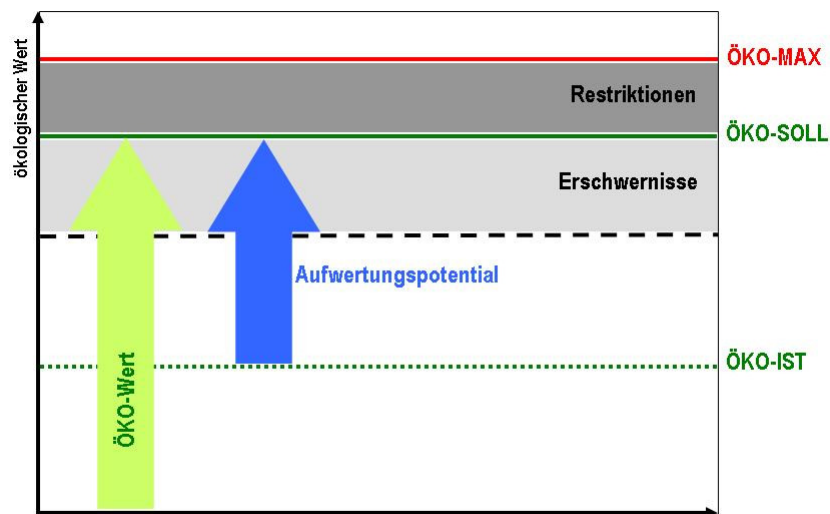
### **1.2 Begriffs-Definitionen**

Die Erfahrung hat gezeigt, wie wichtig eine klare Definition der verwendeten Begriffe zu Beginn der Arbeit ist. Folglich sei hier kurz geschildert wie die Begriffe *IST-Zustand*, *Potential*, *Wasserkraftpotential*, *Systemleistung* und *Ganzheitlichkeit* im vorliegenden Projekt verwendet werden.

#### *IST-Zustand versus Potential*

Unter Zustand wird die Beschaffenheit, die Situation oder der Status bzw. die Verfassung eines Subjekts oder Objekts verstanden. Im vorliegenden Projekt wird der Zustand einer Landschaft oder eines Gewässerraumes über deren aktuellen

Charakter und die Ausprägung ihrer Merkmale beschrieben. Damit bezieht sich der Zustand auf etwas, das gegenwärtig existiert, während das Potential vielmehr eine Differenz zwischen Subjekten oder Objekten beschreibt.



**Abbildung 2** Das Aufwertungspotential beschreibt die Differenz zwischen Ist- und Soll-Zustand (Beispiel: Ökologie)

Zur Illustration soll das ‚ökologische Aufwertungspotential‘ eines Gewässers dienen (Abbildung 2). Es definiert sich über die Differenz zwischen dem aktuellen ökologischen Zustand des Gewässers und dessen, unter Einbezug gegebener Restriktionen (z.B. Hochwasserschutzmassnahmen, Gebäude, Brücken, etc.), im best-möglichen Fall zu erreichenden Zustand. Der ursprüngliche natürliche Zustand entspricht dem maximalen ökologischen Wert, den ein Gewässer überhaupt je haben könnte. Dieser ist allerdings heute vielfach nicht mehr realistisch erreichbar.

Ein weiteres Beispiel stellt die Definition des ‚guten ökologischen Zustandes‘ und des ‚guten ökologischen Potentials‘ gemäss (EU 2000) dar: Ersterer wird vom potentiellen natürlichen Referenzzustand abgeleitet, woraus sich ein höheres Schutzziel ergibt. Hingegen zieht das ‚gute ökologische Potential‘ ein bereits verändertes Gewässer als Referenz heran.

### *Kleinwasserkraftpotential*

Es wird zwischen dem theoretisch nutzbaren und dem bereits genutzten Wasserkraftpotential unterschieden. Gemäss BFE (Piot Michel Oktober 2006) definiert sich das theoretische Potential einer erneuerbaren Energie, als das theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot innerhalb einer gegebenen Region und innerhalb eines bestimmten Zeitraumes. Da es sich bei erneuerbaren Energien

meist um jährlich stark fluktuierende Grössen handelt, bezieht sich das theoretische Potenzial im Allgemeinen auf ein langjähriges Mittel des Energieangebots. Das genutzte Wasserkraftpotential entspricht dem Anteil des theoretischen Potentials, der unter Berücksichtigung der technischen Restriktionen heute bereits einer Nutzung unterliegt.

### *Systemleistung*

Die Systemleistung entspricht weitestgehend dem Begriff ‚ecosystem services‘ wie er im Millennium Ecosystem Assessment (Millennium Ecosystem Assessment 2005) definiert wurde. Somit beschreibt er sowohl die Unterstützungsfunktion eines Ökosystems (Nährstoffkreislauf, Bodenbildung, Primärproduktion) als auch die Produktionsfunktion (Nahrungsmittel, Holz und Faser, Brennstoff, Trinkwasser, Wasserkraft etc.), die Regulierungsfunktion (Klima, Wasserreinigung, etc.) und die kulturelle Funktion (Ästhetik, Erholung, Pädagogik, etc.). Diese Funktionen sollen im vorliegenden Fall mittels Indikatoren, welche in Kategorien und ganzen Kriterienkatalogen zusammengestellt sind, erfasst werden. Dabei werden analog zu den drei Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung (Roth et al. 2007) jeweils drei verschiedene Perspektiven gewählt; d.h. das System Landschaft bzw. Gewässerraum wird aus Sicht der Umwelt, der Gesellschaft und der Wirtschaft betrachtet und bewertet. Wir gehen davon aus, dass es uns auf diese Weise gelingt, die Systemleistung insgesamt bestmöglich zu erfassen.

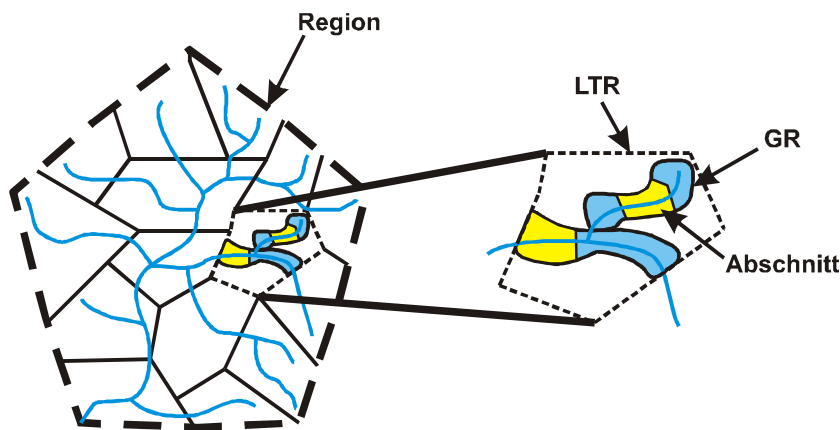
Um der Forderung des BfE, im Projekt die von ihnen definierten Begrifflichkeiten zu verwenden, gerecht zu werden, seien an dieser Stelle ebenfalls die Definitionen gemäss (Piot Michel Oktober 2006) integriert. Demnach kann die Systemleistung ebenso als eine Zusammensetzung aus dem *ökologischen Potential* sowie dem *sozialen Akzeptanz-Potential* verstanden werden. Dabei fliessen auch Elemente des *erweiterten wirtschaftlichen Potentials* ein. (Piot Michel Oktober 2006) definiert das *ökologische Potenzial* als Teil des technischen Potentials (vgl. Teilprojekt A). Es umfasst Gebiete, in denen es zu keiner zusätzlichen irreversiblen Beeinträchtigung des Lebensraumes kommen soll. Das heisst Diversität und Wechselwirkungen sowohl zwischen den Lebewesen als auch zwischen Lebewesen und ihrer Umwelt bleiben erhalten. Als Referenzzustand wird dabei der heutige Zustand betrachtet, wobei gesetzliche Anforderungen des Umweltschutzes ebenso mitbestimmend sein

sollten (Piot Michel in Vorb.). Mittels *sozialem Akzeptanz-Potential* fließen zudem Aspekte der Landschaftsästhetik in den Begriff der Systemleistung ein.

### 1.3 Konzept der Dissertation

Folgende fünf Arbeitsschritte sollen zum Gesamtziel des Teilprojekts B führen:

#### 1) Raumgliederung



Ausgangspunkt der Untersuchungen im Teilprojekt B bilden Planungsregionen (z.B. Berner Oberland) mit einer Fläche von einigen 100 bis wenigen

1000 km<sup>2</sup> Fläche; diese Regionen werden in einem ersten Schritt in möglichst homogene Landschaftsteilräume (Abbildung 3) unterteilt, wobei naturräumliche Einheiten wie die hydrologischen Einzugsgebiete oder administrative Grenzen als Gliederungskriterien zum Tragen kommen (BAFU et al. 1992, Generalisierte Politische Grenzen des Kantons Bern, AGI 2009). Der Landschaftsteilraum definiert sich als eine mehrere Quadratkilometer grosse Raumeinheit, die sowohl die Gemeindecharakteristik als auch ästhetische Landschaftswerte repräsentiert. Parallel dazu erfolgt entlang des Gewässernetzes eine Abgrenzung in Gewässerräume. Diese Raumeinheit beschränkt sich jeweils auf wenige 100m. Sie charakterisiert das Gerinne wie auch die angrenzende Uferlandschaft. Die Begrenzung soll sich einerseits an der Schlüsselkurve zur Sicherung der Biodiversität des Bundes (Michael Schilling November 2007) orientieren, aber andererseits auch die ökomorphologischen Kartierungen (Gewässer- und Bodenschutzlabor Januar 2008) berücksichtigen.

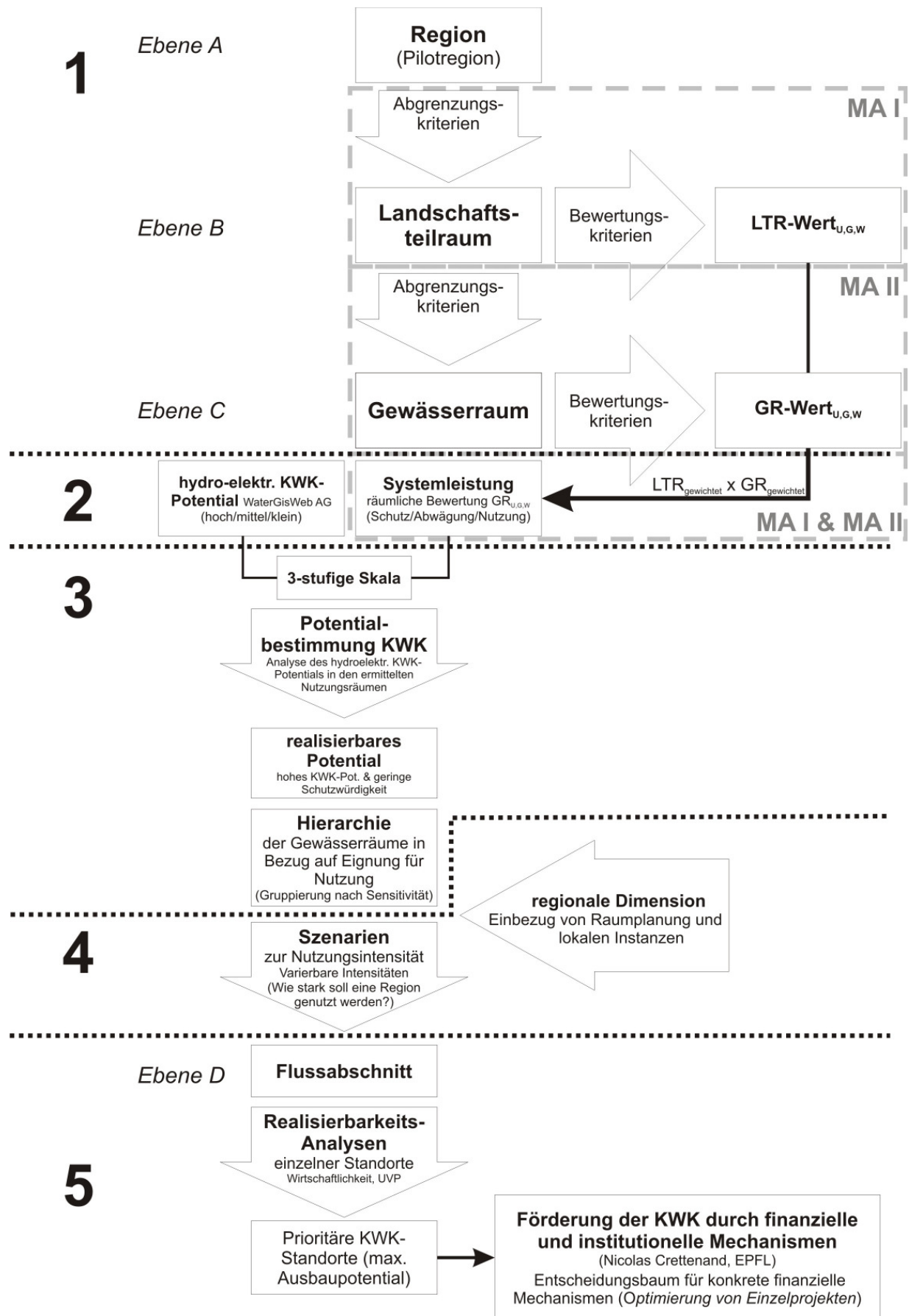


Abbildung 3 Überblick Vorgehen Teilprojekt B

Sowohl die Erarbeitung und Anwendung geeigneter Abgrenzungskriterien als auch die Bewertung des IST-Zustandes ist Aufgabe zweier Studenten. Sie werden sich während rund einem Jahr ausführlich damit auseinandersetzen. Als Ergebnis werden ein Bericht in Form einer Masterarbeit (MA) sowie Kartendaten zur Bewertung der Raumeinheiten erwartet. Die einzelnen Aufgabenstellungen könnten folgendermassen aussehen:

## **MA I**

### **Abgrenzung von Landschaftsteilräumen LTR (Abbildung 3, Ebene B)**

Hierbei könnten bspw. verschiedene Kriterien für geeignete KWK-Standorte (z.B. aus Pelikan 2004 oder Penche 1998) berücksichtigt werden. Womöglich würden dadurch allerdings gewisse Landschaftsteilräume von Anfang an ausgeschlossen. Hinsichtlich einer gesamtheitlichen Beurteilung ist dies wenig erstrebenswert. Die Abgrenzungskriterien sollten entsprechend breit gewählt werden. Ebenfalls sind unbedingt bereits vorhandene Grundlagen wie bspw. Information der WaterGisWeb zu verwenden.

### **Bewertung von Landschaftsteilräumen LTR (Abbildung 3, Ebene B)**

Die Landschaftsteilräume sollen per se nach verschiedenen Kriterien bewertet werden. Die Bewertung bezieht sich dabei auf die aktuelle Situation, d.h. sie erfasst den IST-Zustand. Bei der Wahl der Kriterien sollte unbedingt vom Drei-Dimensionen-Konzept der nachhaltigen Entwicklung (Roth et al. 2007) ausgegangen werden; erst dies erlaubt die korrekte ganzheitliche Beurteilung. Daraus ergibt sich für jeden LTR ein gebietsspezifischer Wert, der im Folgenden LTR-Wert genannt wird. Dieser Wert setzt sich jeweils aus drei Komponenten zusammen, nämlich aus einem ökologischen, einem gesellschaftlichen und einem wirtschaftlichen Wert ( $LTR_{U,G,W}$ ).

## **MA II**

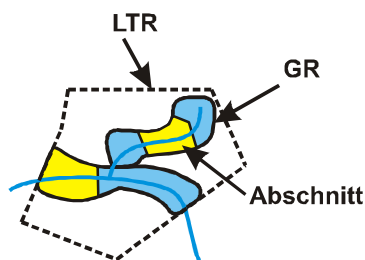
### **Abgrenzung von Gewässerräumen GR (Abbildung 3, Ebene C)**

Für diesen Teilbereich liessen sich Abgrenzungskriterien wie sie bspw. in den Massnahmenplänen (z.B. „Oberflächenwasserkörper“, Art. 2, Richtlinie 2000/60/EG) der Wasserrahmenrichtlinien der EU (EU 2000) festgelegt sind, verwenden. Ein weiteres Instrument stellt das Modul-Stufen-Konzept zur ökomorphologischen Beurteilung von Fliessgewässern dar (Hütte, Niederhauser 1998) oder die im Projekt Kander2050 angewandte Methodik zur Ausscheidung von Gewässerräumen in Bezug auf die Flussmorphologie (Michael Schilling November 2007).

## Bewertung von Gewässerräumen GR (Abbildung 3, Ebene C)

Aufgrund von ausgewählten Kriterien soll der Gewässerraum lokal – also per se, ohne Berücksichtigung der Umgebung – bewertet werden. Es wird auch hier der status quo bewertet, d.h. der IST-Zustand. Ebenfalls richten sich die Kriterien nach den drei Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung, um letztlich dem Anspruch nach einer ganzheitlichen Bewertung gerecht zu werden. Als Resultat wird ein spezifischer Wert erwartet, der im Folgenden als GR-Wert bezeichnet wird. Ebenso ist auch der GR-Wert dreiteilig, d.h. er repräsentiert sowohl den aktuellen ökologischen, gesellschaftlichen als auch wirtschaftlichen Zustand eines Gewässers ( $GR_{U,G,W}$ ).

### 2) Berechnung der Systemleistung aus den Ergebnissen von 1 (LTR<sub>U,G,W</sub> und GR<sub>U,G,W</sub>)



Die Herausforderung des Teilprojekts B liegt darin die Systemleistung möglichst ganzheitlich zu bestimmen. Sie gibt Auskunft über den Gesamtwert eines Gewässerraumes, d.h. aus Sicht der Umwelt, der Gesellschaft und der Wirtschaft. Zudem weist sie auf vorherrschende Schwerpunkte hin, woraus sich Schutz- und Nutzungsprioritäten ableiten lassen. Folgendes Vorgehen versucht diese Ganzheitlichkeit zu erfassen:

In einem ersten Schritt wurde der Blick ausschliesslich auf den gewählten Landschaftsteilraum LTR und den Gewässerraum GR gerichtet, ohne Berücksichtigung der jeweiligen Umgebung (vgl. Schritt 1). Diese erhalten mithilfe von Kriterien (z.B. für LTR: Kulturlandschaftstyp, touristische Nutzung, landschaftliche Schönheit, Einmaligkeit, bestehende Eingriffe, Schutzgebiete, etc.; für GR: Ökomorphologie, Durchgängigkeit, Biodiversität, etc.) je eine dreiteilige Bewertung zwischen 1 bis 5 ( $LTR_{U,G,W}$  und  $GR_{U,G,W}$ ; Formel 1). Diese einheitliche Skalierung macht es schliesslich möglich die Ergebnisse verschiedener Betrachtungsebenen mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad zu vereinen.

$$LTR_{U,G,W} = \begin{cases} U_{LTR} = \{1, \dots, 5\} \\ G_{LTR} = \{1, \dots, 5\} \\ W_{LTR} = \{1, \dots, 5\} \end{cases} \quad GR_{U,G,W} = \begin{cases} U_{GR} = \{1, \dots, 5\} \\ G_{GR} = \{1, \dots, 5\} \\ W_{GR} = \{1, \dots, 5\} \end{cases} \quad \text{Formel 1}$$

In einem nächsten Schritt wird nun der Blickwinkel etwas geöffnet. Es wird vor allem auf den Bezug der beiden Raumeinheiten zueinander geachtet. Dies gelingt mithilfe von konstanten Gewichtungsfaktoren, d.h. sowohl jede Raumeinheit als auch deren Dimensionen werden separat mit einem gegebenen Faktor multipliziert (Formel 2). Dieser Faktor entspricht der Wichtigkeit der jeweiligen Dimension für den LTR oder den GR im Vergleich zur anderen Raumeinheit.

$$LTR_{U,G,W} * a_{U,G,W} = \begin{Bmatrix} U_{LTR} * 0,3 \\ G_{LTR} * 0,6 \\ W_{LTR} * 0,8 \end{Bmatrix} \quad GR_{U,G,W} * b_{U,G,W} = \begin{Bmatrix} U_{GR} * 0,7 \\ G_{GR} * 0,4 \\ W_{GR} * 0,2 \end{Bmatrix} \quad \text{Formel 2}$$

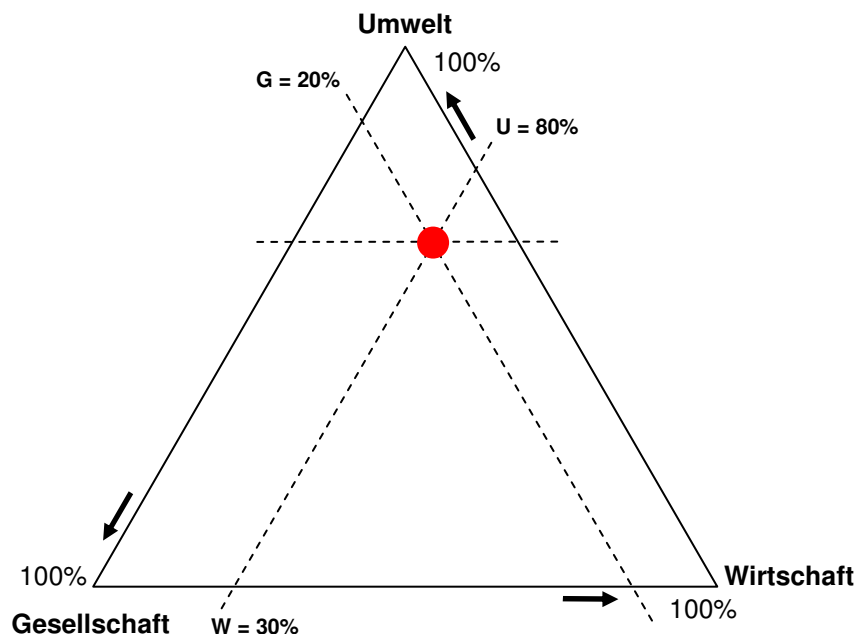
Anschliessend werden die Ergebnisse für die LTRe und die darin enthaltenen GRe aufsummiert. Daraus resultiert die dreiteilige Systemleistung (U, G, W) pro GR (Formel 3).

$$Systemleistung = LTR_{U,G,W} * a_{U,G,W} + GR_{U,G,W} * b_{U,G,W} = \begin{Bmatrix} U_{LTR} * 0,3 \\ G_{LTR} * 0,6 \\ W_{LTR} * 0,8 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} U_{GR} * 0,7 \\ G_{GR} * 0,4 \\ W_{GR} * 0,2 \end{Bmatrix} \quad \text{Formel 3}$$

Diese lässt sich am besten mithilfe eines gleichseitigen Dreiecks darstellen, auf dessen Seitenlinien der prozentuale Anteil einer einzelnen Dimension am Gesamttotal des GRs aufgetragen wird (vgl. Abbildung 4). Folglich entspricht die Seitenlänge 100%; d.h. der Summe der Werte U, G und W eines GRs. Somit kann das Ergebnis für jeden einzelnen GR durch einen Punkt innerhalb des Dreidimensionen-Dreiecks dargestellt werden. Je näher der Punkt in einer Ecke liegt, desto stärker ist die Dimension Umwelt, Gesellschaft oder Wirtschaft zurzeit in diesem Gewässerraum ausgeprägt. Diese Darstellungsweise ermöglicht somit Schwerpunkte zu erkennen, welche ausschlaggebend sein sollen für die weitere Nutzung des GR.

Ob sich ein GR in Zukunft für eine wirtschaftliche Nutzung eignet oder geschützt werden sollte, wird mittels noch festzulegender Grenzwerte (z.B. U: 60%, G: 50%, W: 40%) entschieden. Folglich wird jedem GR ein Status zugeordnet, der entweder dem

Schutz, der Interessensabwägung oder der allgemeinen wirtschaftlichen Nutzung Priorität einräumt (3-stufige Skala).



**Abbildung 4** Systemleistung eines einzelnen Gewässerraumes. Aktuelle Anteile der Dimensionen: 80% Umwelt, 20% Gesellschaft, 30% Wirtschaft.

Analog zur Herleitung der Systemleistung, lässt sich ebenso für jeden Gewässerraum das hydro-elektrische Wasserkraftpotential bestimmen. Diese Aufgabe wird durch die WaterGisWeb AG übernommen, d.h. hier entsteht die Schnittstelle zwischen Teilprojekt A und B. Die Ergebnisse aus der Potentialstudie A werden jedem Gewässerraum aufgeprägt.

Sobald die oben beschriebenen Schritte erfolgt sind und für jeden GR der prioritäre Status bzw. das hydro-elektrische KWK-Potential feststeht, folgt die die Gegenüberstellung.

Berechnung -elektrisches KWK-Potential (Bewertung: 3-stufige Skala)

### **3) Analyse des hydro-elektrischen KWK-Potentials in den ausgewählten Nutzungsräumen und Rangierung der GR (Nutzungsseignung)**

Bereits zu Beginn der Arbeit war sofort klar, wo das grösste Problem bei einer ganzheitlichen Beurteilung des Wasserkraftpotentials liegen würde: Die betrachteten Einheiten, also die Wasserkraft und der gewässernahe Landschaftsraum, sind nicht



direkt vergleichbar. Während sich das hydro-elektrische Wasserkraftpotential quantifizieren lässt (Dimensionen kWh bzw. CHF), ist eine solche - letztlich monetäre - Quantifizierung bei der Systemleistung nicht oder bestenfalls nur bedingt möglich. Deshalb wurde ein 3-stufiges Bewertungssystem gewählt, das es ermöglicht, diese unterschiedlichen Einheiten direkt zu vergleichen. Verschiedene Studien werden hier zu Rate gezogen und schaffen eine geeignete Basis: (Constanza R., Cumberland J., Daly H., Goodland et al. 2001), (EU 2000)).

Sobald die oben beschriebenen Schritte erfolgt sind (Schritt 1 - 2) und für jeden GR der prioritäre Status bzw. das hydro-elektrische KWK-Potential feststeht, folgt die die Gegenüberstellung, d.h. es wird geklärt inwiefern sich ein GR zur KWK-Nutzung eignet. Analysiert werden in erster Linie jene GRe, welche infolge ihrer spezifischen Systemleistung den Status ‚Nutzung möglich‘ erhielten. Verfügen eben diese GRe zusätzlich auch über ein hohes KWK-Potential, so wird eine Nutzung empfohlen. Der GR wird in der Graphik grün hinterlegt. Während bei GRen mit hohem Schutzstatus und zugleich hohem KWK-Potential von einer zukünftigen KWK-Nutzung abgeraten wird. Diese erhalten eine rote Markierung. Orange GRe deuten mögliche Kompromisse an, d.h. Interessensabwägungen sind nötig. Die Farbgebung orientiert sich am Ampel-Prinzip (3-stufige Skala) und erfolgt stets aus Sicht der Kleinwasserkraftnutzung. Als Endergebnis aus Schritt 3 liegt das realisierbare KWK-Potential pro GR in Form eines drei-stufigen Wertes zwischen 1 und 3 vor (bzw. Rot-Orange-Grün).

#### **4) Aggregation der GR zu grösseren Einheiten (Raumplanung) und Bildung von Nutzungsszenarien (variierbare Nutzungsintensität)**

Die Arbeitsschritte 1 bis 3 beziehen sich hauptsächlich auf die Ebene B (LTR) und C (GR) (vgl. Abbildung 3). Mit dem Einbezug der regionalen Dimension und damit von raumplanerischen Aspekten sollen die unter Schritt 3 ermittelten realisierbaren KWK-Potentiale in ihrem regionalen Kontext (Ebene A) analysiert werden. Ziel ist es mithilfe einer Aggregation der heterogenen räumlichen Verteilung der GRe entgegenzuwirken, d.h. die mosaikartig angeordneten GRe werden zu grösseren Einheiten zusammengefasst. Dazu erfolgt vorerst eine Rangierung der GRe, welche die Höhe der ausgewiesenen Nutzungseignung berücksichtigt und somit wiederum eine Prioritätensetzung ermöglicht. Aufgrund der Ränge, der räumlichen Lage und

der, von den zuständigen Behörden wählbaren, zukünftigen Nutzungsintensität werden die GRe schliesslich aggregiert.



Die Arbeitsschritte 1 bis 3 beziehen sich hauptsächlich auf die Ebene B (LTR) und C (GR) (vgl. Abbildung 3). Mit dem Einbezug der regionalen Dimension und damit von raumplanerischen Aspekten sollen die unter Schritt 3 ermittelten realisierbaren KWK-Potentiale in ihrem regionalen Kontext (Ebene A) analysiert werden. Ziel ist es mithilfe einer Aggregation der heterogenen räumlichen Verteilung der GRe entgegenzuwirken, d.h. die mosaikartig angeordneten GRe werden zu grösseren Einheiten zusammengefasst. Dazu erfolgt vorerst eine Rangierung der GRe, welche die Höhe der ausgewiesenen Nutzungseignung berücksichtigt und somit wiederum eine Prioritätensetzung ermöglicht. Aufgrund der Ränge, der räumlichen Lage und der, von den zuständigen Behörden wählbaren, zukünftigen Nutzungsintensität werden die GRe schliesslich aggregiert. Die Ergebnisse können in Form von verschiedenen Szenarien für einzelne Planungsregionen dargestellt werden. Sie repräsentieren letztlich das ganzheitlich beurteilte Kleinwasserkraftpotential und zeigen, welchen Stellenwert die Wasserkraftnutzung heute und in Zukunft in der betreffenden Planungsregion hat bzw. haben soll. Beispielsweise könnte ein Szenarium die absolute Bevorzugung der Wasserkraftnutzung (Ausschöpfung 80-100% des Gesamtpotentials [ $\Sigma$  kWh]) vorsehen, während bei einem andern die ökologischen Aspekte oberste Priorität erhalten (50% des Gesamtpotentials). Ausgehend von diesen Szenarien lassen sich dann - auf der Grundlage der vorgenommenen Bewertungen - für einzelne Regionen Nutzungsprioritäten mitsamt deren raumplanerischer Umsetzung ableiten.

## **5) Überprüfung von Einzelprojekten (Wirtschaftlichkeit/UVP)**

Im Anschluss an die soeben erläuterten Arbeitsschritte, wären bspw. Studien, die sich mit der Prüfung einzelner KWK-Projekte bzw. -Gesuchen hinsichtlich ihrer Realisierbarkeit, Wirtschaftlichkeit oder Umweltverträglichkeit (UVP) auseinandersetzen, besonders sinnvoll. Aufgrund der oben ausgewählten optimalen GRen, liesse sich die Analysearbeit auf ein Minimum reduzieren, d.h. es könnten bereits zu Beginn gewisse Einzelprojekte ausgeschlossen werden.

## 2 Problemstellung

### **2.1 Analyse des Problemfeldes**

Die Schweizer Energieforschung verfolgt unter anderem das Ziel, die Grundlagen für die verstärkte Erschliessung und Nutzung einheimischer, erneuerbarer Energiequellen zu schaffen. Dazu gehört auch die Wasserkraft, welche heute ca. 60% des inländischen Strombedarfs deckt. Die meisten potentiellen Standorte für grosse Anlagen werden heute bereits genutzt; noch vorhandene Erweiterungsmöglichkeiten sind bekannt. Bei Standorten für kleine Wasserkraftanlagen mit einer Leistung von einigen zehn kW bis etwa 10 MW ist dies hingegen nicht immer der Fall.

Noch um 1900 waren in der Schweiz rund 7000 kleine Wasserkraftwerke in Betrieb; 1000 sind übrig geblieben. Eine Vielzahl der stillgelegten Anlagen kann heute, unter anderem aus wirtschaftlichen Gründen, nicht mehr genutzt werden. Seit der Anfangs 2009 in Kraft getretenen kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV), erhalten die Kleinwasserkraftanlagen allerdings wieder erhöhte Aufmerksamkeit. Falls sie bestimmte Anforderungen erfüllen, wird ihre Stromproduktion fortan finanziell unterstützt. Somit können Kraftwerke an vielen, heute nicht mehr oder noch nicht genutzten Standorten wirtschaftlich betrieben werden. Damit wächst gleichzeitig die teils berechtigte Sorge von Ökologen, Natur- und Landschaftsschützern vor einer weiteren Verbauung von zurzeit noch weitgehend unbeeinflussten kleinen Fliessgewässern.

Es ist die Aufgabe des Bundesamtes für Energie eine vernünftige Lösung zu finden. Seit längerem zählen zu den Schwerpunkten des BFE-Forschungsprogramms „Wasserkraft“ ([www.bfe.admin.ch/forschungwasserkraft](http://www.bfe.admin.ch/forschungwasserkraft)) auch Potenzialstudien für Kleinwasserkraftwerke. Bereits früher hat die Watergisweb AG, Bern, im Auftrag der sol-E suisse AG eine Methodik zur Analyse potentieller Standorte entwickelt; vom Netzwerk Wasser im Berggebiet (NWB) wurde diese mit dem Swiss Mountain Water Award 2008 prämiert. Aufgrund dieser Untersuchung gab das BFE Ende 2008 das Forschungsprojekt „Potenzialanalyse Kleinwasserkraft“ in Auftrag. Dabei sollen neben der Erfassung der technischen Potenziale auch die naturräumlichen, ökologischen und sozioökonomischen Rahmenbedingungen untersucht werden (Teilprojekt B), um Wege zu einer nachhaltigen Nutzung der Kleinwasserkraftpotenziale aufzuzeigen. Es gilt eine Lösung zu finden, welche

versucht die unterschiedlichsten Interessen gesamthaft zu berücksichtigen und allseits akzeptiert wird. Somit leistet das Teilprojekt B einen Beitrag zur Verkleinerung der gegenwärtig vorherrschenden Lücke bei der Erhebung der Kleinwasserkraftpotentiale. Der Fokus der Betrachtungen liegt in der Schweiz. Die Erarbeitung eines Konzeptes soll dennoch die Möglichkeit einer internationalen Anwendbarkeit nicht ausschliessen. Damit ergeben sich möglicherweise gewisse Beschränkungen in der Wahl der Grundlagendaten. Die Methodik sollte auf jeden Fall auf verfügbaren Ausgangsdaten aufbauen.

Die Wasserkraftnutzung ist auch in den Medien ein hochbrisantes und vieldiskutiertes Thema: *„...Die Frage ist: Wie viele Kraftwerke zum Beispiel erträgt die Lütschine, oder die Kander? Es gibt kein Masterplan oder Ähnliches, wonach die Behörden dies entscheiden könnten...“* (Sahra Fogal 08.01.2009)

*„...Leiter der Klimapolitik beim WWF Patrick Hofstetter meint: „Es geht nicht an, dass jedes Wasserkraftwerk und jede Windanlage subventioniert wird. Die einzelnen Projekte müssen ökologische Mindestanforderungen erfüllen. Das ist beim heutigen System nicht der Fall.“* (Gieri Cavelty 03.02.2009)

Sowohl die Öffentlichkeit, die zuständigen Behörden, Natur- und Umweltschutzverbände, Unternehmer als auch die Wissenschaften haben grosses Interesse an einer ganzheitlichen Lösung innerhalb nützlicher Frist. Damit ist die Ausgangssituation des Teilprojekts B gegeben: Ein Spannungsfeld zwischen Nutz- und Schutzinteressen und somit zwischen den einzelnen Akteuren, ihren verschiedenen Standpunkten und Forderungen. Die wichtigsten Akteure lassen sich wie folgt erfassen:

- **Naturschutz**

Gemäss ProNatura (Zusammenfassung 29.01.2009) leben in der Schweiz rund die Hälfte aller Tier- und Pflanzenarten an Gewässern. Gleichzeitig gehen Experten davon aus, dass rund 90% aller Fliessgewässer nicht mehr natürlich sind (Meyer 2008, S. 3). Eine Zwischenauswertung des BFE zum ökomorphologischen Zustand der Schweizer Fliessgewässer (Erhebungen aus 18 Kantonen), zeigt diesbezüglich einen Anteil von 48% (von Benedikt Notter 2006). Diese Ergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf strukturelle (ökomorphologische) Beeinträchtigungen; hydrologische Beeinträchtigungen (Schwall-Sunk-Erscheinungen,

Restwassermengen) sind darin nicht enthalten. Naturschützer sehen ihre Aufgabe deshalb darin das verzweigte Gewässergeflecht vor weiteren Zerstörungen zu bewahren. Der Einsatz von Kleinwasserkraftwerken löst Angst vor einer kompletten Zerschneidung der Landschaft aus. So sehen sie im Gegensatz zu grossen Kraftwerksanlagen die Gefahr, dass bei der Errichtung mehrerer kleiner WKW weitaus mehr als nur ein einzelnes Gewässer beeinträchtigt wird. Sie fürchten eine Ausbreitung der Gewässerbewirtschaftung bis in den letzten Winkel entlegenster Alpentäler. Eine Förderung der Kleinwasserkraft sei nur unter Einhaltung ganz bestimmter ökologischer Bedingungen (z.B. „naturemade star“ Meyer 2008) und Erfüllung definierter Forderungen zulässig. Eine klare Regelung, beispielsweise mittels Schutz- und Nutzungsplan, soll die Auszahlung einer KEV für Anlagen in Gebieten mit hohem ökologischen Potential verhindern.

- **Raumplanung**

Die zunehmende Zersiedelung der Landschaft ist in der Schweiz allgegenwärtig. „Die Siedlungsfläche in der Schweiz dehnt sich nach wie vor im Tempo von etwa einem Quadratmeter pro Sekunde aus, fastausschliesslich auf Kosten des Kulturlandes. Die blosse Flächenstatistik ergibt jedoch kein zutreffendes Bild von der Zerschneidung und Zerstückelung der Landschaft. Der Verfasser des folgenden Artikels meint, dass nicht die Raumplanung, sondern die Behörden, denen der Gesetzesvollzug obliegt, versagt haben.“ (Hans Weiss 09.09.2008).

Mit Inkrafttreten der geänderten Energieverordnung (EnV) im Zuge der Revision des Energiegesetzes (EnG) 2007, gelten seit Januar 2009 neue Bestimmungen über die kostendeckende Einspeisevergütung. Somit erhalten neue Technologien für Elektrizität aus erneuerbaren Energien wie Wasserkraft (bis 10MW), Photovoltaik, Windenergie, Geothermie, Biomasse und Abfälle aus Biomasse (BFE, UVEK 28.02.2008) kostendeckende Vergütungen. Die Höhe des Tarifes ist von der Leistungsklasse abhängig und wird über eine Dauer von 20 bis 25 Jahren festgelegt. Die relativ hohe Rendite bewirkt in der Schweiz „Goldgräberstimmung“. Folglich sind bei Swissgrid bis heute rund 400 Anmeldegesuche für Kleinwasserkraftwerke eingegangen.

Seitens der Raumplanung sieht man die Gefahr, dass dadurch eine verstärkte Zersiedelung stattfinden wird. „Die KEV führt dazu, dass kleine Anlagen gebaut werden, die nicht nötig wären“ (Atzmüller R., Zusammenfassung 29.01.2009) Eine

Lösung sehen sie in der Konzentration der Landschaftsentwicklung. Das heisst eine einheitlich strukturierte, grossräumige Landschaftsplanung verbunden mit der Setzung von räumlichen Schwerpunkten. In Bezug auf die Gewässernutzung müsse allerdings erst die Frage nach der Messbarkeit diskutiert werden. Die Qualität des Wassers als Element der Landschaft soll sichtbar und nutzbar gemacht werden könne.

- **Kantone**

Auf kantonaler und kommunaler Ebene wird die Forderung nach Leitfäden oder Richtlinien zur Gewässerbewertung laut. In einzelnen Kantonen wird bereits versucht geeignete Kriterien zur Ermittlung schützenswerter Gewässerabschnitte zu erarbeiten (z.B. Kanton Uri, Zusammenfassung 29.01.2009). Andernorts bedient man sich bestehender Instrumente wie beispielsweise der „naturemade star“-Kriterien (Meyer 2008) zur Durchführung ökologischer Bewertungen (z.B. Kanton Aargau, Zusammenfassung 29.01.2009). Es stellt sich allgemein die Frage nach dem Wert einer Landschaft und wie derselbe verkauft werden soll. Gute Vorzeigebeispiele wären an dieser Stelle eine grosse Hilfe.

Die Kantone sehen sich zusehends durch den massenhaften Andrang von Kleinwasserkraftwerksgesuchen mit der Aufgabe konfrontiert, möglichst rasch zu urteilen. Swissgrid AG meldet bis heute 365 Anmeldungen schweizweit. Seit Februar werden Neuanmeldungen für Stromanlagen aus Wasserkraft, Photovoltaik, Windenergie, Geothermie und aus Biomasse auf eine Warteliste gesetzt. Die für das Jahr 2009 zur Verfügung stehende Subventionierungssumme für erneuerbare Energien von 250 Millionen Franken ist bereits ausgeschöpft. In einigen Kantonen hat die grosse Zahl an Gesuchen bereits zu Planungsnotständen, wenn nicht gleich Planungsstopps geführt. Die Zeit drängt. Eine gesamtheitliche Planung mit Verankerung im kantonalen Richtplan wäre absolut wünschenswert. Gebiete mit erhöhten Schutzansprüchen könnten einfacher ausgeschieden und von Gebieten mit einem Schwerpunkt auf dem Ausbau getrennt werden.

- **Energiepolitik**

Gemäss aktuellen Prognosen der internationalen Energieagentur (IEA) erhöht sich die jährliche Stromnachfrage in Europa bis ins Jahr 2030 um insgesamt ca. 45%. Auch für die Schweiz wird eine zunehmende Nachfrage nach Elektrizität

prognostiziert. Der Verband schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE rechnet mit einem Nachfragewachstum zwischen 18% und 45% bis ins Jahr 2030. Auch in der Schweiz wird eine Lücke zwischen Nachfrage und Produktion erwartet. Nebst der steigenden Nachfrage sind auch die auslaufenden Importverträge mit Frankreich und der notwendige Ersatz der alternden Kernkraftwerke Gründe dafür (Peder Plaz und Dr. Christian Hanser August 2008)). Ein Mangel zeichnet sich vor allem in der Spitzenenergie ab. Damit rückt der Ausbau der Wasserkraft in den Vordergrund. Hinzu kommen die zunehmende Förderung erneuerbarer Energien - bis 2050 soll der erneuerbare Stromanteil von heute 36% auf 80% gesteigert werden (vgl. auch IRENA, Jose Etcheverry & Lily Riahi 27.01.2009) - und das Ziel die Vorgaben bezüglich CO<sub>2</sub>-Reduktion zu erreichen (UNCED Rio 1992, Klimakonvention, Agenda 21, Kyoto-Protokoll 1997); die Wasserkraftnutzung gewinnt an Bedeutung. Zudem hat sich der Bund bis ins Jahr 2050 die so genannte „2000-Watt-Gesellschaft“ zum energiepolitischen Ziel gesetzt (Armin Braunwalder 21.04.2006)). Die Erschliessung weiterer Energiequellen wird notwendig. Eine denkbare Möglichkeit liegt im Ausbau der Kleinwasserkraft. Sie hätte grosses Potential den Anforderungen bezüglich nachhaltige Entwicklung und Umweltverträglichkeit gerecht zu werden. Ausserdem bedürften grosse Kraftwerke momentan sowieso keiner spezifischen Förderung; vernünftige Rahmenbedingungen sollten diesbezüglich ausreichen.

- **Energiewirtschaft** (Kraftwerkbesitzer/Investoren: BKW, Axpo, Swissgrid)

Unter den Investoren und Kraftwerksbesitzern löste die Einführung der KEV eine regelrechte „Goldgräberstimmung“. Die marktpolitische Förderung der Kleinwasserkraftanlagen durch die KEV steigert deren Rendite.

- **Wissenschaft**

Aufgabe der Wissenschaft ist es in erster Linie ein übergeordnetes Schutz- und Nutzungskonzept zu erarbeiten, in welchem Richtlinien oder unter Umständen sogar Gesetze im Rahmen einer alpenweiten Raumplanung vorgeschlagen werden. Es geht darum Grundlagen für eine positive Landschaftsplanung zur Verfügung zu stellen. Aus Gesprächen (Zusammenfassung 29.01.2009) geht hervor, dass unter dem Begriff „positiv“ folgendes verstanden wird: Der Schwerpunkt hinsichtlich Landschaftsplanung soll beim Naturschutz liegen und nicht bei der Kraftwerksplanung. Dazu sind Instrumente notwendig, die es erlauben

Fliessgewässer zu charakterisieren und ihren Schutzbedarf zu ermitteln. Zugleich sollten damit Prioritäten gesetzt werden können, die zeigen wo dringender Handlungsbedarf herrscht.

## ***2.2 Abgrenzung des Teilprojekts B***

Mittels einer einleitenden Quellenstudie soll umfassend geklärt werden, ob bereits inhaltlich ähnliche Projekte bekannt sind, welche das Wasserkraftpotential auf regionaler Ebene ganzheitlich betrachten. Insbesondere ist dabei zu analysieren, welchen Stellenwert die Wasserrahmenrichtlinien der EU (EU 2000) besitzen.

Die Ausrichtung des Teilprojekts B ist sehr interdisziplinär; das bedeutet, dass möglichst auch auf Erkenntnissen ähnlicher, aber disziplinär ausgerichteter Projekte aufgebaut werden muss. Deshalb gilt es aus methodischer Sicht, sich nicht abzugrenzen, sondern zu versuchen, wichtige Erfahrungen solcher Projekte gewinnbringend für das vorliegende Teilprojekt B zu verwenden.

## ***2.3 Motivation & Ideologie***

Mich persönlich sprach in erster Linie die hydrologische als aber insbesondere auch die ökologische Ausrichtung des Projektes an. Die Interdisziplinarität faszinierte von Anfang an. Die Bereiche Hydrologie, Ökologie, Raumplanung und Wirtschaft umfassen ein sehr breites Spektrum. Dabei ist es wichtig die verschiedenen Standpunkte und Sichtweisen zu verstehen und einander gegenüberzustellen. Erst dadurch wird es möglich eine gesamtheitliche Lösung zu finden, welche allseits akzeptiert ist. Meines Erachtens ist dies eine grosse Herausforderung. Das Projekt sollte keinesfalls eine Reproduktion sein. Die riesige Flut an Informationen macht es einem nicht gerade leicht den Überblick bzw. Durchblick zu gewinnen. Gerade deswegen war mir die Zusammenarbeit mit Leuten aus der Praxis und Unterstützung durch Fachpersonen ein besonderes Anliegen. Das Projekt soll durch wiederholte Begutachtung, kritische Rückmeldungen und Diskussionen vorangetrieben werden. Es unterliegt damit ständiger Anpassung und Verbesserung. Dies erfordert Flexibilität und Kompromissbereitschaft, was ein weiterer interessanter Aspekt der Arbeit darstellt. Zudem ist die gesamte Thematik von höchster Aktualität. Die Forderung nach Lösungen wird lauter. Mancherorts sind bereits verschiedenste Projekte angelaufen, was die Abgrenzung der vorliegenden Arbeit umso schwieriger macht. Zudem umfasst das Projekt sowohl theoretische als aber auch praxisbezogene Teile.

Es verfügt somit über eine gewisse Brückenfunktion zwischen Wirtschaft und Praxis, was meiner Meinung nach in der heutigen Zeit äusserst wichtig ist.

### 3 Stand der Forschung

Gemäss BFE (BFE, UVEK 28.02.2008) verfügt die Schweiz am 01. Januar 2008 über 532 Wasserkraftwerke mit einer maximal möglichen Leistung  $\geq 300$  kW. Alle Wasserkraftanlagen von mindestens 10 MW wurden zudem in einer Karte zusammengestellt (BFE 2008). Anders sieht es beim aktuellen Gesamtbestand der Kleinstwasserkraftwerke ( $< 300$  kW) aus. Eine Zählung ist mit sehr viel Aufwand verbunden. Deshalb stützen sich die Angaben auf extrapolierte Daten verfügbarer Drittquellen und grobe Aussagen (EnG vom Hanspeter Leutwiler). Seit der umfangreichen Erhebung 1983-1985 des damaligen Bundesamtes für Wasserwirtschaft BWW fand kaum ein Zuwachs statt. Es wurden hauptsächlich bestehende Anlagen saniert und deren Leistungseffizienz durch Ausbau gesteigert; Neubauten waren äusserst selten. Somit ist auch heute mit rund 700 Strom produzierenden Kleinwasserkraftwerken zu rechnen, zu denen sich noch ca. hundert bis zweihundert nicht Strom produzierende Wasserräder und Kleinstturbinen gesellen ([www.smallhydro.ch](http://www.smallhydro.ch), Stand: 12.07.2006). Dabei ist es vor allem wichtig zu sehen zu welcher Erhöhung und qualitativer Erneuerung der elektrischen Leistung und Energieproduktion dies geführt hat. Die Investitionen brachten einen Zuwachs von über 11'000 kW Leistung mit 59 Millionen kWh Jahresproduktion. Nicht mitgezählt sind die vielen kleinen Produktionssteigerungen mit Modernisierungen, welche nicht publik gemacht worden sind.

Weitere potentielle Standorte (neu/saniert) für Kleinwasserkraftwerke zu ermitteln liegt zwar im Interesse vieler, variiert allerdings je nach Kanton in Bezug auf die Leistungsansprüche. Der Kanton Bern beispielsweise, interessiert sich zurzeit erst ab einer Leistung von  $< 30$  kW für Kleinwasserkraftwerke (Aussage U. Schröder 11.12.08).

Potentiale für kleine Wasserkraftanlagen sind – bei allen regionalen Unterschieden – in der ganzen Schweiz vorhanden. Früher wurden begrenzte Potentialstudien meistens anhand von Abflussmessungen und topografischen Karten durchgeführt. Ziel des BFE-Projekts ist nun die Erarbeitung einer flächendeckenden, einheitlichen Datengrundlage für alle Fliessgewässer, welche das theoretisch vorhandene sowie das unter verschiedenen Betrachtungsweisen nutzbare Energiepotential darstellt.

Wie erwähnt hat die Watergisweb AG, Bern, im Auftrag der sol-E suisse AG bereits eine Methodik zur Analyse potentieller Standorte für Kleinwasserkraftwerke

entwickelt. Die Standortbestimmenden Faktoren sind topografische und hydrologische Kennwerte basierend auf vorhandenen GIS-Daten. Entsprechend sind dies die Fläche (Gewässernetz GWN25) und der oberirdische Abfluss der Einzugsgebiete (MQ-CH) sowie das Gefälle (Höhenmodell DHM25) der Gewässer. Weitere Geodaten beschreiben die Nutzungs- und Schutzansprüche, die von den unterschiedlichsten Interessengruppen an die Ressource Wasser gestellt werden. Es folgt die Ermittlung der hydroelektrischen Energiepotenziale aller Fliessgewässer; dabei kommt die entsprechende Analyseverfahren zum Einsatz. Basierend auf den Resultaten werden mit Optimierungsalgorithmen jene Gewässerabschnitte identifiziert, die relevante hydroelektrische Potenziale aufweisen. Die potentiellen Standorte für Kleinwasserkraftwerke unterschiedlicher Leistungsstufen (10 kW bis 10 MW) können schliesslich im GIS, resp. In GoogleEarth dargestellt werden (inkl. Anteile der Einflussfaktoren).

## 4 Theorie

In einer ersten Phase des Teilprojektes B geht es vor allem darum zu recherchieren und zusammenzutragen, was an ähnlichen oder vergleichbaren Projekten bereits vorhanden ist. Das vorliegende Projekt sollte möglichst breit abgestützt sein, auf schon gewonnenen Erkenntnissen aufbauen und keinesfalls eine Reproduktion sein. Es gilt einen Überblick zu gewinnen über mögliche Methoden und Verfahren, Ideen und Hinweise zu sammeln und für eine optimale Ausgangslage zu sorgen. Optimal im Sinne von geeigneten Grundbausteinen, mit deren Hilfe das Ziel einer ganzheitlichen Erhebung des Kleinwasserkraftpotentials erreichbar wird. Im Folgenden sei eine erste Auslegeordnung von verschiedenen Methoden und Konzepten dargestellt, welche sich als Vorlagen oder Leitlinien anbieten. Im Anschluss wird eine Filtrierung unbedingt nötig sein.

### 4.1 Raumplanung

#### ► Landschaftsentwicklungskonzepte LEK (Bolliger et al. 2002)

*Das wichtigste in Kürze:*

- keine rechtliche Verbindlichkeit, d.h. Massnahmen können mit freiwilligen oder verbindlichen Instrumenten auf unterschiedlichen Ebenen umgesetzt werden (z.B. Bewirtschaftungsverträge mit Landwirten, kantonaler Richtplan, Nutzungsplan, Ausführung von Einzelprojekten)
- Arbeitshilfe zum Erarbeiten von LEK: Werkzeugkasten LEK, 4 Akteursgruppen (Bewirtschafter, Planer, Bevölkerung, Behörden)
- Organisation LEK: LEK-Kommission, Einbezug diverser Akteure und Fachpersonen
- Arbeitsschritte: Ziele und aufeinander folgende Phasen klar definieren; Projektmanagement (Projektziele, Schwerpunkte; Organisation, Zusammensetzung Trägerschaft; Partizipation; Erfolgskontrolle, Qualitätssicherung; Budget)

#### ► Raumkonzept Schweiz

*Das wichtigste in Kürze:*

- Verankerung im Raumordnungsgesetz (Vernehmlassungsfrist April 2009)
- Bund, Kantone, Städte und Gemeinde erarbeiten gemeinsam ein Raumkonzept, das der Umsetzung ihrer Politikbereiche wie auch als Leitfaden für Akteure aus Wirtschaft und Gesellschaft dienen soll (Koordination einer wirkungsvollen Raumentwicklungspolitik)
- Strategien für Raumtypen: Ländliche Räume (Kpt. 4.2.2), Synthesekarte Landschaft (Wasserland, Bergland, Gletscherland, Urbane Verdichtungsräume, Gletscherland, Hügelland)
- „Ebenen, die über 10 km<sup>2</sup> gross sind und weniger als 20% Siedlungsflächen aufweisen, sind in der Schweiz selten geworden. Zu ihnen muss man Sorge tragen.“ (S. 31)

► **Landschaftskonzept Schweiz** (Bundesamt für Umwelt 1999)

*Das wichtigste in Kürze:*

- vom Bundesrat am 19. Dezember 1997 gutgeheissen
- Gliederung in drei Teile: Allgemeine Ziele Natur und Landschaft (S. 7), Sachziele und Massnahmen in 13 Politikbereichen des Bundes (S. 17) sowie Erläuterungen (S. 46)
- Für das vorliegende Projekt sind vor allem die Sachziele 1 (Bundesbauten und –anlagen), 2 (Energie, enthält unter anderem Weisungen zur Leitungsführung), 7 Natur-, Landschafts- und Heimatschutz, 8 Raumplanung, 12 Wasserbau und 13 Wasserkraftnutzung von besonderem Interesse
- enthält wichtige Verweise auf Gesetze und verantwortliche Instanzen (Bundesämter)

► **Einführung in die ökologische Ökonomik** (Constanza R., Cumberland J., Daly H., Goodland et al. 2001)

## **4.2 Landschaftsschutz**

► **Nationales ökologisches Netzwerk REN** (BAFU, BUWAL 2003)

*Das wichtigste in Kürze:*

- Vision für einen landesweit vernetzten Lebensraum Schweiz
- verfügbare Karten MS 1:100'000 und 1:500'000 (z.B. Kanton Thurgau)
- Kategorien: Wälder, Lebensräume Thermophile Arten, Lebensräume der Feuchtgebiete, Lebensräume der extensiven Landwirtschaft, Lebensräume der Gewässer, andere Lebensräume

► **Wiederherstellung und Ersatz im Natur- und Landschaftsschutz** (Bruno Kägi, Andreas Stalder, Markus Thommen 2002)

*Das wichtigste in Kürze:*

Bewertungskriterien für den Ausgangs- und Endzustand von (z.B. Biotopbewertungsmethode „Mittelland“):

- Flächen, welche nicht verändert werden:  
Art des Lebensraumes (in Jahren), Umgebungsqualität (relativer Anteil naturnaher Flächen im Umkreis 50m), Vernetzungsfunktion (ist zu bewertende Fläche Trittstein oder Korridor?), natürl. Dynamik, Naturnähe (Vergleich mit Lebensräumen des gleichen Lebensraumtyps), Qualität des Artenspektrums (Vergleich mit anderen Flächen desselben Lebensraumtyps), Anspruchsvolle Arten (seltene Arten mit komplexen Lebensraumansprüchen)
- Ersatzflächen:  
Herstellbarkeit (Dauer in Jahren bis Lebensraum seine Funktionen erfüllen kann), Umgebungsqualität (relativer Anteil von naturnahen Flächen im Umkreis von 50m), Vernetzungsfunktion, Natürliche Dynamik, Unterhaltsbedarf, regionale Repräsentativität

► **naturemadeStar** (Meyer 2008) und greenhydro-Kriterien (Christine Batrich und Bernhard Truffer Juni 2001)

► **Fliessgewässeratlas Tirol, Handbuch 2002** (Christian Vacha August 2002) und  
Checkliste für Wasserkraftwerke bis 15 MW (Michor et al. 2006)

### ► **Ökomorphologische Gewässerkartierungen des BAFU**

*Das wichtigste in Kürze:*

- Zwischenauswertungen des BAFU (von Benedikt Notter 2006) zum Fortschritt der kantonalen ökomorphologischen Erhebungen an Gewässerabschnitten bis 2005
- Methode: Modul-Stufen-Konzept
- Erste Ergebnisse: Bis April 2006 haben 24 Kantone rund 30'650 km Gewässer erhoben. Daraus ergeben sich für die Gewässerabschnitte der Schweiz folgende Beurteilungen: 51% Stufe 1 (blau) natürlich/naturnah, 24% Stufe 2 (grün)wenig beeinträchtigt, ca. 25% beeinträchtigt
- Bsp. Kanton Bern (Gewässer- und Bodenschutzlabor Januar 2008):
  - zwischen 1997 und 2002 wurden im Kanton Bern rund 6'800 km Flüsse und Bäche auf ihren Natürlichkeitsgrad und Raumbedarf hin untersucht und kartiert (das entspricht mehr als der Hälfte des gesamten Fliessgewässernetzes des Kantons)
  - Methode: siehe (Meyer 2008)
  - folgende Merkmale wurden erhoben: eingedohlte Bachabschnitte, Sohlenbreite, Breiten- und Tiefenvariabilität des Wasserkörpers, Breite und Bewuchs des Uferbereichs, natürliche Abstürze (z.B. Wasserfall), künstliche Abstürze (Schwellen) und Bauwerke (Durchlässe, Wehre, Fischpässe etc.)
  - Einteilung der Merkmale mittels Punktesystem in 5 Natürlichkeitsklassen (blau: natürlich/naturnah, grün: wenig beeinträchtigt, gelb: stark beeinträchtigt, rot: naturfremd/künstlich, violett: eingedohlt)

► **Gewässerschutzgesetz (GSchG)**

► **Natur- und Heimatschutz Gesetz (NHV vom 1991)**

► **Wasserrahmenrichtlinien EU (EU 2000)**

*Das wichtigste in Kürze:*

- Art. 2: Begriffsbestimmung (z.B. Oberflächenwasserkörper , Teileinzugsgebiet, ökologischer Zustand , gutes ökologisches Potential
- Art. 4: Umweltziele (Oberflächengewässer, Schutzgebiete)

- Art. 5: Merkmale der Flussgebietseinheit, Überprüfung der Umweltauswirkungen menschlicher Tätigkeiten und wirtschaftliche Analyse der Wassernutzung (Verantwortung der Umsetzung liegt bei jedem Mitgliedstaat; möglicherweise liessen sich hieraus einzelne Beispiele als Vorlage verwenden)
- Art. 11: Massnahmenprogramm (jeder Mitgliedstaat ist dafür verantwortlich bis 2009 für jede Flussgebietseinheit ein Massnahmenprogramm zu erstellen (Umsetzung: bis 2012, Überprüfung: alle 6 Jahre)
- Anhang II: Oberflächengewässer
  - 1.1 Beschreibung der Typen der Oberflächenwasserkörper (GIS-Karten)
  - 1.2 Ökoregionen (Anhang XI) und Arten von Oberflächenwasserkörper (Bsp. Flüsse: System A oder B, Faktoren: physikal. und chem., Höhe, geographische Breite/Länge, Geologie, Grösse, Strömungsenergie, durchschnittliche Wassertiefe, Form und Gestalt Flussbett, Feststofffracht, Flussabflussklasse, Niederschlag)
  - 1.3 Festlegung der typspezifischen Referenzbedingungen für Arten von Oberflächenwasserkörper (hydromorphologische und physikalisch-chemische Bedingungen, raumbezogene typspezifische biologische Referenzbedingungen (entwickeln eines Bezugsnetzes mit ausreichend Stellen von "sehr gutem Zustand"), modellbasiertes typspezifische biologische Referenzbedingungen (Vorhersagemodell, Rückberechnungsverfahren))
  - 1.4 Ermittlung der Belastungen
  - 1.5 Beurteilung der Auswirkungen (Mitgliedstaaten beurteilen wie empfindlich der Zustand der Oberflächenwasserkörper auf die Belastungen reagiert)
- Anhang IV: Schutzgebiete
- Anhang V: Zustand der Oberflächengewässer
  - 1.1 Qualitätskomponenten (z.B. Flüsse: biologische Komponenten (Flora, Fauna), hydromorphologische Komponenten (Wasserhaushalt (Abfluss, Abflussdynamik), Durchgängigkeit, morphologische Bedingungen (Tiefe/Breite, Flussbett, Ufer)), chem. und physikalisch-chemische Komponenten (Allgemein (Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt, Salzgehalt, Versauerungszustand, Nährstoffverhältnisse), Spezifische Schadstoffe (Prioritäre Stoffe, Sonstige))
  - 1.2 Begriffsbestimmungen (z.B. Flüsse: sehr guter/guter/mässiger Zustand der biologische Qualitätskomponenten, hydromorphologische Qualitätskomponenten, physikalisch-chemische Qualitätskomponenten)
  - 1.4 Einstufung und Darstellung des ökologischen Zustandes (als Mass für die Vergleichbarkeit wird ein Quotient verwendet (1 = sehr guter ökolog. Zustand); 5-stufige Skalen (blau = sehr gut, grün = gut, gelb = mässig, orange = unbefriedigend, rot = schlecht) für den ökologischen Zustand und das ökologische Potential (Farben jeweils mit grauen Streifen versehen, hellgrau = künstlicher Wasserkörper, dunkelgrau = erhebl. veränderter Wasserkörper)), Darstellung in Kartenform; Interkalibrierungsnetz (= Netz von Orten, die aus der Bandbreite von vorkommenden

Typen von Oberflächenwasserkörpern ausgewählt werden (wird pro Ökoregion erstellt))

- Anhang VI: Massnahmenprogramme (Auflistung der Massnahmen)
- Anhang VII: Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete (Merkmale der Flussgebietseinheit, Kartierung Oberflächengewässer, Bezugs-/Referenzbedingungen für Oberflächenwasserkörpertypen, Zusammenfassung signifikanter anthropogener Einwirkungen, Kartierung Schutzgebiete, Überwachungsnetze, Liste der Umweltziele, Zusammenfassung Massnahmenprogramme, Zusammenfassung für Entnahme oder Aufstauung von Wasser, Zusammenfassung der Massnahmen zur Information- und Anhörung der Öffentlichkeit, Liste der zuständigen Behörden, Anlaufstellen und Verfahren für die Beschaffung der Hintergrunddokumente und –informationen)
- Anhang XI: Karte der Ökoregionen für Flüsse und Seen (Bsp. Schweiz: 7 westl. Mittelgebirge, 8 östl. Mittelgebirge, 9 Alpen)

### **4.3 Wasserkraftnutzung**

► **International Renewable Energy Agency IRENA** (Jose Etcheverry & Lily Riahi 27.01.2009), <http://www.irena.org/> (03.02.2009))

*Das wichtigste in Kürze:*

- neu gegründetes (Jan 2009), internationales Amt für erneuerbare Energie
- Hauptziel:
  - weltweite Förderung und Etablierung erneuerbarer Energien,
  - Daten und Informationen zur Verfügung stellen bezüglich Potentialabschätzungen für erneuerbare Energien/Technologien
  - Methoden/Abschätzverfahren erarbeiten mit Berücksichtigung der ökologischen, politischen, sozio-ökonomischen und kulturellen Bedingungen und Bedürfnisse eines Standortes
  - verfolgt ähnliches Ziel wie Teilprojekt B, allerdings auf internationaler Ebene

► **European Small Hydropower Association ESHA**, Brüssel ([www.esha.be](http://www.esha.be) (18.02.2009))

- Umweltverträglichkeit von Kleinwasserkraftwerken (ESHA)
- Handbuch zur Planung und Errichtung von Kleinwasserkraftwerken (ESHA)

## 5 Fragestellung

Aus den Zielsetzungen des Teilprojektes B lassen sich folgende Fragestellungen ableiten:

- ◆ Auf welche Art lassen sich Landschaftsteilräume, Gewässerräume sowie Flussabschnitte sinnvoll abgrenzen? (MA I, MA II)
- ◆ Welche Bewertungsmethodik bzw. -kriterien eignen sich am besten zur Ermittlung der Systemleistung, also des IST-Zustandes?
- ◆ Wie lassen sich die unterschiedlichen Grössen (hydroelektrisches Potential bzw. Systemleistung) messen, so dass sie vergleichbar werden?
- ◆ Kann die entwickelte Methodik/Entscheidungshilfe zur Erhebung des ganzheitlichen Kleinwasserkraftpotentials in der gewählten Pilotregion erfolgreich angewandt werden; wird die Methodik dabei in ihrer Funktionalität bestätigt oder sind Optimierungen notwendig?
- ◆ Welches System verhilft zur gewünschten Hierarchisierung der Gewässerräume in Bezug auf die verschiedenen Bewertungen (hydroelektrisches Potential, Systemleistung)?
- ◆ Ist es möglich im Spannungsfeld zwischen Naturschutz, Raumplanung, Kantone, Energiepolitik, Energiewirtschaft und Wissenschaft eine gemeinsame Lösung zu finden?
- ◆ Entspricht die entwickelte Methodik der Forderung nach internationaler Anwendbarkeit?

## **6 Methoden**

### ***6.1 In fünf Schritten zum Kleinwasserkraftpotential***

Das methodische Vorgehen entspricht dem in Kapitel 1.3 skizzierten Ablauf in fünf Arbeitsschritten (vgl. Abbildung 3). Das gewählte Vorgehen ist als erster grober Entwurf zu sehen; es soll vor allem in der Anfangsphase des Projektes ständig angepasst werden können (aktualisiert: April 2010). Welche Methoden schliesslich in den einzelnen Arbeitsschritten angewendet werden ist zum jetzigen Zeitpunkt der Arbeit noch nicht definiert. Erst nach einer fundierten Recherche und einer genauen Prüfung bereits vorhandener Konzepte und Strategien wird eine geeignete Auswahl getroffen. Es kann sich dabei um einzelne Methoden handeln oder aber um Verschneidungen mehrerer bewährter Ansätze.

### ***6.2 Austausch und Vernetzung***

Wichtig ist, dass es während des gesamten Ausarbeitungsprozesses zu einem Ideenaustausch und zur kritischen Betrachtung von Vorschlägen und Lösungsansätzen kommt. Erreicht wird dies durch die Abstützung des Teilprojekts B auf drei Begleiteams.

### **Lenkungsausschuss**

Eine erste Gruppe bildet der Lenkungsausschuss. Er setzt sich aus Mitwirkenden des BFE (Moser), des NWB (D. Soldo), der Entec AG (K. Jorde), der WaterGisWeb AG (U. Schröder) und des Geographischen Instituts Bern (Prof. Dr. R. Weingartner, PhD C. Hemund) zusammen. Einmal jährlich soll ein Informationsaustausch stattfinden und die Koordination des gesamten Projektes „Potentialanalyse Kleinwasserkraft“ gefördert werden.

### **Wissenschaftliche Begleitgruppe**

Das Teilprojekt B hat eine stark angewandte Komponente und steht somit an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis. Um dieser Verbindungsfunktion gerecht werden zu können, wird eine wissenschaftliche Begleitgruppe gebildet. Sie setzt sich aus Vertreterinnen und Vertretern der Praxis (Raumplanung, Energiewirtschaft, Umweltschutz) sowie der Wissenschaft (Umweltökonomie, Wassernutzung) zusammen (Abbildung 5, Stand Aug 2009). Sie soll als Plattform für Informations-, Erfahrungs- und Wissensaustausch fungieren. Zugleich bietet sie

Personen aus den verschiedensten Bereichen die Gelegenheit zu diskutieren und gemeinsam Lösungswege zu erarbeiten.

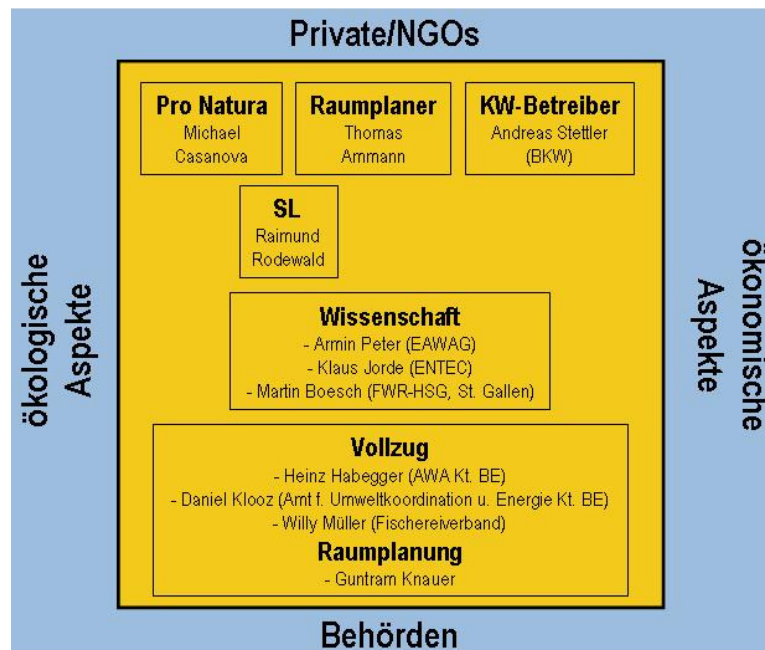


Abbildung 5: Zusammensetzung der wissenschaftlichen Begleitgruppe

### Patronatskomitee

Eine breite Abstützung in Wirtschaft und Politik ist ebenso wichtig. Der Austausch und die Diskussion zwischen Gesetzgebern und Exekutive soll daher unbedingt ein Bestandteil des Projektes sein. Daraus folgt eine weitere Gruppe, die sich aus Vertretern von Kantonen, Behörden, Verbänden und Unternehmen zusammensetzt. Die Koordination übernimmt das Netzwerk Wasser im Berggebiet (NWB). Die Gruppe dient der fachlichen Beurteilung und Begleitung des Projekts. Sie soll die Projektbeteiligten dabei unterstützen, die im Vertrag genannten Ziele zu erreichen indem sie eine gewisse Beratungs-, Überprüfungs- und Beurteilungsfunktion einnimmt. Die Kommunikation der Resultate während der gesamten Projektdauer wird noch zusätzlich durch ein jährliches Treffen gefördert. Eine mögliche Zusammensetzung der fachlichen Begleitgruppe präsentiert sich folgendermassen (Stand Feb 2009): Vertreter von Basler & Hofmann, Swisselectric, RKGK, BfE (K. Jorde), BAFU, Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (SWV), Pro Natura.

### 6.3 Pilotregion

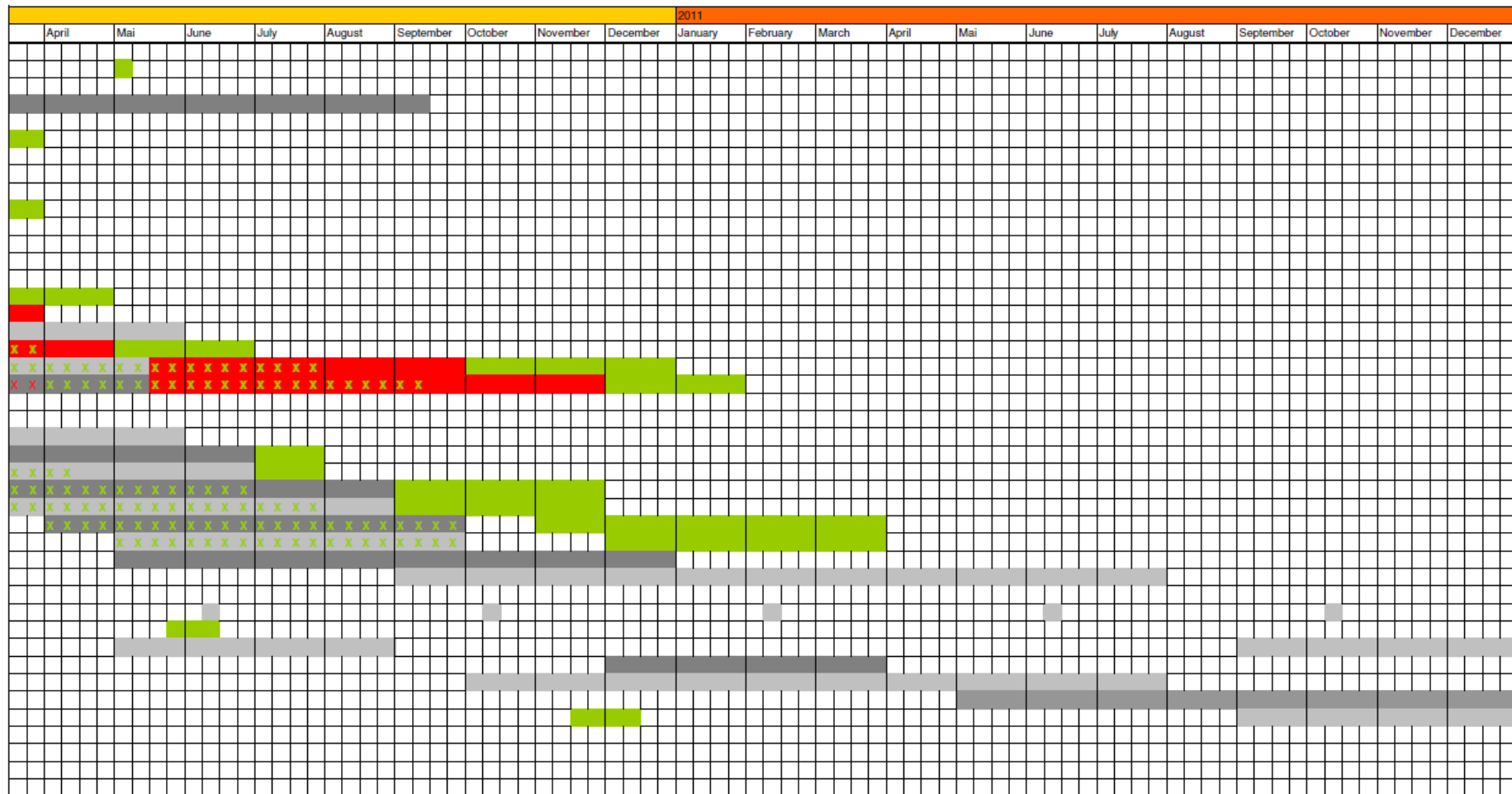
Um die erarbeitete Methodik zu testen und zu verfeinern soll sie in einer ersten Testregion angewendet werden. Dazu wurde das Einzugsgebiet der Lutschine im Berner Oberland ausgewählt. Das gesamte Berner Oberland weist ein relativ

grosses, noch nicht ausgeschöpftes Wasserkraftpotential auf. Aus der Zusammensetzung der wissenschaftlichen Begleitgruppe ergibt sich zudem ein gewisser Schwerpunkt in Bern. Das Berner Oberland ist ausserdem die "Heimregion" des GIUB, wodurch Synergien zu anderen Projekten genutzt werden können. Mit der vorgeschlagenen Pilotregion reduziert sich auch der Reiseaufwand für Masterstudierende.

Eine zweite Anwendung ist im voralpinen bis mittelländisch geprägten Einzugsgebiet der Emme vorgesehen. Dies einerseits mit der Absicht, die Methode als Ganzes an einem weiteren Gebiet zu testen und auf ihre Funktionalität hin zu prüfen. Andererseits können auf diese Weise auch notwendige Anpassungsvorschläge für ausseralpine Gewässer gemacht werden. Schliesslich soll die Methodik universell angewendet werden können, d.h. für beliebige Einzugsgebiete der Schweiz.

# 7 Arbeits- und Zeitplan

ZEITPLAN 2009 - 2011	2009												2010			
	January	February	March	April	Mai	June	July	August	September	October	November	December	January	February	March	
Lenkungsausschuss (Koordination, Diskussion, Information)																
Begleitgruppe (Diskussion/Austausch/Beurteilung)																
Begleitgruppe NWB (Diskussion/Kritik/Austausch/Feedback)																
MA's																
Konzept (Überarbeitung)																
Einlesen Thematik/Grundlagen																
Bestehende Konzepte/Methoden überprüfen																
Auswahl Pilotregion und MA Testgebiete (Ebene A), Begründung festhalten																
Gliederung der CH in Regionen (Ebene A, z.B. BEO, Vorbereitung für Raumanalyse)																
Grundlagendaten beschaffen																
1.1) Abgrenzungsmethodik - Raumgliederung Ebene B, C (MA's)																
1.2) Bewertungsmethodik, Parameterbestimmung, Kriterienkataloge Ebene B, C (MA's)																
2) "Berechnung" Systemleistung Ebene C (Gewässerraum); aK+bR																
3.1) Bewertungssystem KWK-Pot.																
3.2) Definition Einheitsgrösse, Gegenüberstellung hy.el. Pot. - Systemleistung (Schutz/Nutzung Ebene C)																
4.1) Entwicklung Hierarchisierungssystem Ebene B, C (Nutzungspriorisierung, Sensitivitätsanalyse)																
4.2) Methodik Szenarienbildung (Regionalisierung, Nutzungsintensitäten)																
5) Auswahl prioritäre KWK-Standorte, Ebene D (max. Ausbaupot.)																
1*) Austesten in Pilotregion 1, Feldarbeit MA's (Anwendung Abgrenzungs- u. Bewertungsmethodik)																
2*) Systemleistungen in Pilotregion 1, Bewertung, Schutz u. Nutzungsgebiete Ebene B, C																
3*) Bewertung KWK-Pot, Gegenüberstellung, Schutz u. Nutzungsgebiete in Pilotregion 1																
Korrektur/Anpassung/Verfeinerung Methodik																
4.1*) Hierarchisierung u. Nutzungspriorisierung, in Pilotregion 1																
Korrektur/Anpassung/Verfeinerung System																
4.2*) Szenarienbildung, unters. Nutzungsintensitäten in Pilotregion 1																
Korrektur/Anpassung/Verfeinerung Szenarienbildung																
Anwendung Methodik in 2. Pilotregion?																
5*) Ganzheitliche Beurteilung Pilotregion 1 u. 2, Kartendarstellung																
Zwischenberichte																
Abstracts, Paper, Präsentationen, Poster (Int. Arb.bspr., UNESCO Conf., TdH, ENERGIEA 2010)																
Paper I																
Paper II																
Zusammenstellung & Design Masterplan/Entscheidungshilfe																
Diss verfassen																
Jahresberichte, Schlussbericht BFE																
<b>Änderungen 27.10.2009 (Zw Be II)</b>																
<b>Änderungen 4.2.2010 (Zw Be III)</b>																



## 8 Literaturverzeichnis

**ARE Bundesamt für Raumentwicklung; UVEK Eidg. Depart. Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (2008):** Raumkonzept Schweiz. Eine dynamische und solidarische Schweiz Entwurf.

**Armin Braunwalder (21. April 2006):** Energieperspektive 2050 – Kurzfassung Wegweiser in die 2000-Watt-Gesellschaft. Kurzfassung der Studie «Energieperspektive 2050». Greenpeace Schweiz, WWF Schweiz, Verkehrsclub Schweiz (VCS), Schweizerische Energie-Stiftung (SES). Bern/Zürich/Basel.

**BAFU; BUWAL (2003):** Nationales Ökologisches Netzwerk REN. Die Vision für einen landesweit vernetzten Lebensraum Schweiz. Faltblatt. Herausgegeben von BUWAL. (BUWAL informiert).

**BAFU; swisstopo; GIUB (Hg.) (1992):** Kenngrößen kleiner Einzugsgebiete. Unter Mitarbeit von R. Breinlinger, P. Gamma und R. Weingartner. Bern (Hydrologischer Atlas der Schweiz, Tafel 1.2).

**Benedikt Notter, Hugo Aschwanden Hubert Klausner Erich Staub Ulrich Blücher von (2006):** Ökomorphologischer Zustand der Schweizer Fließgewässer: Zwischenauswertung auf-grund der Erhebungen aus 18 Kantonen. Herausgegeben von BAFU und UVEK. BAFU; UVEK.

**BFE (2008):** Zentralen von Wasserkraftanlagen der Schweiz, mit einer maximal möglichen Leistung ab Generator von mindestens 10 MW: BFE.

**BFE; UVEK (28.02.2008):** Stand der Wasserkraftnutzung in der Schweiz am 1. Januar 2008. Herausgegeben von BFE Abteilung Wasserkraft und UVEK.

**Bolliger, P.; Charollais, Myriam; Condrau, Victor (2002):** Werkzeugkasten LEK. Eine Arbeitshilfe zum Erarbeiten von Landschaftsentwicklungskonzepten (LEK). 2'000 dt., 700 frz. Herausgegeben von Hochschule für Technik HSR und Service romand de vulgarisation agricole SRVA. Rapperswil (Lausanne).

**Bruno Kägi, Andreas Stalder, Markus Thommen (2002):** Wiederherstellung und Ersatz im Natur- und Landschaftsschutz. Die Eingriffsregelung nach schweizerischem Recht. Leitfaden Umwelt. Unter Mitarbeit von Flavio Turolla, Koord.stelle für Umweltschutz des Kt. Bern. Herausgegeben von BUWAL. Bern. (11).

**Bund (1999):** Gesetzliche Einspeisevergütungen in der Schweiz, Energiegesetz. EnG, vom Hanspeter Leutwiler. In: ISKB Intressenverband Schweizer. Kleinkraftwerk-Besitzer, zuletzt aktualisiert am 1999.

**Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) et al (1999):** Landschaftskonzept Schweiz. Kurzfassung. Herausgegeben von BAFU. Bern.

**Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (1991):** Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer Gewässerschutzgesetz. GSchG.

**Christian Vacha (August 2002):** Fließgewässeratlas Tirol Handbuch. Unter Mitarbeit von Eduard Forstenlechner und Richard Schwarzenberger. 6020 Innsbruck, August 2002.

**Christine Batrich und Bernhard Truffer (Juni 2001):** Ökostrom-Zertifizierung. Konzepte, Verfahren, Kriterien. Greenhydro - Umweltgerechte Wasserkraftnutzung nach EAWAG-Verfahren. Unter Mitarbeit von Stefan Vollenweider Barbara Känel. (Ökostrom Publikation, Band 6). Online verfügbar unter ISBN 3-905484-05-6.

**Constanza R., Cumberland J., Daly H., Goodland; Costanza, Robert; Cumberland, John H.; Daly, Herman E.; Goodland, Robert James; Norgaard, Richard B.; Eser, Thimo W. (2001):** Einführung in die ökologische Ökonomik. Stuttgart: Lucius & Lucius (UTB für Wissenschaft Wirtschaftswissenschaften, Politik, Ökologie, 2190).

**EU (2000):** Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Herausgegeben von Europäisches Parlament & Rat der europäischen Union. (Amtsblatt der europäischen Gemeinschaften L327, L 327/1-72), zuletzt aktualisiert am 19.12.2000, zuletzt geprüft am 17.2.2009.

**Gewässer- und Bodenschutzlabor (Januar 2008):** Schlussbericht Ökomorphologie 2008 Kanton Bern. Herausgegeben von Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern. GBL; AWA.

**Gieri Cavelti (2009):** Grüner Strom soll künftig immer grünes Licht erhalten. In: Tagesanzeiger, Jg. 117, Ausgabe 27, 03.02.2009, S. 3.

**Hans Weiss (2008):** Freie Landschaft und zugebaute Schweiz. Beispiel des Umgangs mit raumplanerischen Regeln. In: NZZ, Ausgabe Nr. 17, 09.09.2008, S. 17.

**Hütte, M.; Niederhauser, P. (1998):** Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz. Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Herausgegeben von BAFU. BAFU. (Mitteilungen zum Gewässerschutz, 27).

**Interdepartementaler Ausschuss Nachhaltige Entwicklung (IDANE) (Mai 2007):** Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz – Ein Wegweiser. Unter Mitarbeit von Doris Angst Pietro Cattaneo Anne DuPasquier Nathalie Gigon Christine Richard Daniel Wachter Bundesamt für Raumentwicklung Mitarbeit Aurélie Massin und Andrea Meier von Regula Bärtschi. Herausgegeben von Interdepartementaler Ausschuss Nachhaltige Entwicklung (IDANE). Bern.

**Jose Etcheverry & Lily Riahi (2009):** IRENA - Joining Forces. In: Renewable Energy, 27. Januar 2009.

**Meyer, Christopher (2008):** Welche Wasserkraft will die Schweiz? Argumente für eine nachhaltige Wassernutzung. Herausgegeben von pro Natura. Steudler Press AG, Basel. (Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz, 29).

**Michael Schilling (November 2007):** Kander.2050 - "Läbigs Kanderwasser" Gewässerentwicklungskonzept GEan. Gewässerentwicklungskonzept - GEKa Modul Umwelt. Fachbericht Teilprojekt Fluss-Morphologie/ Wasserbau (FluMoKa). Unter Mitarbeit von Zarn & Partner AG Hunziker und Emch+Berger AG. Herausgegeben von Tiefbauamt Kantons Bern Des Amt für Landwirtschaft und natur Kantons Bern. Aarau/Spiez. (Kander 2050, Projekt Nr. A-268, Version 2.01).

**Michor, Klaus; Moritz, Christian; Bühler, Sabine (2006):** Checkliste für Wasserkraftwerke bis 15 MW Engpasseleistung aus naturschutzfachlicher Sicht. Herausgegeben von Abt Umweltschutz Amt der Tiroler Landesregierung. Auftragnehmer: REVITAL ecoconsult; ARGE Limnologie. Nussdorf/Innsbruck. (Version 4.0).

**Millennium Ecosystem Assessment (2005):** Ecosystem and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Herausgegeben von World Resources Institute. World Resources Institute. Washington D.C. Online verfügbar unter

<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>, zuletzt geprüft am 6.12.2009.

**Peder Plaz und Dr. Christian Hanser (August 2008):** Strom - Bündner Exportprodukt mit Zukunft. Herausgegeben von Wirtschaftsforum Graubünden. Rätia Energie AG und Graubündner Kantonalbank. Chur.

**Pelikan, B. (2004):** Handbuch zur Planung und Errichtung von Kleinwasserkraftwerken. Version Deutsche Übersetzung der Version Celso Penche et al., ESHA 2004. Belgien: ESHA.

**Penche, Celso (1998):** Layman's handbook on how to develop a small hydro site. Second Edition. Brüssel, Belgien.

**Piot Michel (in Vorb.):** Potentiale erneuerbarer Energien zur Gewinnung von Strom in der Schweiz. EPFL Lausanne.

**Piot Michel (Oktober 2006):** 5. Exkurs: Potentialbegriffe. Herausgegeben von BFE.

Roth, Irène; Klooz, Daniel; Miesch, Christoph (2007): Nachhaltige Entwicklung im Kanton Bern. Ergebnisbericht 2.Phase an den Regierungsrat betreffend. Herausgegeben von Amt für Umweltkoordination und Energie AUE und Amt für Gemeinden und Raumordnung AGR.

**Sahra Fogal (2009):** Fischer sorgen sich um Forellen. Oberland: Stromerzeuger BKW plant neue Kraftwerke an Gewässern - auch im Färmeltal. In: Berner Oberländer, 08.01.2009, S. 27.

**Schweizerischer Bundesrat (April 2008):** Strategie Nachhaltige Entwicklung: Leitlinien und Aktionsplan 2008–2011. Bericht vom 16. April 2008. Unter Mitarbeit von Rudolf menzi (ARE). Herausgegeben von Schweizerischer Bundesrat. Bern. Online verfügbar unter <http://www.are.admin.ch/nachhaltigeentwicklung>.

**Schweizerischer Bundesrat (2008):** Verordnung über den Natur- und Heimatschutz. NHV, vom 1991.

**United Nations (11.12.1987):** 42/187 report of the World Commission on Environment and Development. Herausgegeben von United Nations. (General Assembly, A/RES/42/187).

**United Nations (2001):** Road map towards the implementation of the United Nations Millennium Declaration. Report of the Secretary-General. Herausgegeben von United Nations General Assembly. (A/56/326).

**Zusammenfassung (Hg.) (29.01.2009):** Landschaft und erneuerbare Energie. Workshop vom 27.01.2009.

# Beurteilung von Landschaftsteilräumen

**Tabelle 1** Untersuchungskatalog der ökologischen Dimension (aus Studer 2010: 63)

Katalog 1: Umwelt					
Bz	Kategorie	Nr	Kriterium	ID	Indikator
U1	Landschaft allgemein	U1.1	Inventarisierte Landschaften	1	Flächenanteil BLN-/MLI-Gebiete
		U1.2	Landschaftsempfinden	2	Dominierende Landschaftserlebnisse (z.B. Ruhe, Kulisse, Einzigartigkeit)
U2	Relief	U2.1	Inventarisierte Geotope	3	Anzahl inventarisierte Geotope / Gemeinde
		U2.2	Geotope allgemein	4	Qualität, Landschaftswirksamkeit, Vielfalt
U3	Lebensraum	U3.1	Biotope allgemein	5	Qualität, Landschaftswirksamkeit, Vielfalt
		U3.2	Inventarisierte Biotope	6	Flächenanteil Auen, Amphibien, Trockenstandorte, Feuchtgebiete etc.
		U3.3	Artenschutz	7	Anzahl seltene, geschützte oder emblematische Arten (Flora und Fauna)
U4	Vernetzung	U4.1	REN-Flächen	8	Flächenanteil Lebensräume (ext. LW, Gewässer, Feucht- und Trockengebiete)
		U4.2	Unzerschnittene Flächen	9	Streckenanteil Strassen (1. bis 4. Klasse) / Fläche
U5	Klima	U5.1	Luftqualität	10	Feinstaub Jahresmittel (2005 als Durchschnittsjahr für 1998-2007)

Legende: „Bz“ = Bezeichnung für Kategorien, „Nr“ = Nummer der Kriterien mit Bezug zu Kategorien, „ID“ = Identifikationsnummer der Indikatoren (aus engl. *identity digit*)

**Tabelle 2** Klassifizierungskatalog der ökologischen Dimension (aus Studer 2010: 73)

Katalog 1: Umwelt																			
Bz	Kategorie	ID	Einh.	Methode nach Studer	Quelle	Ebene		Gewicht	Skala Stuber	Klassifizierung					Durchschnitte				
						LTR	Gm			1	2	3	4	5	CH	Kt. BE	Pilot		
U1	Landschaft allgemein	1	%	GIS-Berechnung	x	BAFU --> Geodaten	x		0.10	0.20	0-8	0	1	2	3-4	5-8			
		2	Pkt.	Feldarbeit	x	eigene Erhebung	x		0.10		0-5	0-1	2	3	4	5			
U2	Relief	3	Pkt.	Zählen		Arbeitsgruppe Geotopschutz CH	x		0.10	0.20		0		1		2-			
		4	Pkt. + Anz.	Feldarbeit	x	eigene Erhebung	x		0.10		0-10	0-2	3-4	5-6	7-8	9-10			
U3	Lebensraum	5	Pkt. + Anz.	Feldarbeit	x	eigene Erhebung	x		0.07	0.20	0-6	0-2	3	4	5	6			
		6	%	GIS-Berechnung	x	BAFU --> Geodaten	x		0.07		0-5	0-1	2	3	4	5			
		7	Pkt. + Anz.	Feldarbeit	x	eigene Erhebung	x		0.07		0-4	0	1	2	3	4			
U4	Vernetzung	8	%	GIS-Berechnung		BAFU --> Geodaten	x		0.10	0.20		-5	5.1-10	10.1-15	15.1-20	20.1-	21.5	13.9	
		9	km/km <sup>2</sup>	GIS-Berechnung	x	Swisstopo --> Vector25	x		0.10		-6 bis 0	-6 bis 5	-4 bis 3	-2	-1	0			
U5	Klima	10	µg/m <sup>3</sup>	Karteninterpret.		BAFU --> Schadstoffkarte	x		0.20	0.20		25-	20-25	15-20	10-15	0-10			
						10	0	1.00	1.00										

Legende: Der Ausschnitt nimmt Bezug auf den 1. Teil desselben Katalogs, dargestellt in Tabelle 12 mit Angaben zu Kategorien, Kriterien und Indikatoren. Die IDs („ID“ = Identifikationsnummer der Indikatoren, aus engl. *identity digit*) stellen hierbei das Verbindungsglied dar.

**Tabelle 3** Untersuchungskatalog der soziokulturellen Dimension (aus Studer 2010: 66)

Katalog 2: Gesellschaft					
Bz	Kategorie	Nr	Kriterium	ID	Indikator
G1	Wohnen	G1.1	Erholungsangebot Wohnumgeb.	11	Flächenanteil Erholungs- und Grünanlagen, Gebäudeumschwung / Siedlungsfläche
		G1.2	Siedlungsqualität	12	Anteil traditionelle Siedlungsformen, traditioneller + neuer Baubestand
		G1.3	Siedlungsfläche	13	Flächenanteil Siedlungsfläche
G2	Freizeit / Konsum	G2.1	Freizeitangebot	14	Anzahl lokale Vereine
		G2.2	Einkaufsmöglichkeiten	15	Anzahl Firmen (Shopping, Handel)
G3	Kulturgeschichte	G3.1	kulturhist. Elemente + Nutzungen	16	Qualität, Landschaftswirksamkeit, Vielfalt
		G3.2	Ortsbild/Verkehrsweg/Kulturgut	17	ISOS-Objekte, IVS-Objekte, KGS-Objekte (lokal, regional, national)
G4	Partizipation	G4.1	Wahlbeteiligung	18	kantonale Wahlbeteiligung (GR 2006 + 2010)
G5	Mobilität	G5.1	ÖV-Erschliessung	19	Erschliessungsgüteklassen gemäss kant. Richtplan (A - F)
		G5.2	Strassendichte	20	Streckenanteil Strassen (1. bis 4. Klasse, Autobahn und Quartierstrasse) / Fläche

Legende: „Bz“ = Bezeichnung für Kategorien, „Nr“ = Nummer der Kriterien mit Bezug zu Kategorien, „ID“ = Identifikationsnummer der Indikatoren (aus engl. *identity digit*)

**Tabelle 4** Klassifizierungskatalog der soziokulturellen Dimension (aus Studer 2010: 74)

Katalog 2: Gesellschaft																		
Bz	Kategorie	ID	Einheit	Methode <i>nach Studer</i>	Quelle	Ebene		Gewicht	Skala Stuber	Klassifizierung					Durschnitt			
						LTR	Gm			1	2	3	4	5	CH	Kt. BE	Pilot	
G1	Wohnen	11	%	GIS-Berechn. + Excel-Stat.	BFS --> Arealstatistik	x		0.07	0.20	-10.9	11-21.3	21.4-29.6	29.7-42.9	43-	41.2	37.1	34.4	
		12	Anz. + Pkt.	Feldarbeit	eigene Erhebung	x		0.07		-5 bis 5	-5 bis -4	-3 bis -2	-1 bis 1	2-3	4-5			
		13	%	GIS-Berechn. + Excel-Stat.	BFS --> Arealstatistik	x		0.07			-0.8	0.9-1.4	1.5-2.0	2.0-3.3	3.3-	8.9	2.3	1.7
G2	Freizeit / Konsum	14	Anz.	Zählen	Gemeinden		x	0.10	0.20	-10	10-20	20-50	50-100	100-			36	
		15	Anz.	Feldarbeit	eigene Erhebung	x		0.10			-2	3-10	11-30	31-100	100-			15.5
G3	Kulturgeschichte	16	Anz. + Pkt.	Feldarbeit	eigene Erhebung	x		0.10	0.20	0-6	0-1	2	3	4	5-6			
		17	Anz.	Zählen	Kt. Bern --> Geoportal	x		0.10			0-8	0	1-2	3-4	5-6	7-8		
G4	Partizipation	18	%	Excel-Statistik	Swissvotes		x	0.20	0.20	-27.2	27.3-30.6	30.7-33.7	33.7-38.9	39.0-			31.7	29.3
G5	Mobilität	19	Pkt.	Zählen	Kt. Bern --> Geoportal	x		0.10	0.20	- / F	E	D	C	A / B				
		20	Pkt.	GIS-Berechnung	Swisstopo	x		0.10			-0.52	0.53-1.45	1.46-1.97	1.98-2.30	2.31-			1.82
						8	2	1.00	1.00									

Legende: Der Ausschnitt nimmt Bezug auf den 1. Teil desselben Katalogs, dargestellt in Tabelle 13 mit Angaben zu Kategorien, Kriterien und Indikatoren. Die IDs („ID“ = Identifikationsnummer der Indikatoren, aus engl. *identity digit*) stellen hierbei das Verbindungsglied dar.

**Tabelle 5** Untersuchungskatalog der ökonomischen Dimension (aus Studer 2010: 68)

Katalog 3: Wirtschaft					
Bz	Kategorie	Nr	Kriterium	ID	Indikator
W1	Landwirtschaft	W1.1	Landwirtschaftsfläche	21	Flächenanteil
		W1.2	Wirtschaftsstruktur	22	Anteil Beschäftigte in Landwirtschaft
W2	Sport- und Tourismus	W2.1	Übernachtungen	23	Logiernächte in der Hotellerie / Jahr (2005-2009)
		W2.2	Winterinfrastruktur	24	Transportleistung = Transportvermögen (P/h) x Höhendifferenz (m)
		W2.3	Sommerinfrastruktur	25	Wanderwegstrecken / Fläche
		W2.4	Weitere Infrastrukturen	26	z.B. Rodelbahn, Seilpark, Velorouten, Kanustrecken etc. vorhanden --> j/n
W3	Industrie	W3.1	Industrieinfrastruktur	27	Flächenanteil Industrieareal (Gebäude und Umschwung) / Siedlungsfläche
		W3.2	Rohstoffgewinnung, Deponie	28	Flächenanteil Abbau und Deponie
W4	Energie	W4	Energieinfrastruktur	29	Energieerzeugung, -transport und -nutzung etc. vorhanden --> j/n
W5	Verkehr	W5	Verkehrsinfrastruktur	30	Flächenanteil Verkehr (Bahn, Strasse, Flugplatz)

Legende: „Bz“ = Bezeichnung für Kategorien, „Nr“ = Nummer der Kriterien mit Bezug zu Kategorien, „ID“ = Identifikationsnummer der Indikatoren (aus engl. *identity digit*)

**Tabelle 6** Klassifizierungskatalog der ökonomischen Dimension (aus Studer 2010: 74)

Katalog 3: Wirtschaft																	
Bz	Kategorie	ID	Einheit	Methode nach Studer	Quelle	Ebene		Gewicht	Skala Stuber	Klassifizierung					Durschnitte		
						LTR	Gm			1	2	3	4	5	CH	Kt. BE	Pilot
W1	Landwirtschaft	21	%	GIS-Berechn. + Excel-Stat.	BFS --> Arealstatistik	x		0.10	0.20	-15.0	15.1-25.4	25.5-34.0	34.1-41.0	41.1	48.8	25.4	27.7
		22	%	Excel-Statistik	BFS --> Betriebszähl.		x	0.10		-3.6	3.7-10.9	11-23.3	23.4-43.3	43.3-	16.3	24.6	21.9
W2	Sport- und Tourismus	23	Anz.	Excel-Statistik	BFS --> HESTA		x	0.05	0.20	-464.0	465-1579	1580-4640	4641-15586	15587-	2647		
		24	Pm/h	Zählen	ARE --> TTA	x		0.05		-440.0	441-700	701-1000	1001-2000	2001-		1350	
		25	km/km <sup>2</sup>	GIS-Berechnung	BAFU	x		0.05		-1.11	1.12-1.77	1.78-2.25	2.26-3.59	3.6-		2.05	2.4
		26	Anz.	Zählen	Internet --> Tourismusorg.	x		0.05		0	1-2	3-4	5-6	7-			2.3
W3	Industrie	27	%	GIS-Berechn. + Excel-Stat.	BFS --> Arealstatistik	x		0.10	0.20	-1.0	1.1-3.0	3.1-6.0	6.1-11.0	11.1-	7.2	4.1	3.2
		28	%	GIS-Berechn. + Excel-Stat.	BFS --> Arealstatistik	x		0.10		-0.03	0.04-0.06	0.07-0.15	0.16-0.30	0.31-	0.25	0.07	0.02
W4	Energie	29	Pkt.	Feldarbeit	x eigene Erhebung	x		0.20	0.20	-1 bis -12	0 bis -1	-2 bis -3	-4 bis -5	-6 bis -8	-9 bis -12		
W5	Verkehr	30	%	GIS-Berechn. + Excel-Stat.	BFS --> Arealstatistik	x		0.20	0.20	-0.2	0.3-0.6	0.7-1.0	1.1-1.3	1.4-	2.9	0.9	0.7
						8	2	1.00	1.00								

Legende: Der Ausschnitt nimmt Bezug auf den 1. Teil desselben Katalogs, dargestellt in Tabelle 14 mit Angaben zu Kategorien, Kriterien und Indikatoren. Die IDs („ID“ = Identifikationsnummer der Indikatoren, aus engl. *identity digit*) stellen hierbei das Verbindungsglied dar.

# Beurteilung von Gewässerräumen

**Tabelle 7** Kriterienkatalog zur ökologischen Beurteilung von Gewässerräumen (aus Baumgartner 2010: 133-135)

## Katalog 1: Ökologie

Bst.	Kategorie	Nr.	Kriterium	Parameter	Zahlenwert <i>(jeweils der höchste Zahlenwert, der ein Kriterium erreicht, zählt)</i>	Daten	
A	Besonders geschützte Objekte	A1	Auen und Gletschervorfelder von nationaler Bedeutung	vorhanden	5	Inventare Bafu	
		A2	Flachmoore von nationaler Bedeutung	vorhanden		Inventare Bafu	
		A3	Hochmoore von nationaler Bedeutung	vorhanden		Inventare Bafu	
		A4	Moorlandschaften von nationaler Bedeutung	vorhanden		Inventare Bafu	
		A5	Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung	vorhanden		Inventare Bafu	
		A6	Wasser- und Zugvoglereservate von nationaler Bedeutung	vorhanden		Inventare Bafu	
		A7	Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung	vorhanden		Inventare Bafu	
		A8	Eidgenössische Jagdbanngebiete	vorhanden		Inventare Bafu	
		A9	Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN)	vorhanden		Inventare Bafu	
		A10	Schutzzonen-Fassungsbereich (Zone S1) oder Engere Schutzzone (Zone S2)	vorhanden		GS25	
		A11	Bestehender und geplante Nationalpärke	vorhanden		Inventare Bafu	
		A12	Naturschutzgebiete des Kantons Bern	vorhanden		NSG Kt. BE	
		A13	Rote Liste Art der Kategorie CR (vom aussterben bedroht)	vorhanden		KARCH	
<b>Unterklasse der Kategorie A (max. erreichter Zahlenwert)</b>							
B	Lebensräume, Fische und weitere Rote Liste Arten	B1	Element der Vernetzung: Fliessgewässer/Seen oder Feuchtgebiete gemäss: REN	Kerngebiet	5	REN BAFU	
				Ausbreitungsgebiet	4		
				ökologischer Korridor	3		
				kein Vernetzungselement vorhanden	1		
		B2	Inventar des Kantons Bern (Waldnaturschutzinventare, Trockenstandorte oder Feuchtgebiete)	vorhanden	5	Wini Kt. BE	
				kein kantonales Inventar vorhanden	1		
		B3	Artenreichtum: Vaskuläre Pflanzen (modelliert) (Arten/km <sup>2</sup> )	blau	5	BDM	
				grün und blau, wobei blau > 50%			
				grün und blau, wobei grün > 50%			4
				grün			
				gelb und grün, wobei grün > 50%			3
				gelb und grün, wobei gelb > 50%			
				gelb			2
				gelb und orange, wobei orange > 50% oder gelb und orange, wobei gelb > 50%			
				rot und gelb, wobei gelb > 50% oder orange			
				rot oder rot und gelb, wobei rot > 50%			1
		rot und grün= gelb, dann Beurteilung wie bei gelb	2				
		rot, gelb und grün (rot + grün = gelb), dann Beurteilung wie bei gelb, bei weiteren Farbkombinationen analoges Vorgehen	2				
		B4	Fische, Krebse, Amphibien, Reptilien, Mollusken, Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen, Libellen, Heuschrecken, Säugetiere (Biber, Spitzmäuse, Iltis) und Brutplätze von Wasservögeln	eine Art der Kategorie EN oder zwei Arten mit mindestens einer Kategorie VU	5	KARCH und Vogelwarte Sempbach	
Eine Art der Kategorie VU oder zwei Arten mit mindestens einer Kategorie NT	4						
eine Art der Kategorie NT	3						
<b>Unterklasse der Kategorie B (Mittelwert der Kriterien)</b>							

Bst.	Kategorie	Nr.	Kriterium	Parameter	Zahlenwert	Daten	
C	Hydrologie	C1	bestehende anthropogene Veränderungen in der Hydrologie durch Wasserkraftnutzung	Speicherkraftwerk im Oberlauf des Gewässers vorhanden	1	LK25 und Restwasserkarte	
				Kein Speicherkraftwerk, dafür 1 Flusswasserkraftwerk im Oberlauf des Gewässers vorhanden (gestörte Dynamik und Restwasserstrecken)	2		
				Kein Speicherkraftwerk, dafür $\geq 2$ Flusswasserkraftwerke im Oberlauf des Gewässers vorhanden (gestörte Dynamik und Restwasserstrecken)	1		
				Keine Veränderungen durch Wasserkraftnutzung im Hauptgerinne vorhanden	5		
<b>Unterklasse der Kategorie C</b>							
D	Gewässermorphologie und Gewässertyp	D1	Einzigartigkeit eines Gewässers	Verzweigter Hochgebirgs-/Gebirgsbach	5	Checkliste Tirol 2006, Feldarbeit	
				Mäandrierender Hochgebirgs-/Gebirgsbach			
				Gestreckter Hochgebirgsfluss			
				Verzweigter Gebirgsfluss			
				Pendelnder Gebirgsfluss			
				Mäandrierender Gebirgsfluss			
				Seeausfluss			
				Moorbach			
				Kalktuffbach			
				Grundwassergespeister Bach			
				Versickerungsstrecken			
				Wasserfall			
				Rieselfluren			
		Gletscherbach					
		Quellbäche					
		D2	Natürlichkeitsgrad der Ökomorphologie	blau	5	Ökomorphologie Kt. BE	
				grün und blau, wobei blau > 50%			
				grün und blau, wobei grün > 50%			4
				grün			
				gelb und grün, wobei grün > 50%			3
				gelb und grün, wobei gelb > 50%			
				gelb			2
				rot und gelb, wobei gelb > 50%			1
		rot und gelb, wobei rot > 50%					
D3	Künstliche Abstürze und Sohlrampen	keine Abstürze und Sohlrampen von über 40cm Höhe im Unterlauf des Hauptgerinnes vorhanden	5	Ökomorphologie Kt. BE			
		ein Absturz oder eine Sohlrampe von über 40cm Höhe im Unterlauf des Hauptgerinnes vorhanden	4				
		2 Abstürze, Sohlrampen von über 40cm Höhe im Unterlauf des Hauptgerinnes vorhanden	3				
		3 Abstürze, Sohlrampen von über 40 cm Höhe im Unterlauf des Hauptgerinnes vorhanden	2				
		$\geq 4$ Abstürze, Sohlrampen von über 40 cm Höhe im Unterlauf des Hauptgerinnes vorhanden	1				
		D4	Raumbedarf rechts		grün	5	Ökomorphologie Kt. BE
gelb und grün	4						
gelb	3						
rot und gelb	2						
rot	4						
rot und grün= gelb, dann Beurteilung wie bei gelb und grün	4						
rot, gelb und grün (rot + grün = gelb), dann Beurteilung wie bei gelb	3						

Bst.	Kategorie	Nr.	Kriterium	Parameter	Zahlenwert	Daten
D	Gewässermorphologie und Gewässertyp	D5	Raumbedarf links	grün	5	Ökomorphologie Kt. BE
				gelb und grün	4	
				gelb	3	
				rot und gelb	2	
				rot	1	
				rot und grün= gelb, dann Beurteilung wie bei gelb und grün	4	
				rot, gelb und grün (rot + grün = gelb), dann Beurteilung wie bei gelb	3	
		D6	Natürlichkeit des Geschiebehaushaltes	natürlicher Geschiebehaushalt	5	Ökomorphologie Kt. BE
				kaum beeinträchtigt (höchstens eine Störung im Oberlauf)	4	
				wenig beeinträchtigt (2 bis 4 Störungen im Oberlauf)	3	
				beeinträchtigt (zwischen 5 bis 7 Störungen im Oberlauf)	2	
				stark beeinträchtigt (>8 Störungen im Oberlauf)	1	
<b>Unterkategorie der Kategorie D (Mittelwert der Kriterien)</b>						
Bst.	Kategorie	Nr.	Kriterium	Parameter	Zahlenwert	Daten
E	Wasserqualität	E1	Verdünnungsverhältnisse bei ARA-Einleitungen	< 25%	5	ARA BAFU
				25 -50%	3	
				> 50%	1	
		E2	Biologische Gewässergüte (Gewässergüte mittels Kieselalgen)	Zustand sehr gut	5	Kt. BE
				Zustand gut bis sehr gut	4	
				Zustand mässig	3	
				Zustand unbefriedigend	2	
				Zustand schlecht	1	
				Keine Aussage möglich		
		E3	Orthophosphat PO4-P: [mgP/l]	≤ 0.03	5	HADES Tafel 7.2
				0.031 – 0.06	4	
				0.061 – 0.1	3	
				> 0.1	1	
		E4	Ammonium NH4-N: [mgN/l]	≤ 0.04	5	
				0.041 – 0.1	4	
				0.11 – 0.4	3	
				> 0.4	1	
		E5	Nitrat NO3-N: [mgC/l]	≤ 1.0	5	
				1.01 – 2.5	4	
				2.51 – 5.0	3	
				> 5.0	1	
		E6	Gelöster organischer Kohlenstoff DOC: [mgC/l]	≤ 1.3	5	
1.31 – 2.0	4					
2.01 – 3.5	3					
> 3.5	1					
Keine Aussage möglich						
<b>Unterkategorie der Kategorie D (Mittelwert der Kriterien)</b>						
<b>Gesamtbewertung der Ökologie gemäss Entscheidungsbaum</b>						

**Tabelle 8** Kriterienkatalog zur soziokulturellen Beurteilung von Gewässerräumen (aus Baumgartner 2010: 136-138)

Katalog 2: Gesellschaft

Bst.	Kategorie	Nr.	Kriterium	Parameter	Zahlenwert	Daten
A	Zugänglichkeit	A1	Zugänglichkeit zu Fuss	Der gesamte Gewässerraum ist zu Fuss gefahrlos zugänglich	5	Feldbegehung
				Mind. 1/2 des Gewässerraumes ist zu Fuss gefahrlos zugänglich	3	
				Weniger als 1/2 des Gewässerraumes ist zu Fuss gefahrlos zugänglich	1	
<b>Unterklasse der Kategorie A</b>						
B	Erreichbarkeit	B1	Erreichbarkeit mit ÖV	Ab ÖV Haltestelle innerhalb von ca. 10 Minuten zu Fuss (bis zur Grenze des Gewässerraumes)	5	Feldbegehung
				Ab ÖV Haltestelle innerhalb von ca. 15 bis 30 Minuten zu Fuss (bis zur Grenze des Gewässerraumes)	3	
				Ab ÖV Haltestelle mehr als 30 Minuten zu Fuss (bis zur Grenze des GR)	1	
		B2	Erreichbarkeit mit MIV	Ab Parkplatz innerhalb von ca. 10 Minuten zu Fuss (bis zur Grenze des GR)	5	
				Ab Parkplatz innerhalb von ca. 15 bis 30 Minuten zu Fuss (bis zur Grenze des GR)	3	
				Ab Parkplatz mehr als 30 Minuten zu Fuss	1	
<b>Unterklasse der Kategorie B (Mittelwert der Kriterien)</b>						
C	Gesundheit (Erlebnischarakter des Gewässerraumes)	C1	Stimmung	Einladend (viel Grün, abwechslungsreiche Ufervegetation, keine/kaum störende Elemente, flaches Gefälle, man möchte im Raum verweilen) (+)	positive Aspekte überwiegen: Zahlenwert 5, gleich viele positive wie negative Aspekte: Zahlenwert 3, negative Aspekte überwiegen: Zahlenwert 1	Kriterien aus dem Leitfaden Landschaftsästhetik entnommen, Feldbegehung
				Abweisend (stark eingeeengtes Gerinne, Grösse des Sediments lässt einen grösseren Abfluss erwarten als vorhanden ist (=künstlich veränderte Hydrologie), angehende Verklausungen) (-)		
				Friedlich (Kiesbänke, viele Kleinstrukturen, neben schneller fließendem Wasser auch Tümpel in welchen das Wasser steht) (+)		
				Schroff (Viele künstliche Abstürze, viel Seitenerosion, Eintiefung des Gerinnes, relativ steiles Gerinne) (-)		
				Sanft (ruhig fließendes Wasser, flache Böschung, runde Formen überwiegen, keine künstlichen Abstürze, keine Verbauungen oder durch Vegetation verborgen) (+)		
				Feindlich (stark verbaute Ufer/Gerinnesohele, Stromleitungen, Felswände) (-)		
				abenteuerlich/geheimnisvoll (z.B. viele strukturbildende Elemente, relativ steiles Gerinne) (+)		
				Langeweile (wenig strukturbildende Elemente, künstlich gestaltete Ufer, wenig oder einheitliche Ufervegetation) (-)		
<b>Zwischentotal</b>						

Bst.	Kategorie	Nr.	Kriterium	Parameter	Zahlenwert	Daten			
C	Gesundheit (Erlebnischarakter des Gewässerraumes)	C2	Vielfalt bzw. Einheit der prägenden Strukturen	Vielfältig (viele strukturbildende Elemente im Gerinne, abwechslungsreiche Ufervegetation, langsam und schnell fließendes Wasser auf engem Raum) (+)	5	Feldbegehung			
				Homogen (kaum strukturbildende Elemente im Gerinne, monotones Fließen, einseitige, künstliche Gestaltung der Ufer) (-)	1				
		Zwischentotal							
		C3	Geräusch- und Klangkulisse			sprudelndes/plätscherndes Wasser (+)	positive Aspekte überwiegen: Zahlenwert 5, gleich viele positive wie negative Aspekte	Feldbegehung	
						Ruhe oder Vogelgezwitscher (+)			
						Verkehrslärm (Auto/Zug/Flugzeuge) (-)			Zahlenwert 3, negative Aspekte überwiegen:
						Industrielärm (-)			Zahlenwert 1
		Zwischentotal							
		C4	Gerüche			würzig, erdig (Waldgeruch, Geruch von Kräutern und Blättern) (+)	positive Aspekte überwiegen: Zahlenwert 5, gleich viele positive wie negative Aspekte	Feldbegehung	
						Frisch (Brise, keine störende Gerüche) (+)			Zahlenwert 3, negative Aspekte überwiegen: Zahlenwert 1
						blumig (durch blühende Blumen z.B. Heckenrosen) (+)			
						modrig (durch verrottendes organisches Material im Gerinne oder im Uferbereich)(-)			
						Abgase (aus Verbrennungsmotoren) (-)			
		Abluft (z.B. aus Ara) (-)							
		Zwischentotal							
C5	Besonders auffällige Umgebung			sprudelndes Wasser (+)	positive Aspekte überwiegen: Zahlenwert 5, gleich viele positive wie negative Aspekte Zahlenwert 3, negative Aspekte überwiegen: Zahlenwert 1	Feldbegehung			
				gestautes Wasser, oder künstlich reduzierter Abfluss (-)					
				vielseitige Vegetation im Uferbereich (+)					
				kahle unbewachsene Ufer, anthropogene Nutzung reicht bis in den Gewässerraum hinein					
				das Gewässer hat relativ viel Raum (+)					
				das Gewässer ist stark eingeeengt (+)					
				viele natürliche strukturbildende Elemente im Gerinne (+)					
				monotones Gerinne ohne strukturbildende Elemente (-)					
<b>Unterklasse der Kategorie C (Mittelwert der Kriterien)</b>									
D	Sicherheit (vor Hochwasser)	D1	Flutzone (bei 500 jährlichem Ereignis)	keine Flutzone vorhanden	5	Aquaprotect BAFU			
				Flutzone beschränkt im Gewässerraum vorhanden (<¼ der Fläche des GR)	3				
				Flutzone zu einem grossen Teil vorhanden (> ½ der Fläche des GR).	1				
		D2	Schwall- Strecken (natürliche oder durch Wasserkraftwerke)	Keine Schwall-Strecke vorhanden	5	Feldbegehung (z.B. Warntafeln)			
Schwall-Strecke vorhanden: Aufenthalt im Gerinne auf eigene Gefahr	1								

Bst.	Kategorie	Nr.	Kriterium	Parameter	Zahlenwert	Daten
E	Freizeit	E1	markierte Wanderwege	zu einem grossen Teil vorhanden (in mehr als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf mindestens einer Uferseite)	5	Wanderkarte Kt. BE
				beschränkt im Gewässerraum vorhanden (auf weniger als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf einer Uferseite)	3	
				nicht vorhanden	1	
		E2	Themenwege (z.B. Bahn und Gewässer)	zu einem grossen Teil vorhanden (in mehr als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf mindestens einer Uferseite)	5	Feldbegehung
				beschränkt im Gewässerraum vorhanden (auf weniger als 1/4 der Länge des Gewässerraumes)	3	
				nicht vorhanden	1	
		E3	Vitaparcour oder Walkingtrail	zu einem grossen Teil vorhanden (in mehr als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf mindestens einer Uferseite)	5	Feldbegehung
				beschränkt im Gewässerraum vorhanden (auf weniger als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf einer Uferseite)	3	
				nicht vorhanden	1	
		E4	markierte Velorouten	zu einem grossen Teil vorhanden (in mehr als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf mindestens einer Uferseite)	5	Velorouten Kt. BE
				beschränkt im Gewässerraum vorhanden (auf weniger als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf einer Uferseite)	3	
				nicht vorhanden	1	
		E5	Riverrafting/Kanu/Kajak	zu einem grossen Teil vorhanden	5	kanuland.ch; rivermap.ch
				nicht vorhanden	1	
		E6	markierte Reitwege	zu einem grossen Teil vorhanden (in mehr als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf mindestens einer Uferseite)	5	Feldbegehung
				beschränkt im Gewässerraum vorhanden (auf weniger als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf einer Uferseite)	3	
				nicht vorhanden	1	
		E7	Pic-nic Plätze/ "Grillplätze" oder Sitzgelegenheiten (Bänke, Blöcke am Gerinne)	vorhanden	5	Feldbegehung
				nicht vorhanden	1	

Unterklasse der Kategorie E (Mittelwert der Kriterien)

Gesamtbewertung des Soziokulturellen gemäss Entscheidungsbaum

**Tabelle 9** Kriterienkatalog zur ökonomischen Beurteilung von Gewässerräumen (aus Baumgartner 2010: 139-140)

**Katalog 3: Wirtschaft**

Bst.	Kategorie	Nr.	Kriterium	Parameter	Zahlenwert	Daten
A	1. Sektor	A1	Infrastruktur für die Landwirtschaft	Bauernhaus vorhanden	5	LK25 und Feldbegehung
				Scheune oder Stall vorhanden	3	
				keine landwirtschaftliche Infrastruktur vorhanden	1	
		A2	Landwirtschaftsflächen	Im GR zu einem grossen Teil vorhanden (>40% der Fläche des GR)	5	ASTAT
				Im GR zu einem mittleren Anteil vorhanden (>10%<40% der Fläche des GR)	3	
				Im GR zu einem kleinen Teil vorhanden (<10% der Fläche)	2	
				nicht vorhanden	1	
		A3	Bestockte Flächen	Im GR zu einem grossen Teil vorhanden (>40% der Fläche des GR)	5	ASTAT
				Im GR zu einem mittleren Anteil vorhanden (>10%<40% der Fläche des GR)	3	
				Im GR zu einem kleinen Teil vorhanden (<10% der Fläche)	2	
				nicht vorhanden	1	
		A4	Fischzucht	vorhanden	5	Feldbegehung
				nicht vorhanden	1	
		A5	Fang Bachforellen (Daten aus der Saison 2007/08)	> 200 Stücke	5	FISTA Bafu 2007/08
				100 bis 200 Stücke	3	
			1 bis 100 Stücke	1		
<b>Unterklasse der Kategorie A (Mittelwert der Kriterien)</b>						
B	2. Sektor	B1	Gewerbe/Industrie, Elektrizitätswerke	>=1 Klein Unternehmen (>10 < 50 Angestellte und Umsatz >3 ≤ 15 Mio sFr)	5	LK25, Branchenverzeichnisse, Feldbegehung
				>=5 Kleinstunternehmen (< 10 Angestellte und Umsatz ≤ 3 Mio sFr)	5	
				2 bis 3 Kleinstunternehmen (< 10 Angestellte und Umsatz ≤ 3 Mio sFr)	4	
				1 Kleinstunternehmen (< 10 Angestellte und Umsatz ≤ 3 Mio sFr)	3	
				keine gewerbliche/ industrielle Einrichtung vorhanden	1	
<b>Unterklasse der Kategorie B (Mittelwert der Kriterien)</b>						
C	Tourismus	C1	Übernachtungsmöglichkeit (Hotel, Herberge, Camping)	vorhanden	5	Feldbegehung
				nicht vorhanden	1	
		C2	Restaurant, Kaffee, Bar	vorhanden	5	
				nicht vorhanden	1	
		C3	Bergbahnstation	vorhanden	5	
nicht vorhanden	1					
<b>Unterklasse der Kategorie C (Mittelwert der Kriterien)</b>						
D	Wohnen	D1	Wohnfläche	Mehrere Wohnhäuser mit durchschnittlichem Abstand < 100 Meter	5	LK 25 oder Google Earth
				Mehrere Wohnhäuser mit durchschnittlichem Abstand < 100 bis 500 Meter	3	
				Mehrere Wohnhäuser mit durchschnittlichem Abstand > 500 Meter	1	
<b>Unterklasse der Kategorie D</b>						

Bst.	Kategorie	Nr.	Kriterium	Parameter	Zahlenwert	Daten	
E	Strassen, Schienen und Parkplätze	E1	1. /2. Klasse Strasse	ist zu einem grossen Teil vorhanden (in mehr als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf mindestens einer Uferseite)	5	LK25	
				ist beschränkt vorhanden (in weniger als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf mindestens einer Uferseite)	3		
			3. Klasse Strasse/4. Klasse Fahrweg oder Quartierstrasse	ist zu einem grossen Teil vorhanden (in mehr als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf mindestens einer Uferseite)	4		
				ist beschränkt im Gewässerraum vorhanden (in weniger als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf einer Uferseite)	2		
			Keine Strassen vorhanden		1		
		E2	Bahngleise von ÖV	zu einem grossen Teil vorhanden (in mehr als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf mindestens einer Uferseite)	5		
				beschränkt im Gewässerraum vorhanden (in weniger als 1/2 der Länge des Gewässerraumes auf einer Uferseite)	3		
				nicht vorhanden	1		
		E3	Parkplätze oder Parkhaus für mind. 100 Autos	vorhanden	5		Google Earth und Feldbegehung
				nicht vorhanden	1		
Unterklasse der Kategorie E (Mittelwert der Kriterien)							
Gesamtbewertung der Ökonomie gemäss Entscheidungsbaum							

Oeschger Centre, Erlachstrasse 9a, CH-3012 Bern

## PROTOKOLL

### Dritte Sitzung der Begleitgruppe „Erhebung des Kleinwasserkraftpotentials der Schweiz“

Datum / Zeit: Mittwoch, 16. November 2010 / 14:15 – 16:00  
Ort / Raum: CDE, Hallerstrasse 10, 3012 Bern / Seminarraum, Zimmer 310  
Sitzungsleiter: Prof. Dr. Rolf Weingartner, Gruppe für Hydrologie, GIUB

---

Anwesend: Thomas Ammann (TA), Raumplaner FSU/SIA  
Iris Baumgartner (IB), Gruppe für Hydrologie, GIUB  
Michael Casanova (MC), Pro Natura  
Heinz Habegger (HH), Amt für Wasser & Abfall des Kantons Bern  
Roman Hapka, Stiftung Landschaftsschutz Schweiz  
Carol Hemund (CH), Gruppe für Hydrologie, GIUB  
Joëlle Hirschi (JH), Gruppe für Hydrologie, GIUB  
Klaus Jorde, Entec AG  
Daniel Klooz (DK), Amt für Umweltkoordination & Energie des Kantons Bern  
Guntram Knauer (GK), Planungsamt der Stadt Thun  
Bruno Schädler (BS), Gruppe für Hydrologie, GIUB  
Andreas Stettler (AS), BKW FMB Energie AG  
Rolf Weingartner (RW), Gruppe für Hydrologie, GIUB

Entschuldigt: Armin Peter (AP), Eawag  
Daniel Studer (DS), Gruppe für Hydrologie, GIUB

Daniel Studer hat seine Masterarbeit abgeschlossen und arbeitet jetzt beim Bafu. Iris Baumgartner hat ihre Arbeit auch abgeschlossen, nimmt aber weiterhin an den Sitzungen teil.

## Traktanden

1. Begrüssung (RW)
2. Projektübersicht
3. Rückblick Sitzung III (CH)
4. Stand der Arbeit (CH)
5. Ergebnisse (CH)
  - a. Ergebnisse Pilotregion 1 (Lütschine)
  - b. Erfahrungen bei der Umsetzung in Pilotregion 2 Emme
  - c. Folgerungen
6. Anpassungen Methode (CH)
7. Zusammenfassung und Konsequenzen für das weitere Vorgehen (CH)
8. Fragen und Diskussion (alle)
9. Varia

## Abkürzungen

GIUB:	Geographisches Institut, Universität Bern
GR:	Gewässerraum
KWK:	Kleinwasserkraft
LTR:	Landschaftsteilraum

---

### 1. Begrüssung

RW begrüsst die Teilnehmer und deutet auf die Wichtigkeit der heutigen Sitzung hin. Die Sitzung ist wichtig, weil sich das Projekt an einem Punkt befindet, wo eine Lenkung nötig ist.

### 2. Projektübersicht

### 3. Rückblick Sitzung III (CH)

### 4. Stand der Arbeit (CH)

### 5. Ergebnisse (CH)

RW bezieht sich auf die Aussage von CH, wo die Grenze einer neutralen Auslegung zu einer eindeutigen Empfehlung liegt. Dabei möchte er von den Teilnehmern wissen, wo für sie die Wissenschaft aufhört und Politik beginnt. DK findet den Nutzungsentscheid einen politischen Entscheid. Meist wird die Verantwortungsübernahme an die Verwaltungen zurückdelegiert. Die Wissenschaft soll also den Verwaltungen die Entscheidungsgrundlage liefern. Die Wasserstrategie des Kantons Bern ist eine politisch beeinflusste Entscheidungsgrundlage. ~~GK möchte, dass die GR nach ihrer Qualität priorisiert werden mittels Reihenfolgen/Prioritätenlisten.~~ Ausserdem sollte sich das Projekt tiefgründig mit den Abwägungsräumen auseinandersetzen. RW und DK finden, dass bei den Abwägungsräumen die Politik selber entscheiden muss je nachdem welche Wasserkraftausschöpfung sie verfolgen. Nach AS ist auch die Gewichtung politisch. RW deutet darauf hin, dass je nach Energieziel die durch CH zu entwickelnden Szenarien als Entscheidungsgrundlage dienen werden (Transformationswissen).

RH möchte wissen wie viele Strecken zur Nutzung empfohlen werden (go-Strecken). Diese Frage kann jedoch noch nicht beantwortet werden.

#### a. Ergebnisse Pilotregion 1 (Lütschine)

#### b. Erfahrungen bei der Umsetzung in Pilotregion 2 Emme

#### c. Folgerungen

## **6. Anpassungen Methode (CH)**

## **7. Zusammenfassung und Konsequenzen für das weitere Vorgehen (CH)**

## **8. Fragen und Diskussion (alle)**

Verständnisfragen:

HH möchte wissen weshalb Gebiete mit bestehender Wasserkraftnutzung anders behandelt werden sollten. Diese sollen genau gleich wie alle anderen GR beurteilt werden. Es ist daran zu denken, dass jede Nutzung mit Konzessionen begrenzt ist. CH bestätigt, dass auch GR mit bestehender Nutzung auf alle Kriterien untersucht werden. Mit den Wasserkraftregionen geht es darum, die Bedeutung der Nutzung hervorzuheben. In einer Wasserkraftregion würde ein GR eher zur Nutzung freigegeben.

KJ möchte wissen wie die Gemeindetypen und die Wasserkraftregionen die Beurteilung beeinflussen. Die Kriterien würden keine zusätzlichen Informationen geben und folglich nichts an der Empfehlung ändern. RW betont, dass der GR im Zentrum der Beurteilung steht. Der GR ist aber vom Umfeld nie losgelöst. Im Umfeld soll es also keine neue Bewertung ergeben, sondern eine Feinjustierung der GR-Klasse. Das Umland führt zur Differenzierung. RH fehlt die natürliche Gemeinde unter den neun Gemeindetypen. Auf dieser Ebene werden aber keine ökologischen Aspekte mehr untersucht, sondern gesellschaftliche und wirtschaftliche. Die Gemeindetypen bilden einen Summenparameter aus den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Kriterien von DS. Die ökologischen Kriterien werden nur im GR erhoben. RW weist darauf hin, dass die Gemeindeebene immer eine räumliche Unschärfe bedeutet. Sie dient als Nachjustierung. TA findet die Beurteilung mittels Gemeindetypen eine sehr gute Idee.

Diskussion:

AS findet, dass das Theoretische Potential zu wenig aussagt. Dies sollte mit der Zugänglichkeit des Gewässerabschnitts sowie mit wirtschaftlichen Aspekten ergänzt werden. KJ weist darauf hin, dass dies nicht Bestandteil dieses Projekts ist. Eine solche Berechnung wird sehr schwierig sobald nicht nur physikalische Aspekte einfließen.

TA stellt sich vor, dass viele Strecken nur teilweise genutzt werden könnten. So könnte beispielsweise bei Schneeschmelze der zusätzliche Abfluss genutzt werden. Oder eine kleinere Nutzung des Tagesabflusses, dafür eine stärkere Nutzung des Abflusses in der Nacht falls ein Gewässer beispielsweise aus gesellschaftlichen Gründen (Bsp. Wassersport) geschützt werden sollte. Es sollte also auch ein Mittelweg zwischen Schutz und Nutzen möglich sein. In Kanada gibt es da bereits gute Erfahrungen. DK findet, dass man die Politik damit inspirieren könnte. Ausserdem sollte es bei grösseren Abflüssen eine grössere Toleranz der Nutzung geben.

Protokoll: 16. November 2010, JH u. CH

# Datenmodell GIUB

## 1 Auszug aus „Beschlussprotokoll Besprechung Datenaustausch“ (vom 12.05.2009)

### 1 Datenaustausch WGW ↔ GIUB

#### 1.3 Datenbasis

GIUB:

- > flächenbasiert
- > lückenfrei, nicht überlagernd

#### 1.4 Datenaustausch WGW -> GIUB

WGW liefert die Daten pro Punkt als Tabelle in einer *ESRI Personal Geodatabase* (PGDB). Die Daten können als XY-Event oder als Route-Event dargestellt werden. Die Punkte sind über das Attribut *PK* (Typ: *varchar2(50)*) eindeutig identifiziert.

#### 1.5 Datenaustausch GIUB -> WGW

GIUB liefert die Resultate ebenfalls in **Form von PGDB** an WGW als **Punktdateien**. Die Resultate werden analog zu 1.4 in eigenen Entitäten in das bestehende Datenmodell von WGW integriert. Dies erlaubt eine einfache Erweiterung des bestehenden Modells, ohne bestehende Entitäten anzupassen.

Die Struktur der Entitäten muss zu gegebenen Zeitpunkt vom GIUB definiert und an WGW weitergegeben werden.

Als **Identifikator für die Verbindung** zwischen den Punkt- und Sachdaten wird der oben erwähnte Schlüssel (**PK** vom Typ *varchar2(50)*) verwendet.

#### 1.6 Daten der GIUB-Pilotregion Lüttschinen

Die vom GIUB gewünschten Daten werden bereitgestellt, sobald diese mit den schweizweiten Daten (siehe Kap. 1.1) berechnet wurden.

**Tabelle 1** Definition der Information pro Punkt

Attribut	Typ	Einheit	Beschreibung
PK	Text 50	-	Eindeutige Identifikation des Gewässerpunktes
GWLNR	Text 15	-	Eindeutige Nummer des Gewässers (Gewässerslaufnummer (GWLNR))
MEASURE	Double	Meter	Measure (Position) auf dem Gewässernetz GWN25
EASTING	Double	Meter	West-Ost Koordinate in LV03
NORTHING	Double	Meter	Süd-Nord Koordinate in LV03
RELEVANZ_LAENGE	Double	Meter	Länge des repräsentierten Gewässerabschnittes
THEORETISCHES_POTENTIAL	Double	kW	Theoretisches Potential
GENUTZT_POTENTIAL	Double	kW	Bereits genutztes Potential
EINFLUSS_NATIONAL	Double	kW	Potential durch nationale Einflussfaktoren beeinträchtigt
EINFLUSS_KANTONAL	Double	kW	Potential durch kantonale Einflussfaktoren beeinträchtigt
UNBEEINFLUSST_POTENTIAL	Double	kW	Unbeeinflusstes Potential

The screenshot shows the ArcMap interface with a map of a river network. The 'Layers' panel on the left lists several layers, including 'lu\_e\_gwn25\_n\_point' and 'lu\_e\_gwn25\_arc'. The 'Attributes of LU E Events' table is open at the bottom, displaying a list of records with columns for OBJECTID, GWLNR, MEASURE, LI, EASTING, NORTHING, RELEVANZ, L, THEORETISC, GENUTZT, PO, EINFLUSS, N, EINFLUSS, K, UNBEEINFLU, PK, and Shape. The table contains 20 records, with the first record selected.

OBJECTID	GWLNR	MEASURE	LI	EASTING	NORTHING	RELEVANZ	L	THEORETISC	GENUTZT	PO	EINFLUSS	N	EINFLUSS	K	UNBEEINFLU	PK	Shape
1	BE1310860000	750		635671.4688	158918.94979	50	4.85272	0	0	0	0	0	0	0	0	628E6CF6-3CD8-4E2A-891C-6C818F174C42	Point
2	BE1310860000	500		638411.72016	157561.76683	50	13.65669	0	0	0	0	0	0	0	0	14A165D0D-E0B9-4E81-8B58-BCD33CE19F04	Point
3	BE1310860000	50		636274.3552	158710.60174	25	0.23473	0	0	0	0	0	0	0	0	278A6879-810D-4C32-8E19-F182F94CC987	Point
4	BE1310860000	1150		635362.06998	158691.50601	50	4.58931	0	0	0	0	0	0	0	0	F48C167E-3DFF-497A-8169-00010138DC2A	Point
5	BE1308130000	500		650578.14814	163582.2841	50	3.34328	0	0	0	0	0	0	0	0	17B08BCD2-26E4-4233-9AB5-5FB3C896952D	Point
6	BE1310860000	1000		635478.88733	158779.99993	50	3.96651	0	0	0	0	0	0	0	0	7305B2D6-4FC1-460A-8C40-11FB03456E87	Point
7	BE1310860000	500		635591.10583	158997.66221	50	14.94095	0	0	0	0	0	0	0	0	B855B093-5A4A7-48ED-87C9-5FAC40F8042	Point
8	BE1308130000	350		650609.93414	163443.26297	25	0.65296	0	0	0	0	0	0	0	0	12D3A22F4-BA91-486A-BEEB-49FDF69FEDC1	Point
9	BE1310860000	600		638393.60848	157650.39617	50	3.39166	0	0	0	0	0	0	0	0	1A2DE702C-99F8-4E02-86FB-DC558B1E70E5	Point
10	BE1310860000	750		638427.88916	157787.1687	50	2.93884	0	0	0	0	0	0	0	0	1923E6CC-E114-4E00-AB24-1C120F265390	Point
11	BE1310860000	600		635808.4571	158943.21103	50	42.31837	0	0	0	0	0	0	0	0	5AB3AC4E-ABD3-491A-916D-FEDF20A05C9B	Point
12	BE1308130000	650		650622.35678	163713.11046	50	1.05972	0	0	0	0	0	0	0	0	1A4C984DC-1C51-4B04-8769-08740EF1FB84	Point
13	BE1310860000	1100		638503.89289	158103.55283	50	1.11052	0	0	0	0	0	0	0	0	18CEE1A28-5754-4CA1-B215-5BF2C2E1C052	Point
14	BE1310860000	450		638394.05491	157515.80456	50	9.02337	0	0	0	0	0	0	0	0	1DF6A4CA8-8623-45F8-A06A-DEDBCE3013D3	Point
15	BE1311570000	80		632588.40187	149896.75047	50	110.90243	0	0	0	0	0	0	0	0	1E9648050-6781-4F5A-B297-A1D3B92340F4	Point
16	BE1310860000	950		635526.46025	158794.33958	50	4.40261	0	0	0	0	0	0	0	0	458A0C09-7267-4136-8548-47CC4C0F6B17	Point
17	BE1310860000	450		635922.90028	158961.43783	50	4.25601	0	0	0	0	0	0	0	0	07F1195E8-E863-4C98-8F66-D42886805E22	Point
18	BE1308130000	450		636886.45415	164299.38859	50	0.97763	0	0	0	0	0	0	0	0	0AC7A94E8-E83F-461A-BE3E-979A11B09C77	Point
19	BE1310860000	300		636035.88725	158779.38758	50	1.36129	0	0	0	0	0	0	0	0	79288D81-3EE7-4588-9ECD-ABE57D0875E9	Point
20	BE1310860000	550		638416.41192	157608.55276	50	5.97213	0	0	0	0	0	0	0	0	17716E6D7-E49D-4428-B68A-D6A97E543F9	Point

## 2 Daten vorbereiten

### 2.1 Eigener Datenspeicherort erstellen

Innerhalb des GISproject Ordners : ..\..\GISproject\GIS...(Name)\...(ev. neuer Ordner)

→ z.B. D:\Carol\GISproject\GISCarol\hem

### 2.2 MS Excel

**lue\_rz.xls** (Excel Table)

1) Tabelle wie folgt erstellen:

NO	ECL	SOC	ECN	WFACTOR.LU
1	0,1,...4	0,1,...4	0,1,...4	0.9
2	0,1,...4	...		0.5
3	...			...
...				

→ **Tipp:** Spalte WFACTOR.LU > Punkt statt Komma verwenden

2) Zeile 1 markieren > rechte Maustaste > Zellen formatieren > Tab: Zahlen > Text

3) Alle übrigen Zellen markieren ausser Spalte WFACTOR.LU > rechte Maustaste > Zellen formatieren > Tab: Zahlen > Zahl > Dezimalstellen: 0

4) Zellen der Spalte WFACTOR.LU markieren > rechte Maustaste > Zellen formatieren > Tab: Zahlen > Zahl > Dezimalstellen: 1  
Datei > Speichern > in vorbereiteten Ordner (..\..\GISproject\GIS...(Name)\...(ev. neuer Ordner)) > Dateiname: lue\_rz > Dateityp: Microsoft Office Excel-Arbeitsmappe > Speichern

5) Datei > Speichern unter > in vorbereiteten Ordner (..\..\GISproject\GIS...(Name)\...(ev. neuer Ordner)) > Dateiname: lue\_rz > Dateityp: DBF 4 (dBase IV) > Speichern

**lue\_lu.xls** (Excel Table)

1) Tabelle wie folgt erstellen:

NO	ECL	SOC	ECN	WFACTOR.RZ
1	0,1,...4	0,1,...4	0,1,...4	0.9
2	0,1,...4	...		0.5
3	...			...
...				

→ **Tipp:** Spalte WFACTOR.RZ > Punkt statt Komma verwenden

2) Zeile 1 markieren > rechte Maustaste > Zellen formatieren > Tab: Zahlen > Text

3) Alle übrigen Zellen markieren ausser Spalte WFACTOR.RZ > rechte Maustaste > Zellen formatieren > Tab: Zahlen > Zahl > Dezimalstellen: 0

**4)** Zellen der Spalte WFACTOR.RZ markieren > rechte Maustaste > Zellen formatieren > Tab: Zahlen > Zahl > Dezimalstellen: 1  
Datei > Speichern > in vorbereiteten Ordner (...:\...\GISproject\GIS...(Name)\...(ev. neuer Ordner)) > Dateiname: lue\_lu > Dateityp: Microsoft Office Excel-Arbeitsmappe > Speichern

**5)** Datei > Speichern unter > in vorbereiteten Ordner (...:\...\GISproject\GIS...(Name)\...(ev. neuer Ordner)) > Dateiname: lue\_lu > Dateityp: DBF 4 (dBase IV) > Speichern

## 2.3

### 2.4 Arc Catalog

#### **lue\_lu.dbf** (dBASE Table)

lue\_lu.dbf > rechte Maustaste > Properties > Tab: Indexes > Häkchen für alle > OK

#### **lue\_rz.dbf** (dBASE Table)

lue\_rz.dbf > rechte Maustaste > Properties > Tab: Indexes > Häkchen für alle > OK

#### **lue\_elPot.shp** (Shapefile)

...\...\GISproject\GISbasics\WaterGISWeb AG\Daten Potentialstudie BFE Luetschine\LUE.dbf > Rechte Maustaste > Create Feature Class > From XY Table... > Input Fields: X Field: EASTING > Y Field: NORTHING > Output: Specify output shapefile or feature class: > Ordner Icon > Saving Data: lue\_elPot.shp (Pfad: ...:\...\GISproject\GIS...(Name)\...(Ordner)\lue\_elPot.shp) > OK

#### **lu.shp** (Shapefile)

Arc Catalog (Arc Map nicht öffnen) > z.B. im neuen Ordner (...:\...\GISproject\GIS...(Name)\...(Ordner)) > rechte Maustaste > New > Shapefile > Name: **lu** > Feature Typ: Polygon > Spatial Reference > Edit > XY Coordinate System > Select > Projected Coordinate Systems > National Grids > **CH1903 LV03.prj** > Add > OK > lu.shp erscheint im Ordner > rechte Maustaste > Shapefile Properties > Tab: Fields

Field Name	Data Type	Field Properties
FID	Object ID	-
Shape	Geometry	Geometry Type: Polygon
NO	Double	Precision: 18; Scale: 2

Übernehmen > Tab: Indexes > Häkchen für alle > OK

#### **rz.shp** (Shapefile)

Arc Catalog (Arc Map nicht öffnen) > z.B. im neuen Ordner (...:\...\GISproject\GIS...(Name)\...(Ordner)) > rechte Maustaste > New > Shapefile > Name: **rz** > Feature Typ: Polygon > Spatial Reference > Edit > XY Coordinate System > Select > Projected Coordinate Systems > National Grids > **CH1903 LV03.prj** > Add > OK > rz.shp erscheint im Ordner > rechte Maustaste > Shapefile Properties > Tab: Fields

Field Name	Data Type	Field Properties
FID	Object ID	-
Shape	Geometry	Geometry Type: Polygon
NO	Double	Precision: 18; Scale: 2

Übernehmen > Tab: Indexes > Häkchen für alle > OK

## 3 Arc Map

### 3.1 Standardeinstellungen

1) View > Data Frame Properties ...  
 > Tab: General > Units: Display > *Meters*  
 > Tab: Coordinate System > Select a coordinate system > Predefined > Projected  
 Coordinate Systems > National Grids > **CH1903 LV03**

2) File > Document Properties > Summary: data Source Options... > In this map  
 document: Store **relative** path names to data sources > OK > OK

#### 3) Add Data

##### PK25

Pfad 1: ...:\...GISproject\GISbasics\swisstopo\PK25\GD091015-002-R -  
 136399\PK\PK25\_03\2005\R1\10L\KREL0001.TIF und KREL0002.TIF und KREL0003.TIF und  
 KREL1249.TIF

Pfad 2: ...:\...GISproject\GISbasics\swisstopo\PK25\GD091015-002-R -  
 136399\PK\PK25\_03\2006\R1\10L\KREL0004.TIF und KREL0005.TIF und KREL0006.TIF und  
 KREL1229.TIF

→ Einzelne Kartenblätter lassen sich gruppieren: Alle markieren > rechte Maustaste:  
 Group > New Group Layer: z.B. PK25

##### lue\_gwn25 arc (Coverage Feature Class)

Pfad: ...:\...GISproject\GISbasics\swisstopo\VECTOR25\lue\_gwn25

##### lue\_elPot.shp

Pfad: ...:\...GISproject\GIS...(Name)\...(Ordner)\lue\_elPot.shp

##### lue\_lu.dbf

Pfad: ...:\...GISproject\GIS...(Name)\...(Ordner)\lue\_lu.dbf

##### lue\_rz.dbf

Pfad: ...:\...GISproject\GIS...(Name)\...(Ordner)\lue\_rz.dbf

##### lu.shp

Pfad: ...:\...GISproject\GIS...(Name)\...(Ordner)\lu.shp

##### rz.shp

Pfad: ...:\...GISproject\GIS...(Name)\...(Ordner)\rz.shp

### 3.2 Polygone zeichnen

1) Editor (siehe Toolbar) > Start editing > Source: ...:\...GISproject\GIS...(Name)\...(Ordner)

2) Task (Toolbar): Create New Feature

3) Target (Toolbar) > lu bzw. rz wählen

4) Editor (Toolbar) > Snapping... > Layer: lu bzw. rz (je nach Wunsch Weitere)

entsprechendes Häckchen setzen (Vertex) > Edit Sketch: Häckchen setzen

Sketch Tool > Polygone zeichnen (WICHTIG: lückenfrei, nicht überlagernd!) > Editor

> Save Edits

5) lu bzw. rz > rechte Maustaste > Open Attribute Table > Spalte: NO > die einzelnen  
 Polygone mit der entsprechenden Nummer versehen > Save Edits > Stop Editing

→ **Tipp:** Falls zur Identifizierung der einzelnen Polygone diese markiert werden  
 (Zeile in Table oder von Hand direkt in der Karte mit Edit Tool (Toolbar) markieren),

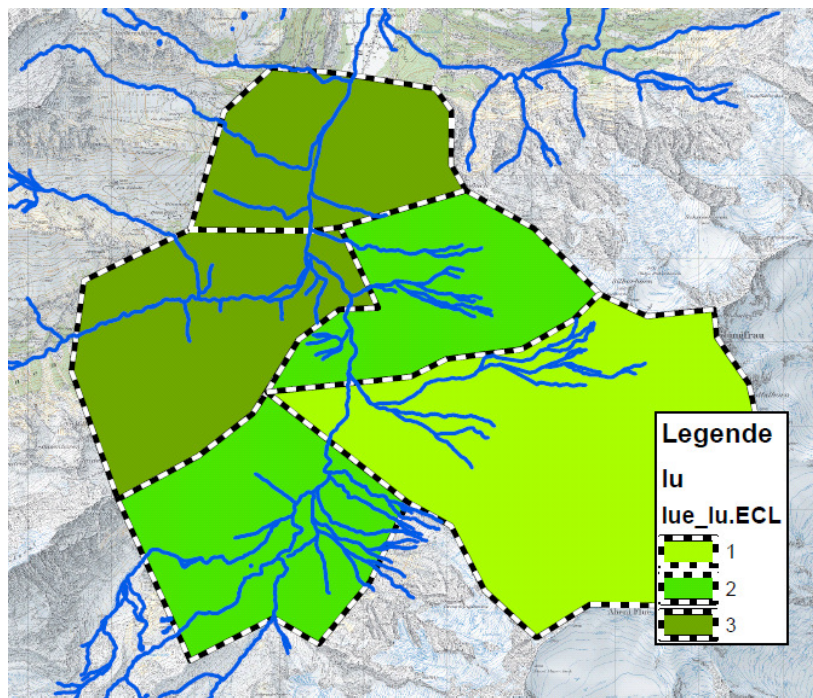
dann arbeitet Arc Map schneller, wenn dazu die Ebene PK25 „unsichtbar“ gemacht wird (Häckchen im Display entfernen)

→ **Tipp:** Spalte **Id** im Attribute Table kann entfernt werden: lu bzw. rz > rechte Maustaste > Open Attribute Table > Spalte markieren > Options > Delete Field

### 3.3 Verknüpfung: Polygone (shp) mit Daten (dbf)

lu bzw. rz > rechte Maustaste > Joins and Relates > Join Data > What do you...: Join attributes from a table > 1. Choose the field ...: NO > 2. Choose the table...: lue\_lu bzw. lue\_rz > Show the attribute tables...: Häkchen > 3. Choose the field...: NO > OK

→ beim Öffnen des Attribute Tables von lu bzw. rz sollten nun alle Werte aus der xls-Tabelle beim entsprechenden Polygon eingetragen sein (Bitte Überprüfen!)



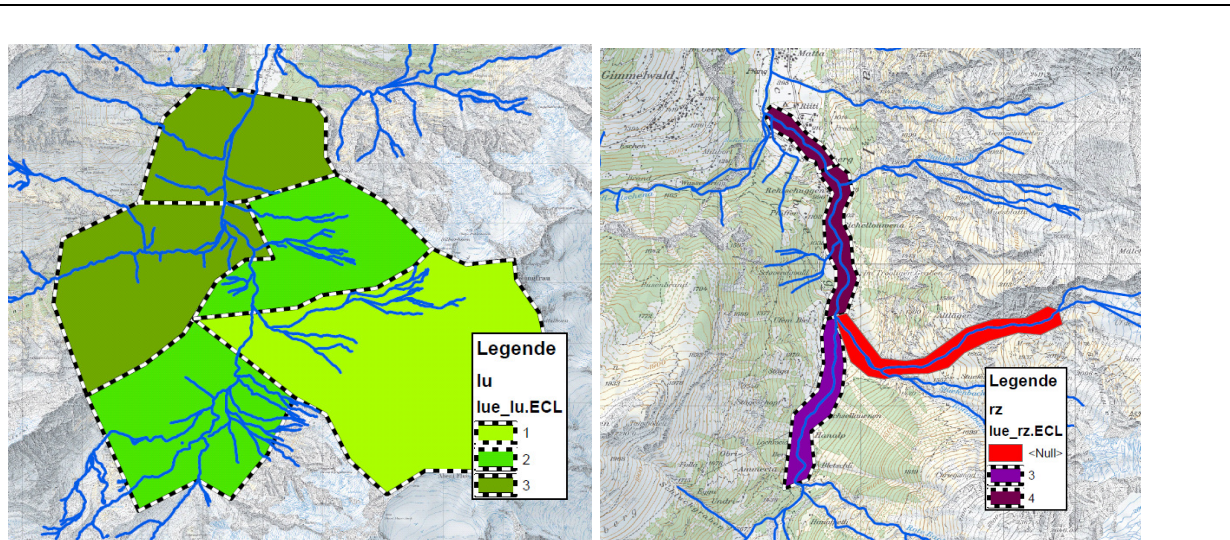
**Abbildung 1** Darstellungsbeispiel für die Verknüpfung von lu.shp mit lue\_lu.dbf

### 3.4 Verschneidung beider räumlichen Betrachtungsebenen (lu.shp und rz.shp zu )

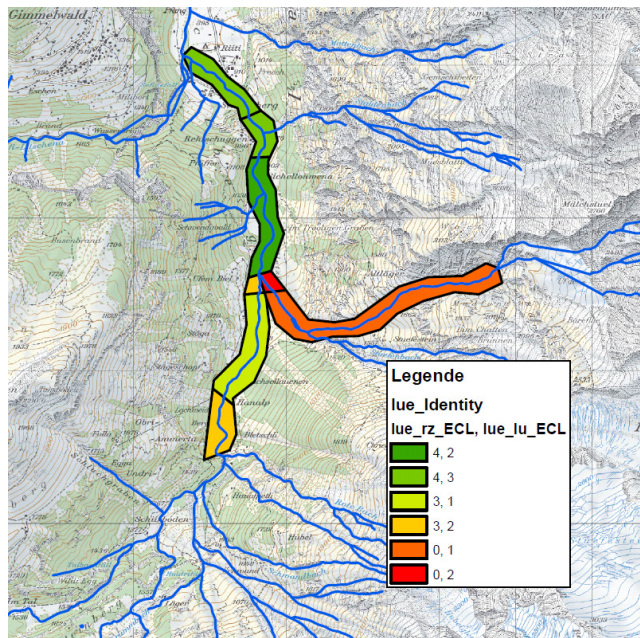
→ Diesen Arbeitsschritt erst durchführen, wenn die Shapefiles lu bzw. rz mit den jeweils dazugehörigen dBASE-Tables (lue\_lu.dbf resp. lue\_rz.dbf) verlinkt sind (siehe oben: Join Data)

Arc Toolbox > Analysis Tools > Overlay > Identity > Input Features: rz > Identity Features: lu > Output Feature Class > Name: **lue\_Identity**  
(...:\GISproject\GIS...(Name)\...(Ordner)\lue\_Identity.shp) > Join Attributes > ALL > OK

→ beim Öffnen des Attribute Tables von lue\_Identity sollten nun für jede Riverine Zone (rz\_NO) zusätzlich die Werte der entsprechenden Landscape Units ersichtlich sein (d.h. FID lu lue, lu NO, lue lu OID, lue lu NO, lue lu ECL, lue lu SOC, lue lu ECN, WFACTOR.RZ)



**Abbildung 2** Ausgangslage der Verschneidung von Landscape Units (links, lu.shp) und Riverine Zones (rechts, rz.shp)

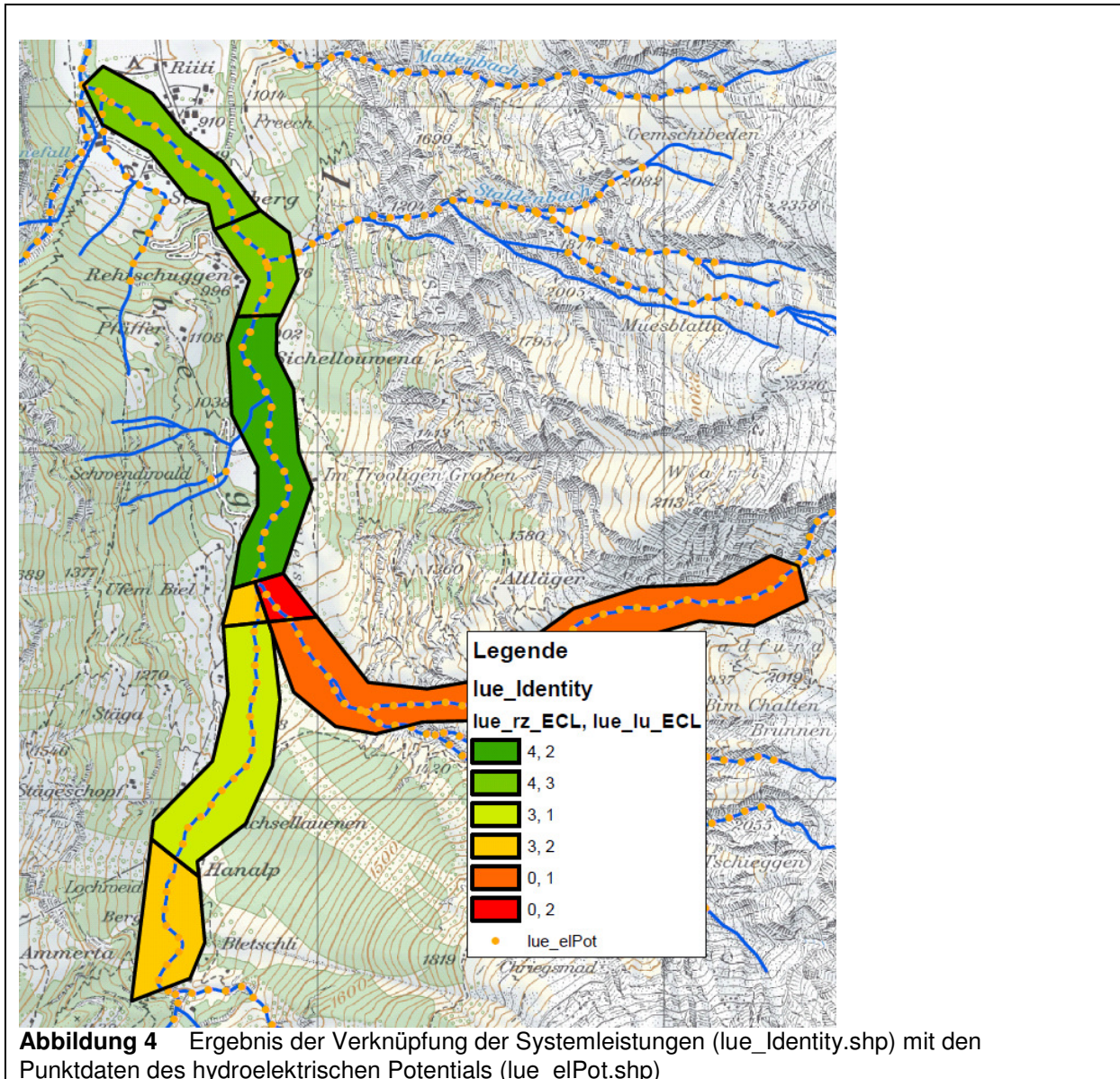


**Abbildung 3** Resultat der Verschneidung beider Datensätze lu.shp und rz.shp: Systemleistung jeder einzelnen Riverine Zone (lue\_Identity)

### 3.5 Verknüpfung GIUB-Daten (lue\_Identity) mit WaterGISWebAG-Daten (lue\_elPot)

lue\_Identity > rechte Maustaste > Joins and Relates > Join Data > What do you...: Join data from another layer based on spatial location > 1. Choose the layer to join to this layer, ... > lue\_elPot > 2. You are joining: Points to Polygons; Select a join... > Markierung bei: Each polygon will be given all the attributes of the point that is... > 3. The result of the join will be saved into a new layer. Specify output... > Name: **lue\_Join.shp** > Save > ...:\GISproject\GIS...(Name)\...(Ordner)\lue\_Join.shp > OK

→beim Öffnen des Attribute Tables von lue\_Join sollten nun für jede riverine zone (rz\_NO) zusätzlich die Werte der Punktdaten zum hydroelektrischen Potential (lue\_elPot) ersichtlich sein (d.h. FID 2, OBJECTID, GWLNR, MEASURE LI, EASTING, NORTHING, ...PK)



**Abbildung 4** Ergebnis der Verknüpfung der Systemleistungen (lue\_Identity.shp) mit den Punktdaten des hydroelektrischen Potentials (lue\_elPot.shp)

## 4 Definitionen

Index	Datenformat	Beschreibung
elPot	-	Hydroelektrisches Potential (Datensatz der WaterGIS Web AG)
lue	-	Einzugsgebiet, 3 Ziffern (z.B. Luetschine)
lu	-	Landscape Unit (Landschaftsteilraum)
rz	-	Riverine Zone (Gewässerraum)
lu.shp	Shapefile	Enthält a) Polygone, d.h. Landscape Units b) Verknüpfung mit lue_lu.dbf
lue.mxd	Map Document	Arbeitsblatt in Arc Map; ist individuell gehalten; dient nicht dem Datentransfer
lue_elPot.shp	Shapefile	Point-Shapefile; enthält alle Daten der WaterGIS Web AG (Attribute) für jeden einzelnen Gewässerpunkt
lue_Identity.shp	Shapefile	Verknüpfung der Datensätze beider räumlichen Ebenen (lu.shp und rz.shp); daraus ersichtlich wird die Systemleistung einer Riverine Zone
lue_Join.shp	Shapefile	Verknüpfung der Datensätze von der WaterGIS Web AG (lue_elPot.shp) und dem GIUB (lue_Identity.shp); jedem Gewässerpunkt wird seine Zugehörigkeit zur entsprechenden Riverine Zone (resp. Landscape Unit) zugeordnet
lue_lu.xls	Excel Table	Enthält sämtliche Daten zu den Attributen NO, ECL, ECN, SOC und WFACTOR für die Landscape Units
lue_lu.dbf	dBASE Table	Enthält die gleichen Daten wie lue_lu.xls, jedoch im Format DBF 4 (dBase IV)
lue_rz.xls	Excel Table	Enthält sämtliche Daten zu den Attributen NO, ECL, ECN, SOC und WFACTOR für die Riverine Zones
lue_rz.dbf	dBASE Table	Enthält die gleichen Daten wie lue_rz.xls, jedoch im Format DBF 4 (dBase IV)
rz.shp	Shapefile	Enthält a) Polygone, d.h. Riverine Zones b) Verknüpfung mit lue_rz.dbf

Attribut	Typ	Einheit	Beschreibung
PK	Text 50	-	Eindeutig Identifikation des Gewässerpunktes
NO	Double	-	Nummer der räumlichen Einheit
AREA	Double	sq km	Fläche der räumlichen Einheit
ECL	Double	{0,1...4}	ecological assessment (ökologische Bewertung der räumlichen Einheit)
ECN	Double	{0,1...4}	economical assessment (ökonomische Bewertung der räumlichen Einheit)
SOC	Double	{0,1...4}	social assessment (sozio-kulturelle Bewertung der räumlichen Einheit)
WFACTOR	Double	{0.1,...0.9}	weighting factor (Gewichtungsfaktor für die jeweils andere räumliche Einheit)